

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60+000 AL
70+000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN**

2024

**TESIS PARA OPTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Autores: Bach. Chuquibala Guerrero Karen Jhoana

Bach. Guerrero Martinez Isaías

Asesor: Mg. Cayatopa Calderón Billy Alexis

Ing. Palomino Ojeda Jose Manuel


Línea de Investigación: LI_IC_02 Transporte

JAÉN – PERÚ

2024

Karen Jhoana Chuquibala Guerre Isaías Guerrero ...

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN -SAN IGNACIO KM 60+000 AL 70

 Universidad Nacional de Jaén

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::20206:407951327

283 Páginas

Fecha de entrega

21 nov 2024, 12:37 p.m. GMT-5

64,817 Palabras

288,287 Caracteres

Fecha de descarga

21 nov 2024, 12:45 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME-Chuquibala Guerrero Karen Jhoana y Guerrero Martinez Isaías_compressed - KAREN J....pdf

Tamaño de archivo

19.6 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



Dr. Alexander Huamán Mera
Investigador de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería




6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
290 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 05 de diciembre del año 2024, siendo las 17:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban.

Secretario : Mg. José Luis Piedra Tineo

Vocal : Mg. Leonardo Damián Sandoval, para evaluar la Sustentación del **Informe Final**:

() Trabajo de Investigación

(**X**) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN – SAN IGNACIO KM 60+000 AL 70+000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024"** presentado por los tesistas **Karen Jhoana Chuquibala Guerrero e Isaías Guerrero Martinez**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

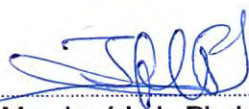
Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


M.Sc. Marcos Antonio Gonzales
Santisteban

Presidente del Jurado Evaluador


Mg. José Luis Piedra Tineo
Secretario del Jurado Evaluador


Mg. Leonardo Damián Sandoval
Vocal del Jurado Evaluador

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Chuquibala Guerrero Karen Jhoana identificado con DNI N° 75099050 y Guerrero Martinez Isaías identificado con DNI N°75991954 bachilleres de la Carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, autores de la Tesis:

“IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60+000 AL 70+000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024”

1. El mismo que presento para optar: Grado Académico de Bachiller Título Profesional
2. El Trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Trabajo de investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de investigación, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Trabajo de investigación.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 20 de noviembre del 2024



Chuquibala Guerrero Karen Jhoana

DNI: 75099050

Tesista

Guerrero Martinez Isaías

DNI: 75991954


Tesista



Mg. Ing. Billy Alexis Cayatopa Calderón

DNI: 44936232

Asesor



Ing. Palomino Ojeda Jose Manuel

DNI: 71094203

Asesor

ÍNDICE

ÍNDICE.....	III
INDICE DE TABLAS	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VII
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	9
1.2. Justificación	10
1.3. Hipótesis	12
1.4. Objetivos	12
1.5. Antecedentes.....	13
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
2.1. Ubicación geográfica	20
2.2. Población.....	21
2.3. Muestra	21
2.4. Muestreo	24
2.5. Métodos.....	24
2.6. Técnicas	25
2.7. Procedimiento de recolección de datos.....	26
2.8. Análisis de datos	46
III. RESULTADOS.....	60
IV. DISCUSIÓN	92
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	98
AGRADECIMIENTO	105
DEDICATORIA	106
ANEXOS	107

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relación de Ancho de Calzada y Longitud de Unidad de Muestreo	21
Tabla 2 Unidades muestrales	23
Tabla 3 Equipos y materiales	26
Tabla 4 Características del Dron Phantom 4 RTK.....	27
Tabla 5 Detalles del vuelo fotogramétrico	31
Tabla 6 Suma total de las áreas identificadas con fallas en la UM1	46
Tabla 7 Índice de densidad de fallas detectadas en la unidad de muestra UM1	47
Tabla 8 Cálculo de los valores deducidos por cada tipo de falla de la UM1	48
Tabla 9 Valores deducidos totales en la UM1	49
Tabla 10 Valores deducidos corregidos para la UM1	50
Tabla 11 Resultado de PCI de la UM1.....	51
Tabla 12 Clasificación de condición del pavimento	51
Tabla 13 Tiempo y personal necesario para la obtención de datos en campo.....	52
Tabla 14 Tiempo y personal necesario para la obtención de datos en gabinete.....	52
Tabla 15 Parámetros de evaluación.....	56
Tabla 16 Matriz de comparación de pares	57
Tabla 17 Matriz de normalización, pendientes	57
Tabla 18 Vector suma ponderada y " $\lambda_{\text{máx}}$ ", pendientes.....	58
Tabla 19 Relación de Consistencia	58
Tabla 20 Asignación de ponderación en la tabla de atributos para el mapa de riesgo.	59
Tabla 21 Resumen del metrado de las fallas identificadas mediante VANT	61
Tabla 22 Fallas identificados en los ortomosaicos de todas las unidades de muestra representativas. 62	
Tabla 23 Fallas identificados en los ortomosaicos de muestra no representativas	63
Tabla 24 Porcentaje de fallas detectadas – Metodología VANT	64
Tabla 25 Resultados de PCI de las unidades de muestra utilizando el método VANT	69
Tabla 26 Porcentaje de Condición de Pavimento mediante el método VANT	71
Tabla 27 Resumen del metrado de las fallas superficiales-Método tradicional PCI.....	72
Tabla 28 Fallas superficiales identificados en todas las unidades de muestra representativas utilizando el método tradicional PCI	73
Tabla 29 Fallas superficiales identificados en las unidades de muestra no representativas utilizando el método tradicional PCI	74
Tabla 30 Porcentaje de fallas detectadas en las UM- Metodología tradicional PCI	75
Tabla 31 Índice de Condición de cada Unidad de Muestra utilizando el método PCI.....	80
Tabla 32 Porcentaje que indica el estado del pavimento de la Carretera Jaén-San Ignacio km 60+000 – km 70+000, evaluado mediante el método PCI.	82
Tabla 33 Procesamiento de datos recolectados en campo.....	83
Tabla 34 Procesamiento de datos recolectados en gabinete.....	83
Tabla 35 Total de horas hombre usadas para las metodologías VANT y PCI.....	84
Tabla 36 Rendimiento en horas-hombre para cada metodología	84
Tabla 37 Diferencia de valor absoluto del PCI entre el método tradicional PCI y método VANT	85
Tabla 38 Clasificación de la condición superficial por el método tradicional PCI y método VANT ..	86
Tabla 39 Peligros detectados en el tramo de estudio	87
Tabla 40 Niveles de peligrosidad.....	88
Tabla 41 Niveles de vulnerabilidad.....	89
Tabla 42 Niveles de riesgo.....	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica del tramo de estudio	20
Figura 2	Vista en planta del CP. Puerto Tamborapa–CP. Perico KM 60+000 y KM 70+0000	20
Figura 3	Aplicación DJI GO 4	28
Figura 4	Métodos de planificación mediante la aplicación DJI MG 4	28
Figura 5	Configuración de parámetros de vuelo para la UM1	29
Figura 6	Instalación de la Estación Móvil D-RTK 2 y sincronización de equipos	30
Figura 7	Verificación del plan de vuelo en el monitor del control remoto	30
Figura 8	Vista del transcurso de vuelo del Dron Phantom 4 RTK	31
Figura 9	Imágenes añadidas al software Agisoft Metashape, del tramo 60+000 al 70+000	32
Figura 10	Automatización y alineación de imágenes, del tramo 60+000 al 70+000	32
Figura 11	Ubicación de puntos de control fotográfica, del tramo 60+000 al 70+000	33
Figura 12	Generación de la nube de puntos densa, del tramo 60+000 al 70+000	33
Figura 13	Creación de malla digital, del tramo 60+000 al 70+000	34
Figura 14	Creación de modelo 3D, del tramo 60+000 al 70+000.....	34
Figura 15	Creación del Modelo Digital de Elevaciones (DEM), del tramo 60+000 al 70+000	35
Figura 16	Limpieza de obstáculos, Km 66+200	35
Figura 17	Creación de Ortomosaico, del tramo 60+000 al 70+000.....	36
Figura 18	Medición de las fallas en el software Civil3D, del tramo 60+000 al 70+000	36
Figura 19	Leyenda de los tipos de fallas en pavimentos flexibles y nivel de severidad.....	37
Figura 20	Ortofotografía de la unidad de muestra UM1, Km 60+000 al km 60+035.4	37
Figura 21	Detección de fallas identificadas en unidades de muestra, Km 60+000 al km 60+110	38
Figura 22	Plano de fallas identificadas en la UM1, Km 60+000 al km 60+035.4.....	38
Figura 23	Ubicación de puntos de referencia, Km 70+000	39
Figura 24	Delimitación de la unidad de muestra UM1, Km 60+000.....	39
Figura 25	Medición de falla superficial en la UM1, Km 60+000.....	40
Figura 26	Daños superficiales para superficie asfáltica.....	40
Figura 27	Registro de identificación de fallas superficiales, Km 63+364	41
Figura 28	Fracción del tiempo usado en procesamiento de datos en gabinete	42
Figura 29	Inspección de taludes en campo km 62+060	43
Figura 30	Flujograma del recojo de información sobre peligro de deslizamiento en taludes.....	44
Figura 31	Determinación del Valor Deducido para la falla desprendimiento de agregados	47
Figura 32	Determinación de valores deducidos corregidos para la UM1	50
Figura 33	Determinación de la precisión mediante prueba de muestras emparejadas.....	53
Figura 34	Prueba de normalidad en el software SPSS.....	54
Figura 35	Prueba t en el software SPSS.....	55
Figura 36	Ortomosaico, Km 60+000 al Km 70+000	60
Figura 37	Porcentaje total de fallas detectadas-Metodología VANT	64
Figura 38	Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Piel de Cocodrilo. ...	65
Figura 39	Distribución de deterioros en las UM del método VANT – Exudación de asfalto	65
Figura 40	Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Fisuras en bloque....	66
Figura 41	Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Corrugaciones.....	66
Figura 42	Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Fisuras de borde.....	67
Figura 43	Distribución de deterioros de UM con el método VANT – Fisuras longitudinales	67
Figura 44	Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Parcheo	68
Figura 45	Distribución de deterioros de UM con el método VANT–Desprendimiento de agregados	68
Figura 46	Perfil de los resultados de las unidades de muestra utilizando la metodología VANT.	70
Figura 47	Porcentaje de condición del pavimento Carretera Jaén-San Ignacio–método VANT.....	71
Figura 48	Porcentaje total de fallas detectadas- Metodología tradicional PCI.....	75

Figura 49	Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Piel de Cocodrilo.	76
Figura 50	Distribución de deterioros en las UM – método tradicional PCI, Exudación de asfalto	76
Figura 51	Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Fisuras en bloque	77
Figura 52	Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Corrugaciones	77
Figura 53	Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Fisuras de borde	78
Figura 54	Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Fisuras longitudinales	78
Figura 55	Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Parcheo	79
Figura 56	Distribución de deterioros en las UM - PCI, Desprendimiento de agregados	79
Figura 57	Perfil de los resultados de las unidades de muestra utilizando el método tradicional PCI..	81
Figura 58	Comparación de los valores de PCI en cada unidad de muestra	86
Figura 59	Prueba de muestras relacionadas en el software SPSS	87

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue identificar las zonas de riesgo y la condición del pavimento flexible Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante Vehículo Aéreo No Tripulado. La metodología consistió en volar un dron DJI Phantom 4RTK a una altura de 30 m sobre un tramo de 10 km, dividiendo el área en 283 unidades de muestra de 230.10 m² cada una. Posteriormente, se seleccionaron 30 unidades de muestra específicas. Los resultados mostraron un PCI promedio de 43 con el uso del VANT y de 41 con la inspección tradicional, destacando que las grietas longitudinales y transversales representaron el 41.09% de las fallas, lo que clasificó la superficie del pavimento como regular en ambas evaluaciones. El ortomosaico identificó 4 zonas de riesgo "Muy Alto" en los tramos (Km 61+918.56 – Km 61+928.98), (Km 67+671.22 – Km 67+800.54), (Km 67+899.85 – Km 68+038.19) y (Km 69+586.66 – Km 69+628.91), y 3 zonas de riesgo "Alto" en los tramos (Km 61+867.62 – Km 62+070.89), (Km 66+802.40 – Km 66+920.71) y (Km 69+572.65 – Km 69+661.97). Se concluyó que el dron DJI Phantom 4RTK optimiza el tiempo de evaluación en un 57% HH y ofrece una precisión promedio de 95.00%, demostrando su eficacia en la evaluación de fallas superficiales y la detección de zonas de riesgo.

PALABRAS CLAVE: Método VANT, PCI, Pavimento flexible, Zonas de riesgo.

ABSTRACT

The objective of the research was to identify the risk areas and the condition of the flexible pavement on the Jaén - San Ignacio section from km 60+000 to 70+000 using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV). The methodology involved flying a DJI Phantom 4RTK drone at a height of 30 m over a 10 km stretch, dividing the area into 283 sample units of 230.10 m² each. Subsequently, 30 specific sample units were selected. The results showed an average PCI of 43 with the use of the UAV and 41 with traditional inspection, highlighting that longitudinal and transverse cracks accounted for 41.09% of the failures, classifying the pavement surface as regular in both evaluations. The orthomosaic identified 4 "Very High" risk zones in the sections (Km 61+918.56 – Km 61+928.98), (Km 67+671.22 – Km 67+800.54), (Km 67+899.85 – Km 68+038.19), and (Km 69+586.66 – Km 69+628.91), and 3 "High" risk zones in the sections (Km 61+867.62 – Km 62+070.89), (Km 66+802.40 – Km 66+920.71), and (Km 69+572.65 – Km 69+661.97). It was concluded that the DJI Phantom 4RTK drone optimizes evaluation time by 57% HH and provides an average accuracy of 95.00%, demonstrating its effectiveness in assessing surface failures and detecting risk areas.

KEY WORDS: UAV method, PCI, Flexible pavement, Risk areas.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

En el ámbito internacional, el mal estado de la infraestructura vial se presenta como una problemática crítica que afecta de manera significativa al entorno social, económico y político (Ríos et al., 2020). En Colombia, la red vial nacional pavimentada abarca 8639,46 km, representando el 79,25% de las vías nacionales. De esta red, el 54% está en buenas condiciones, mientras que el 46% se encuentra en estado regular, malo o muy malo. El Observatorio Nacional de Seguridad Vial reporta alrededor de 1,200 eventos anuales de deslizamientos de tierra, los cuales contribuyen a agravar esta situación. (Martín y Gómez, 2020). En Ecuador, el tramo desde la Terminal Terrestre Reina del Cisne hasta Carigán presenta más de tres fallas geológicas, causando numerosos accidentes y daños a vehículos debido a la inestabilidad del suelo y al deterioro de la vía. (León, 2022). En México, el mal estado de las vías, exacerbado por precipitaciones intensas y terrenos accidentados, causa deformaciones, grietas y otros daños en las carreteras, lo que representa el 30% de los accidentes viales. (Giler, 2023).

A nivel nacional se menciona que, cerca del 80% de las carreteras peruanas están en mal estado, especialmente en áreas rurales, donde las condiciones climáticas y la falta de mantenimiento aceleran el deterioro de la capa asfáltica y aumentan el riesgo de accidentes (Idrogo, 2020). Las principales vías de Perú, como la carretera Panamericana, la Longitudinal de la Sierra y la Longitudinal de la Selva, que suman 9,600 km de pavimento flexible, presentan deformaciones y fisuras, causando desperfectos en los vehículos y gastos adicionales para los transportistas (Ramos, 2021). En Amazonas, la capa superficial de la carretera se ha deteriorado, presentando fallas como ahuellamiento, hundimientos, desprendimiento de asfalto, fisuras y grietas debido a factores como deslizamientos de masas en los taludes, aumento de temperatura y fallas geológicas (Paredes, 2022).

El departamento de Cajamarca no es ajeno a esta situación. En particular, el estado actual del pavimento asfáltico de la carretera Celendín-Balsas presenta diversas fallas, tanto funcionales como estructurales, con distintos niveles de severidad. Estas fallas se deben a las condiciones climáticas, así como a deficiencias en el diseño estructural, errores durante la construcción y el uso de materiales de inferior calidad (Villegas, 2020). En las carreteras de Jaén, la falta de evaluación adecuada de las vías y de políticas de mantenimiento, junto con el impacto de deslizamientos de masas en laderas, provoca un deterioro progresivo y reparaciones costosas. (Flores, 2022).

La falta de monitoreo constante y las limitaciones de las metodologías tradicionales para evaluar el estado del pavimento, que suelen ser costosas y no abarcan todas las áreas ni consideran factores externos, impiden una detección oportuna de daños. Esto resulta en un aumento de los costos de mantenimiento y afecta la seguridad y durabilidad de las vías. Ante esta situación, surge la necesidad de implementar innovadoras metodologías, como la basada en vehículos aéreos no tripulados. Verificar la confiabilidad de esta metodología permitirá gestionar de manera más eficiente el mantenimiento y la rehabilitación de las vías, optimizando los recursos e identificando zonas de riesgo.

De la presente investigación nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las zonas de riesgo y condición del pavimento flexible Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante Vehículo Aéreo No Tripulado, Jaén 2024?

1.2. Justificación

El estudio se justifica socialmente porque busca solucionar una problemática de las principales arterias de comunicación que conecta comunidades rurales y facilita el transporte de personas y bienes, donde identificar zonas de riesgo y evaluar el pavimento contribuye a intervenir en puntos críticos, reduciendo accidentes y protegiendo la vida de los usuarios, ya

que una carretera en buen estado no solo mejora la seguridad vial, sino que también favorece la conectividad, impulsa el desarrollo económico de la región e incrementa la competitividad de las zonas rurales, promoviendo nuevas oportunidades de negocio, empleo e inversión.

La justificación técnica de esta investigación se fundamentó en la implementación de vehículos aéreos no tripulados (VANT), que permitieron una recopilación precisa y eficiente de datos, incluso en áreas de difícil acceso. Esta tecnología facilitó la identificación de fallas en el pavimento y zonas de riesgo, optimizando los recursos destinados al mantenimiento vial. Así, se generó conocimiento científico que contribuye a mejorar la seguridad, durabilidad y eficiencia de las vías, garantizando una gestión más eficaz y sostenible de la infraestructura vial en estudio.

El desarrollo metodológico del PCI mediante drones permitió solucionar problemas de infraestructura vial de manera más rápida y eficiente, facilitando el monitoreo constante y la detección temprana de fallas en el pavimento. Además, garantizó mayor seguridad para los inspectores, ya que se adaptó a diversas condiciones geográficas y tipos de pavimento. Esto posibilitó realizar un análisis comparativo entre intervenciones previas y actuales, permitiendo inspecciones regulares sin intervención humana constante y optimizando los procesos de monitoreo y evaluación.

Económica, el estudio presentó condiciones muy favorables, ya que permitió reducir significativamente los costos operativos al eliminar la necesidad de un gran número de operarios en el terreno, optimizando los recursos destinados a la supervisión y análisis de las infraestructuras viales. Este enfoque facilita las reparaciones tempranas, prolongando la vida útil de las infraestructuras y reduciendo los costos de mantenimiento a largo plazo. Al ser eficiente y rentable, puede atraer inversiones al sector, ofreciendo una solución económica y efectiva para el mantenimiento de las infraestructuras viales.

1.3. Hipótesis

El uso del vehículo aéreo no tripulado permite clasificar la condición del pavimento como bueno, regular, malo y elaborar mapas que identifican las zonas de riesgo del tramo Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivos generales*

- Identificar las zonas de riesgo y condición del pavimento flexible Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante vehículo aéreo no tripulado, Jaén 2024.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar la condición superficial del pavimento flexible tramo Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante Vehículo Aéreo No Tripulado, Jaén 2024.
- Evaluar la condición superficial del pavimento flexible tramo Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante método PCI, Jaén 2024.
- Comparar el tiempo y precisión de los datos recopilados por el VANT en la detección de la condición del pavimento, contrastándola con los resultados obtenidos mediante el método PCI.
- Determinar las zonas de riesgo del pavimento flexible tramo Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 a partir de los datos recopilados del vehículo aéreo no tripulado, Jaén 2024.

1.5. Antecedentes

1.5.1. Internacionales

Małek (2023) en su estudio “Evaluación del uso de vehículos aéreos no tripulados para el estudio del estado del pavimento de carreteras”. Tuvo como fin evaluar el uso de vehículos no tripulados para estudiar pavimentos. La metodología consistió en las mediciones de campo, el uso de software fotogramétrico y procesamiento de datos. Entre los resultados se tuvo que los baches son daños con un alto grado de nocividad, que constituyen una pérdida de la mezcla mineral-asfáltica con dimensiones no inferiores a 15 cm × 15 cm y hasta una profundidad superior al espesor de la capa de rodadura, de otro lado que en el caso de la cámara utilizada, el vuelo de reconocimiento a una altitud de 5 m permite detectar grietas de tamaño a partir de 1 mm; en el caso de una altitud de vuelo de 30 m es posible detectar grietas a partir de 4 mm. Concluyó que la precisión del estudio de deterioro del pavimento utilizando un VANT se ve afectada por factores, como: altitud y velocidad de vuelo, parámetros de la cámara (sensor de imagen, distancia focal) y distorsiones geométricas causadas por un ángulo de cámara inadecuado.

De Carvalho et al. (2023) en su estudio “Detección de Manifestaciones Patológicas en Pavimentos Asfálticos mediante Drone”. Tuvo como finalidad detectar patologías en pavimentos asfálticos mediante el uso de dron. La metodología aplicada consistió en implantación de software, trabajo de campo y gabinete. Entre los resultados se tuvo que los parámetros de vuelo a una altura de 50m, velocidad de 6m/s, con un tiempo de duración de 18min, con cobertura longitudinal y transversal de 80%, resolución de 1.25cm/pixel y un total de 450 fotos, donde se obtuvo que patologías como pases con 60.70cm, desgaste de 166.00cm, Remiendo de 154.00cm, trinca transversal 198cm y trinca interligada de 16.30cm, cuyas diferencias con respecto a evaluaciones tradicionales la variaciones con inferiores a 7cm.

Concluyó los resultados encontrados confirman a el potencial del uso del dron para identificación de patologías, siendo confiables.

Ji et al. (2021) en su artículo “Evaluación basada en imágenes del riesgo de grietas en carreteras utilizando una red neuronal convolucional y un vehículo aéreo no tripulado”. Tuvo como objetivo evaluar riesgo de grietas en carreteras utilizando una red neuronal convolucional y un VANT. La metodología consistió en la recopilación de datos, detección de grietas, extracción de la ubicación de las grietas, cálculo del tamaño real de las grietas y evaluación del nivel de riesgo. Entre los resultados se tuvo que el pavimento flexible presento grietas transversales, grietas longitudinales, grietas que se cruzan y grietas de cocodrilo; asimismo existen cuatro fisuras que pueden afectar significativamente la vía debido a su alto nivel de daño. La mayoría de las fisuras presentaron un nivel de daño moderado cuyas aberturas variaron de 6 mm a mayores de 19 mm ubicándose en zonas intermedias del pavimento. Concluyó que el riesgo general de moderado.

Fernández et al. (2021) en su estudio “Mapeo de manifestaciones patológicas en pavimento asfáltico mediante drones”. Tuvo como fin realizar mapeos para determinar patologías de un pavimento flexible. La metodología consistió en el empleo de Drones para mapear e inspeccionar y procesar datos. Como resultados se tuvo que la evaluación se realizó con un altitud de vuelo de 70m, resolución de 2.4cm/pixel, con Tasa de cobertura horizontal de 65% y vertical de 75%, velocidad de vuelo de 15m/s y 109 fotos; donde se logró encontrar 04 tipos de patologías, que son: 26 macetas (P) - hueco o agujero que se forma en el revestimiento y puede llegar a la base; 20 grietas (F): caracterizadas como aberturas en la superficie del asfalto que son visibles a simple vista; 5 parches (R) - defecto caracterizado por el llenado de macetas o cualquier otro orificio, agujero o depresión con mezcla asfáltica; y 2 deslizamiento (E) - desplazamiento en relación con la capa de pavimento; cuyo índice de

severidad fue 302. Concluyó que el uso de drones para inspeccionar patologías en pavimentos asfálticos, en base presenta un acierto aproximado de 94,4%, con la metodología tradicional.

Refiere Sotomayor y Torres (2020) en su estudio “Empleo de VANT para determinar fallas superficiales en pavimentos flexibles”. Su objetivo fue emplear vehículos aéreos no tripulados para identificar fallas en los pavimentos. La metodología se centró en tres etapas: inicialmente, la planificación de la zona de estudio, luego la recolección y procesamiento de datos, para culminar con el análisis de resultados. Entre los resultados se tuvo que de las 247 imágenes obtenidas con el VANT se obtuvo una nube de puntos densa de 87, 371 y 413 puntos de alta calidad, donde se tuvo que entre las fallas que destacan, son grietas y baches. Concluyó que el VANT es adecuado para la detección temprana de fallas superficiales sobre pavimento flexible, dando resultados óptimos.

1.5.2. Nacionales

De acuerdo con Quispe (2021) en su estudio “Evaluación de confiabilidad del Drone Phantom 4 Pro V2. 0 para calcular el índice de condición del pavimento flexible en Av. Miraflores del distrito de Comas, Lima-2020”. El objetivo fue evaluar la condición de un pavimento mediante Drone y su confiabilidad. La metodología consistió en obtener imágenes de la vía asfaltada, posteriormente se desarrolló el procesamiento fotogramétrico que contribuyó en desarrollar una caracterización de fallas de forma visual en gabinete. Entre los resultados se tuvo que la vía presento fallas de parcheo, huecos, grietas longitudinales, desprendimientos de agregados para ambos procedimientos; y que el uso del Drone es confiable para el cálculo de PCI puesto que se tuvieron resultados promedio de ambos procedimientos 49 y 50 respectivamente. Concluyó que el pavimento presento un estado general de regular.

Quispe (2021) en su estudio “Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas San Jerónimo,

2021”. El objetivo fue evaluar la condición superficial del pavimento empleando VANT. La metodología consistió en realizar reconocimiento de la zona, obtención del dron con software instalado, recorrido de la vía con dron y análisis de datos en gabinete. Entre los resultados se lograron identificar que el 46.09% pertenecen a fallas de tipo piel de cocodrilo, el 24.67% representa al pulimiento de agregados, el 14.59% constituyen parcheo y acometidas de servicios públicos, un 9.60% a grietas longitudinales, las fallas tipo huecos y ahuellamiento se presentan en mínimos porcentajes; asimismo que las unidades evaluadas presentan variaciones desde 14 hasta 79 que reflejan una condición del pavimento “muy pobre” y “muy buena” respectivamente. Concluyó que el PCI empleando VANT promedio es de 55 que representa una condición de pavimento regular.

Olaya y Ramos (2021) en su estudio “Evaluación superficial del pavimento flexible del Paseo Turicarami, Sullana-Piura utilizando tecnología VANT”. Tuvo como fin evaluar un pavimento flexible usando tecnología VANT. La metodología consistió en toma de datos en campo, seguido del procesamiento de información. Entre los resultados se tuvo que la Sección 1 presento huecos, Parcheo, Ahuellamiento y Pulimiento de agregados cuyo estado fue pobre (PCI = 20.5); la Sección 2, Ahuellamiento y Pulimiento de agregados cuyo estado fue de 80.5 (PCI=85); en la Sección 3, solo la falla Pulimiento de agregados; en la Sección 4, Grietas de borde y Pulimiento de agregados cuyo estado fue excelente (PCI=88); en la Sección 5 y 6, Huecos y Pulimiento de agregados cuyo estado fue excelente (PCI=88) y pobre (PCI=37); en la Sección 7, solo Pulimiento de agregados; en la Sección 8, las fallas Parcheo y Pulimiento de agregados cuyo estado fue excelente (PCI=89). Concluyó que las actividades de intervención para la sección 1 y sección 6 son rehabilitar con actividades mayores y correctivas, la sección 9 necesita actividades de rehabilitación mayor (efectivo). Las secciones 2, 3, 4, 5, 7 y 10 necesitan actividades de mantenimiento menor o rutinario.

Cubas (2021) en su estudio “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”. Tuvo como fin usar dron para evaluar un pavimento flexible. La metodología consistió en la obtención del dron con software instalado, recorrido de la vía con dron y análisis de datos en gabinete. Entre los resultados se tuvo tipos de falla de piel de cocodrilo con 182.06m², exudación con 3.50m², agrietamiento en bloque de 40.54m², grieta longitudinal y transversal con 58.89m², parcheo con 35.14m², pulimiento de agregados con 84.22m² y hueco con 7.00m², cuyo estado fue de 33% excelente, 33% regular, 17% pobre, 11% bueno y 6% muy pobre. Se concluyo que el uso de dron presenta para la evaluación de pavimentos presentan datos muy próximos semejanzas con la realidad.

Soto (2020) en su tesis “Condición superficial de pavimentos flexibles determinados mediante métodos convencionales empleando un vehículo aéreo no tripulado, carretera anexo Fátima, Piura 2020”. Tuvo como fin evaluar pavimentos flexibles mediante vehículo aéreo no tripulado. Como resultados se tiene un área de afectada relevante ocasionada por parcheo de 92.69m² y pulimiento de agregados de 608.20m² mostrados, de condición promedio excelente de PCI 88. Concluyó que el empleo de un vehículo aéreo no tripulado resultó ser eficiente.

1.5.3. Regional y/o Local

Según Leiva (2021) en su tesis “Comparación de la metodología PCI para la evaluación de las condiciones del pavimento de forma convencional y con el uso de un dron, Cajamarca 2021”. Tuvo como fin realizar comparativos entre el método tradicional y mediante dron para evaluar pavimentos. La metodología fue realizar aplicaciones de campo insitu con formatos y con dron, seguido del procesamiento de datos y comparaciones. Como resultados se tuvo que la falla más común que se reportó fue el Abultamiento y hundimiento seguido por el agrietamiento en bloque, grietas de reflexión, piel de cocodrilo, seguido de grietas en el asfalto

entre otras. Concluyó que la metodología convencional y utilizando el dron, ambas cumplen la finalidad de la determinación de las fallas, según lo establecido en la normativa.

Refiere Fernandez y Jimenez (2021) en su tesis “Evaluación Superficial del Pavimento Flexible Mediante los Métodos VIZIR, PCI, IRI en la Carretera Bagua Grande - Cajaruero, Amazonas – 2021”. Su propósito fue hacer una evaluación de pavimento mediante los métodos VIZIR; PCI e IRI. La metodología consistió la delimitación del área de estudio, cuantificación y clasificación del IMD, identificación y clasificación de fallas, evaluación superficial del pavimento flexible y el uso del software. Como resultados de las fallas encontraron que el 82.7% fueron baches-Huecos, 1.3% pulimento de agregados, 0.8% piel de cocodrilo, 0.8% abultamientos y hundimientos y 14.3% de parcheo. El valor del PCI fue de 47.98, VIZIR fue bueno e IRI regular. Concluyendo que la falla predominante fue de baches-huecos y que el método del PCI es el más preciso puesto que se calcula tramos más cortos por lo que sus resultados serán más confiables.

Contreras y Alindor (2021) en su tesis “Evaluación Superficial de Pavimento Rígido, mediante el Método PCI del Casco Urbano de Cutervo, Cajamarca, 2021”. Su objetivo fue realizar una evaluación del pavimento rígido mediante el PCI del casco urbano de Cutervo. La metodología consistió en recolectar datos en guías de observación, reconocimiento in situ del lugar y procesamiento de datos. Los resultados demostraron que la mayoría de calles presentan fallas severas, por lo cual, se clasificó de manera general al pavimento como muy malo; puesto que, en el Jirón 22 de octubre se obtuvo un 26.83 como valor de PCI, en Jr. Juan Montenegro de 40.40, en Jr. América de 23.57, Jr. Bolívar de 49.10, Jr. Asunción de 20.58. Concluyó que el pavimento estudiado se encontraba con daños severos, tales como: fallas tipo grietas, parcheos, pulimientos, desconchamientos y descascamientos.

De acuerdo con Sosa y Campos (2021) en su tesis “Evaluación de Fallas del Pavimento flexible Comparando con los Métodos PCI y VIZIR de la carretera Jaén - Aeropuerto en Cajamarca”. Su propósito fue comparar el método PCI y VIZIR para evaluar superficialmente pavimentos flexibles. La metodología consistió en realizar levantamiento topográfico, recopilación de datos, conteo vehicular, clasificación de fallas y procesamiento de datos. Los resultados mostraron que el PCI tuvo un promedio de 69.45 y VIZIR 1.2 cuyo índice de severidad para ambos fue bueno, asimismo se identificaron fallas en un 30.41% de piel de cocodrilo, 23.51% fisuras longitudinales - transversales y 25.71% parcheo. Concluyendo que la falla predominando fue la de piel de cocodrilo y ambos métodos son fáciles y aplicables.

Y finalmente Gil y Paucar (2021) en su estudio “Evaluación mediante el método PCI para determinar el estado superficial del pavimento flexible de la carretera Jaén–Chamaya, Jaén, Cajamarca-2020”. Su fin evaluar un pavimento flexible mediante el método PCI de la vía carretera Jaén – Chamaya. La metodología consistió en realizar el levantamiento topográfico de la vía, seguido del uso de fichas usando la inspección visual para determinar el tipo de falla, severidad y finalmente interpretar resultados. Entre los resultados se tuvo un valor de PCI de 70.06, lo cual representa una condición de muy bueno, asimismo se encontraron 10 tipos de daños y entre los daños con mayor porcentaje se encontró fisuras y parcheo con un 18.26 %. Concluyó realizar un mantenimiento rutinario con la finalidad de poder seguir garantizando el normal tránsito de los vehículos.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación geográfica

El estudio se realizó en una sección de la carretera que conecta Jaén con San Ignacio, abarcando desde el km 60+000 hasta el km 70+000, atravesando el Centro Poblado de Puerto Tamborapa y llegando hasta Centro Poblado Perico. Este tramo forma parte del distrito de Chirinos, Provincia de San Ignacio, del Departamento de Cajamarca.

Figura 1

Ubicación geográfica del tramo de estudio

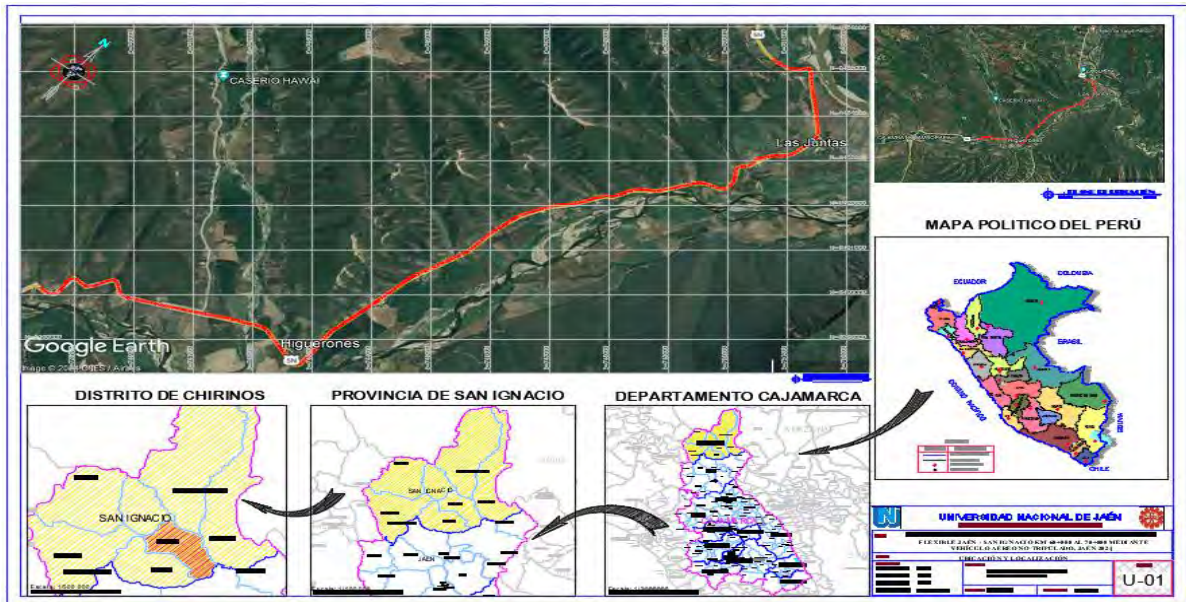
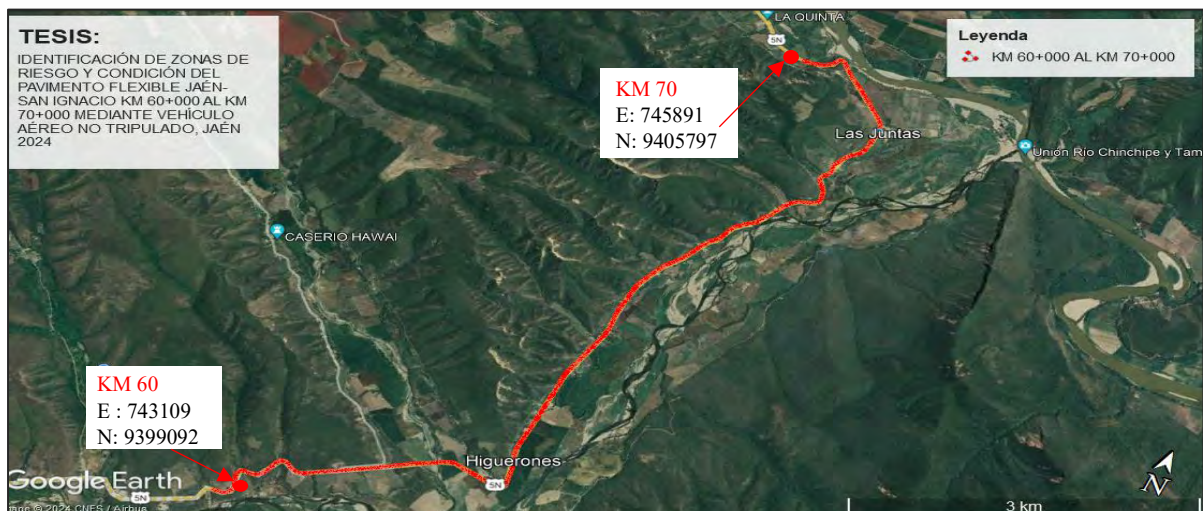


Figura 2

Vista en planta del tramo CP. Puerto Tamborapa–CP. Perico KM 60+000 y KM 70+0000



2.2. Población

Es un conjunto de individuos u objetos de interés o medidas obtenidas a partir de todos los individuos u objetos de interés (Pastor, 2019). La población de esta investigación estuvo conformada por la carretera Jaén - San Ignacio del Km 00+000 al KM 100+000.

2.3. Muestra

La muestra es el subconjunto de las unidades de una población (Pastor, 2019). Por lo cual, la muestra fue una parte de la vía Jaén - San Ignacio, del KM 60+000 al KM 70+000 ubicado específicamente entre el CP. Puerto Tamborapa – CP. Perico.

2.3.1. Cuantificación de la muestra

Se establece como requisito que el área de cada Unidad de Muestreo (UM) debe encontrarse dentro del rango de 230.0 ± 93.0 metros cuadrados (ASTM D6433, 2004). La relación del ancho de calzada y longitud de unidad de muestreo se presenta la Tabla 1.

Tabla 1

Relación de Ancho de Calzada y Longitud de Unidad de Muestreo

Ancho de Calzada(m)	Longitud de la Unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (Máximo)	31.5

Nota. La tabla muestra la adaptación de datos de la guía del cálculo de PCI.

Dado que el ancho promedio del tramo estudiado es de 6.5 m, de acuerdo con la Tabla 1, se estableció que la longitud de la unidad de muestra es de 35.4 m, lo que resulta en un área de muestra de 230.10 m^2 por unidad. Así mismo, la longitud de la vía en estudio es de 10000 m con un ancho de calzada de 6.5 m, por lo cual, se obtiene un área total de $65\,000 \text{ m}^2$. En este estudio la ecuación para determinar las unidades de muestreo se expresa de la siguiente manera:

$$N = \frac{10000}{35.4}$$

$$N = 283 \text{ unidades de muestreo (UM)}$$

Es decir, en el tramo de la vía de 10000 m, se determinó 283 (UM), 281 de 35.4 m de longitud, una (UM) de 34.3 m y una (UM) de 18.3 m.

Con un nivel de confianza del 95 % en el Intervalo de Confianza para la Proporción (ICP), se empleó la siguiente ecuación para determinar el número mínimo de muestras a evaluar en el tramo de 10 000 m.

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

Donde:

N : Numero total de unidades de muestreo disponible.

n : Número mínimo de unidades a evaluar.

e : Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ($e = 5\%$).

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

$$n = \frac{283 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (283 - 1) + 10^2}$$

$$n = \frac{283 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (283 - 1) + 10^2}$$

$$n = 15.19 \approx 15$$

Se determinó que el intervalo de muestreo (i) corresponde a:

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

Donde:

$$i = \frac{283}{15}$$

$$i = 18.86 \approx 19$$

Es decir, se realizó la evaluación de 1 unidad de muestra representativa por cada 19 unidades de muestreo (UM).

Se inspeccionaron un total de 30 unidades de muestreo, que incluyeron 15 unidades representativas (UM1, UM20, UM39, UM58, UM77, UM96, UM115, UM134, UM153, UM172, UM191, UM210, UM229, UM248 y UM267) y 15 unidades adicionales seleccionadas para cubrir una variedad de condiciones del pavimento (UM4, UM15, UM25, UM34, UM46, UM62, UM70, UM88, UM106, UM162, UM167, UM188, UM204, UM238 y UM281).

Tabla 2

Unidades muestrales

UNIDADES DE MUESTRA														
UM1	UM2	UM3	UM4	UM5	UM6	UM7	UM8	UM9	UM10	UM11	UM12	UM13	UM14	UM15
UM16	MU17	MU18	MU19	MU20	MU21	MU22	MU23	MU24	MU25	MU26	MU27	MU28	MU29	MU30
UM31	MU32	MU33	MU34	MU35	MU36	MU37	MU38	MU39	MU40	MU41	MU42	MU43	MU44	MU45
UM46	UM47	UM48	UM49	UM50	UM51	UM52	UM53	UM54	UM55	UM56	UM57	UM58	UM59	UM60
UM61	UM62	UM63	UM64	UM65	UM66	UM67	UM68	UM69	UM70	UM71	UM72	UM73	UM74	UM75
UM76	UM77	UM78	UM79	UM80	UM81	UM82	UM83	UM84	UM85	UM86	UM87	UM88	UM89	UM90
UM91	UM92	UM93	UM94	UM95	UM96	UM97	UM98	UM99	UM100	UM101	UM102	UM103	UM104	UM105
UM106	UM107	UM108	UM109	UM110	UM111	UM112	UM113	UM114	UM115	UM116	UM117	UM118	UM119	UM120
UM121	UM122	UM123	UM124	UM125	UM126	UM127	UM128	UM129	UM130	UM131	UM132	UM133	UM134	UM135
UM136	UM137	UM138	UM139	UM140	UM141	UM142	UM143	UM144	UM145	UM146	UM147	UM148	UM149	UM150
UM151	UM152	UM153	UM154	UM155	UM156	UM157	UM158	UM159	UM160	UM161	UM162	UM163	UM164	UM165
UM166	UM167	UM168	UM169	UM170	UM171	UM172	UM173	UM174	UM175	UM176	UM177	UM178	UM179	UM180
UM181	UM182	UM183	UM184	UM185	UM186	UM187	UM188	UM189	UM190	UM191	UM192	UM193	UM194	UM195
UM196	UM197	UM198	UM199	UM200	UM201	UM202	UM203	UM204	UM205	UM206	UM207	UM208	UM209	UM210
UM211	UM212	UM213	UM214	UM215	UM216	UM217	UM218	UM219	UM220	UM221	UM222	UM223	UM224	UM225
UM226	UM227	UM228	UM229	UM230	UM231	UM232	UM233	UM234	UM235	UM236	UM237	UM238	UM239	UM240
UM241	UM242	UM243	UM244	UM245	UM246	UM247	UM248	UM249	UM250	UM251	UM252	UM253	UM254	UM255
UM256	UM257	UM258	UM259	UM260	UM261	UM262	UM263	UM264	UM265	UM266	UM267	UM268	UM269	UM270
UM271	UM272	UM273	UM274	UM275	UM276	UM277	UM278	UM279	UM280	UM281	UM282	UM283		
	Unidad de muestra representativa													
	Unidad de muestra no representativa													

La tabla 2 muestra un total de 283 unidades de muestra. De estas, 15 están marcadas en azul como muestras representativas, mientras que otras 15 están marcadas en amarillo como muestras no representativas.

2.4. Muestreo

En este estudio, se utilizó un muestreo probabilístico, ya que la primera muestra se selecciona de manera aleatoria y las siguientes se eligen según un intervalo predeterminado. Además, se definieron las unidades muestrales de acuerdo con lo establecido en la metodología PCI, tal como lo indica la norma ASTM D6433.

2.5. Métodos

2.5.1. Método

El razonamiento inductivo que comienza con la observación de casos específicos, el cual tiene por objeto establecer principalmente generalizaciones, tratando de ver si estas generalizaciones se aplican a casos específicos (Urzola, 2020). Es por ello que este estudio fue inductivo, ya que comenzamos con puntos específicos, como la toma de datos en campo mediante dron, seguido del procesamiento e interpretaciones, para finalmente establecer las conclusiones del estudio.

Este estudio fue deductivo porque, basado en la bibliografía revisada, especialmente en los antecedentes relacionados con el tema y la observación del estado actual del tramo seleccionado, se concluyó que era necesario llevar a cabo esta investigación para abordar la problemática existente.

2.5.2. Tipos de investigación

Una investigación aplicada se centra en resolver problemas específicos mediante la aplicación práctica de conocimientos especializados para satisfacer necesidades concretas. (Vargas, 2009). Según su finalidad, esta investigación fue aplicada, ya que se centró en utilizar nuevas metodologías y tecnologías especializadas para resolver problemas relacionados con la identificación de zonas de riesgo y evaluación superficial del pavimento flexible.

En el enfoque cuantitativo, se recolectan datos numéricos y se realiza análisis estadístico para probar hipótesis y establecer patrones, mientras que en la investigación cualitativo usa la recolección de datos para afinar preguntas de investigación, basándose en las perspectivas y puntos de vista de los participantes (Polanía et al., 2020). Vistos los conceptos, se determinó que nuestro estudio fue de carácter mixto, ya que mediante la aplicación de metodologías se recolectaron datos numéricos y cualitativos que, en conjunto, sirvieron para cuantificar y caracterizar la evaluación de pavimentos y las zonas de riesgo.

El diseño no experimental recoge información sobre el objeto de estudio sin administrar o controlar un tratamiento, involucrando una variable y una población. (Polanía et al., 2020). Se consideró de diseño no experimental porque se centró en la observación y el análisis de las condiciones del pavimento sin manipular ninguna variable de estudio.

2.6. Técnicas

a. Observación

Empleando esta técnica, se realizó el vuelo utilizando el dron Phantom 4 RTK sobre las zonas de estudio para capturar imágenes del estado del pavimento. Estos vuelos se realizaron a una altura de 30 m para obtener una vista completa y detallada de la superficie del pavimento y las posibles zonas de riesgo. La observación también incluyó inspecciones in situ para validar los datos obtenidos mediante la fotogrametría.

b. Revisión documental.

Se realizó una exhaustiva revisión documental que incluyó la recopilación y análisis de informes históricos sobre el estado del pavimento, documentos técnicos relacionados con el mantenimiento de carreteras, y estudios previos en el área de pavimentos flexibles. Esta revisión ayudó a establecer un contexto teórico y técnico para la investigación y permitió identificar patrones y problemas recurrentes en el mantenimiento de pavimentos.

c. Procesamiento con Software de Fotogrametría

Las imágenes capturadas por el dron Phantom 4RTK fueron procesadas con el software Argisoft Metashape. Se emplearon técnicas avanzadas para crear modelos tridimensionales del pavimento. Para identificar las zonas de riesgo se integró los datos procesados mediante el software ArcGIS, permitiendo correlacionar diferentes parámetros.

2.7. Procedimiento de recolección de datos

2.7.1. Materiales y equipos

Con el objetivo de llevar a cabo la recolección de datos utilizando las metodologías VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado) y metodología Tradicional PCI, fue necesario contar con diversos equipos y materiales.

Tabla 3

Equipos y materiales

MÉTODO VANT	MÉTODO PCI
- Dron Phantom 4 RTK	- Wincha, Flexómetro.
- Control remoto y estación base D-RTK 2	- Escuadra.
- Baterías de repuesto y cargadores	- Yeso.
- Tarjetas de memoria	- Equipos de protección personal.
	- Reglas metálicas
	- Hoja de inspección, Libreta de campo.
	- Estación total Marca Leica TS09
	- Laptop CPU Intel Core i7

Nota. Esta tabla proporciona una visión organizada de los equipos y materiales necesarios para la implementación efectiva de las metodologías VANT y PCI.

2.7.2. Recolección de datos mediante la metodología VANT

2.7.2.1. Obtención de los equipos y materiales

Los equipos utilizados fueron obtenidos de la Universidad Nacional de Jaén a través de un préstamo formal. Todos los equipos estaban debidamente calibrados y certificados lo que aseguró la precisión y fiabilidad de las mediciones realizadas (ver Anexo 10).

Tabla 4

Características del Dron Phantom 4 RTK

Descripción	Características
Cámara	Sensor CMOS de 1" y resolución de 20 MP
Altura máx de servicio	6000 m
Tiempo de vuelo	30 minutos aprox.
Peso de despegue	1391 g
Rango de precisión del vuelo	RTK activado: Vertical ± 0.1 m, Horizontal: ± 0.1 m
Estación Móvil	D-RTK 2

2.7.2.2. Descripción del procedimiento

Esta etapa consistió en realizar el levantamiento fotogramétrico de un tramo de 10 km de la carretera Jaén – San Ignacio, específicamente desde el Km 60+000 hasta el Km 70+000. Este tramo está ubicado entre el Centro Poblado (CP) Puerto Tamborapa y el CP Perico. Se dispuso de un total de 283 unidades de muestra, cada una con un área promedio de 230.10 m². Para el análisis, se seleccionaron 30 unidades de muestra siguiendo la metodología establecida por la norma ASTM D 6433.

a. Planificación del vuelo

Se realizó una inspección preliminar de la vía en evaluación para identificar los puntos clave y trazar la ruta necesaria para la captura de datos en la misión de vuelo. La planificación detallada se llevó a cabo en gabinete utilizando el monitor del control remoto y la aplicación DJI GO 4.

Figura 3

Aplicación DJI GO 4



Luego se estableció el método de planificación, que consistió en una misión de vuelo lineal.

Figura 4

Métodos de planificación mediante la aplicación DJI MG 4



Nota. La figura muestra los diversos métodos de planificación disponibles en la aplicación DJI GO 4, accesible desde el monitor del control remoto del Dron Phantom 4 RTK.

Posteriormente, para todas las unidades de muestra se configuró los parámetros de vuelo.

Figura 5

Configuración de parámetros de vuelo para la UMI



En el cual se estableció:

- Longitud de banda: 30 x 100 m
- Altitud de vuelo: 30 m.
- Velocidad de vuelo (m/s): 3.8 m/s
- Método de disparo: Disparo con temporizador
- Finalizar: Regreso al punto

b. Verificación del plan de Vuelo en campo

El levantamiento fotogramétrico comenzó con la sincronización del dron Phantom 4 RTK y la Estación Móvil D-RTK 2 con el aplicativo DJI GO 4.

Se siguió una lista de verificación:

- Se aseguró que la batería del dron estuviera cargada.
- Se verificó que las hélices del dron estuvieran colocadas correctamente.

- Se revisó el entorno para confirmar que estuviera despejado de obstáculos, como líneas de tensión, árboles, taludes o edificios.
- Se comprobó la conexión a internet para cargar el plan de vuelo.
- Se verificó la conexión adecuada entre el control remoto del dron y el celular.

De acuerdo con la Norma Técnica Complementaria emitida por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), se consideró una separación vertical del dron de más de 20 metros y horizontal de más de 30 metros en relación con cualquier obstáculo.

Figura 6

Instalación de la Estación Móvil D-RTK 2 y sincronización de equipos



Figura 7

Verificación del plan de vuelo en el monitor del control remoto

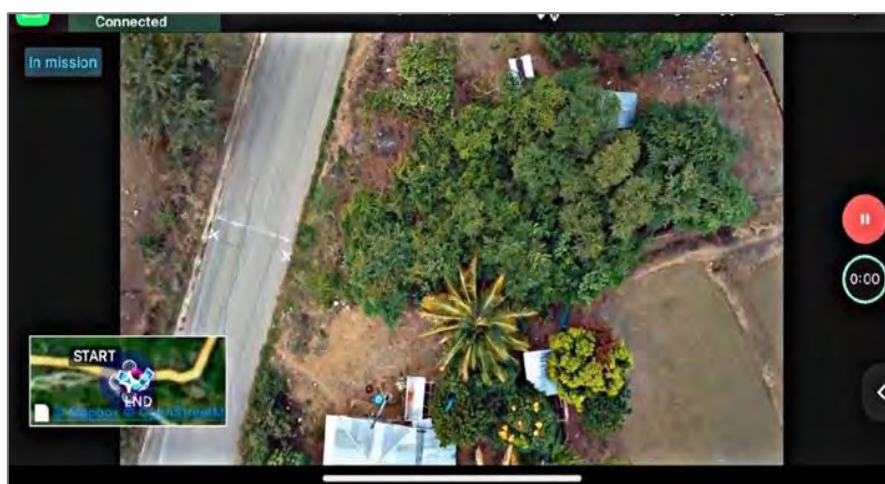


c. Ejecución del vuelo y captura de imágenes georreferencias

Se realizó la misión de vuelo de acuerdo con los planes establecidos, asegurando el seguimiento de la ruta y la recolección sistemática de datos en tiempo real.

Figura 8

Vista del transcurso de vuelo del Dron Phantom 4 RTK



Completado el vuelo, se transfirió los datos almacenados en la memoria del dron a una carpeta de proyecto. En esta carpeta se incluyó toda la información detallada del plan de vuelo.

d. Post-Procesamiento de datos obtenidas del vuelo

Para el procesamiento de datos se utilizó el software Agisoft Metashape Versión 2.0.4, el cual involucró inicialmente abrir el programa y luego importar las imágenes, configurando así una secuencia operativa.

Tabla 5

Detalles del vuelo fotogramétrico

Vuelo	Orientación	Altura (m)	Resolución (cm/px)	Líneas de vuelo	Número de fotos	Longitud de vuelo (m)	Tamaño imagen (px)	Propiedades de imagen
1	Longitudinal	30	72 ppp	3	2678	10000	5472x3648	Cámara: FC6310R Punto F: f/5 Exposición: 1/240s Velocidad ISO: ISO-100 Distancia focal: 9mm Apertura máxima: 2.97

Se seleccionó la carpeta que contenía las imágenes a cargar en el software, el cual procedió a orientarlas de manera automática.

Figura 9

Imágenes añadidas al software Agisoft Metashape, del tramo 60+000 al 70+000

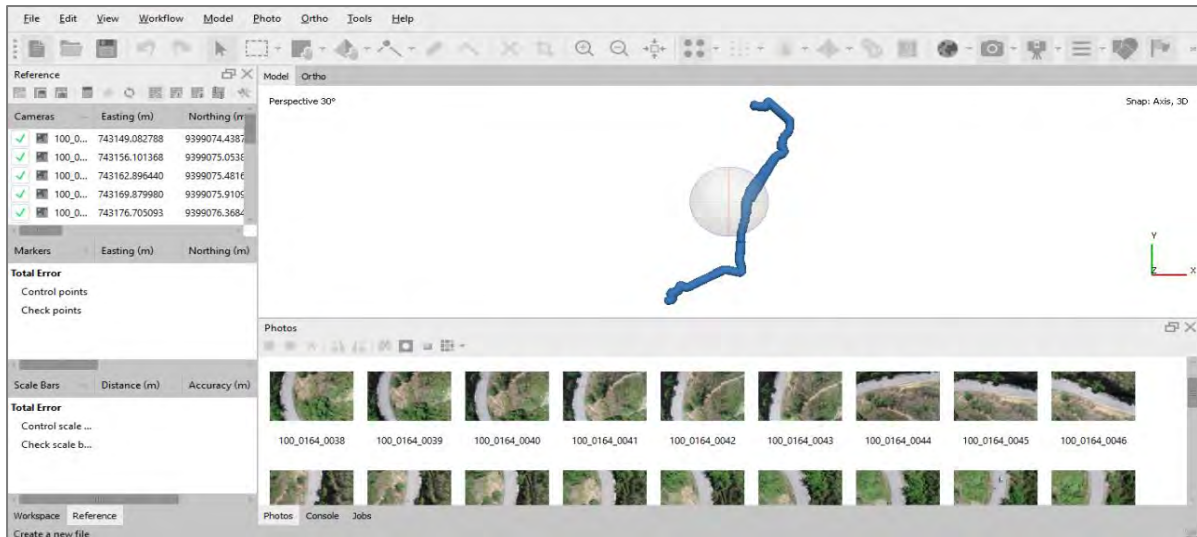
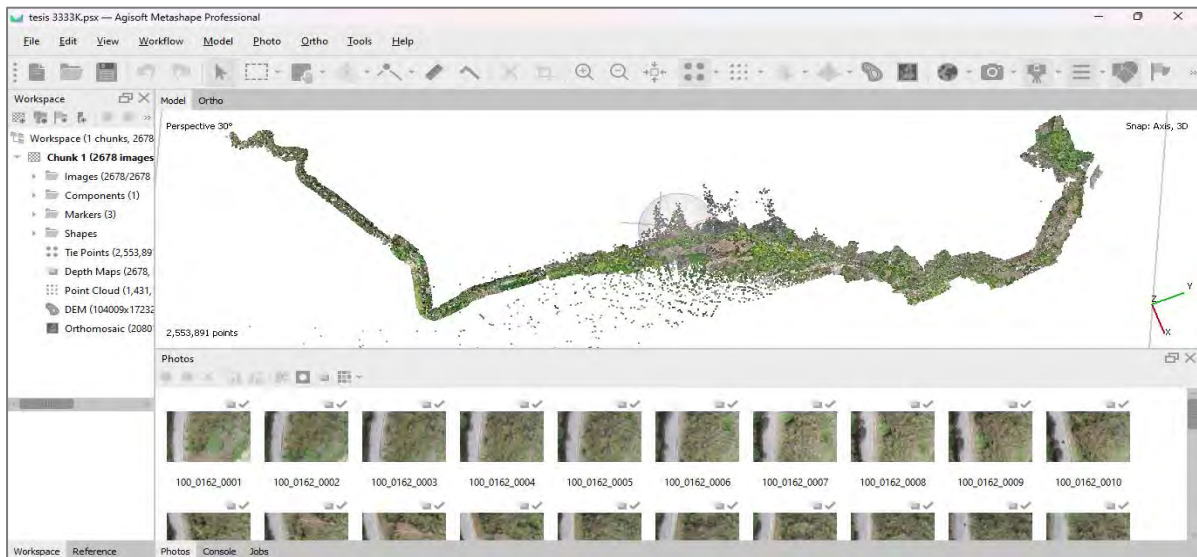


Figura 10

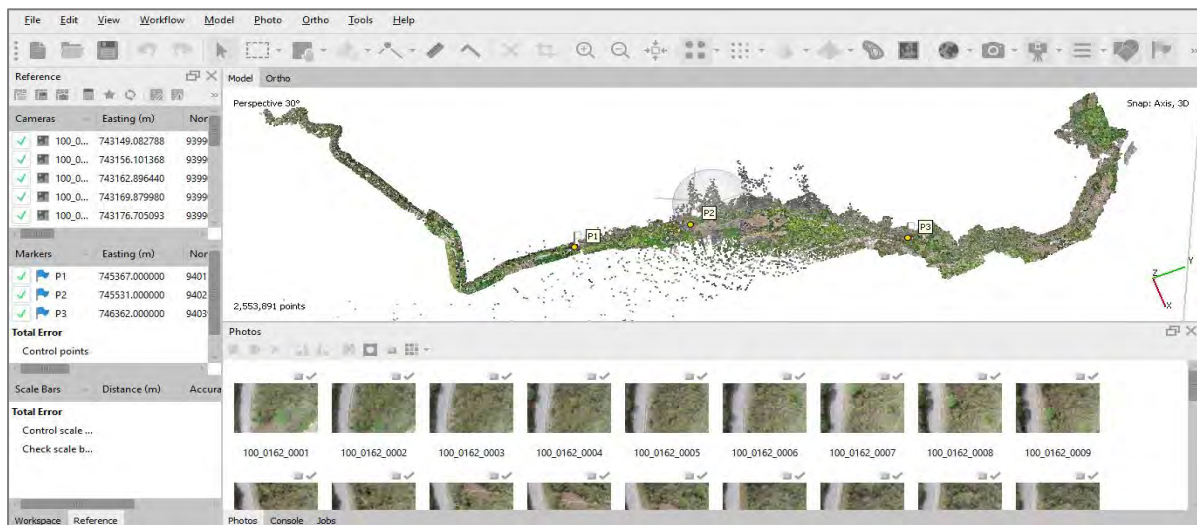
Automatización de la creación de puntos y alineación automática de imágenes, del tramo 60+000 al 70+000



Luego, se realizó el posicionamiento de puntos de control fotográficos para garantizar la precisa superposición de imágenes y disminuir los errores en el proceso de georreferenciación.

Figura 11

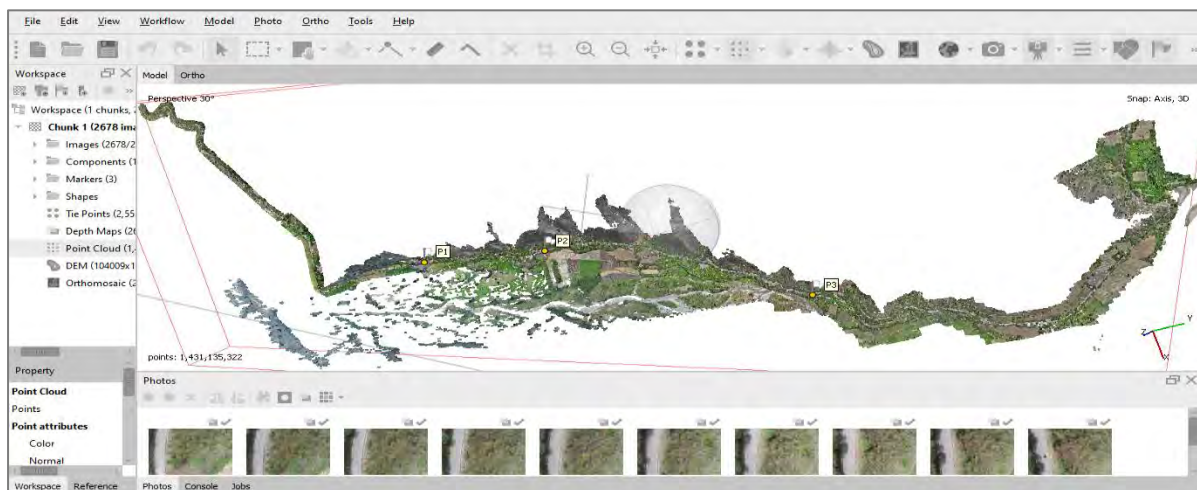
Ubicación de puntos de control fotográfica, del tramo 60+000 al 70+000



Después, se procedió a generar una nube de puntos densa, la cual contribuyó a mejorar la calidad de las imágenes en tres dimensiones.

Figura 12

Generación de la nube de puntos densa, del tramo 60+000 al 70+000



Para continuar, se llevó a cabo la generación de una malla digital y un modelo tridimensional, que optimizó la textura de las imágenes y así obtener un resultado más avanzado y detallado.

Figura 13

Creación de malla digital, del tramo 60+000 al 70+000

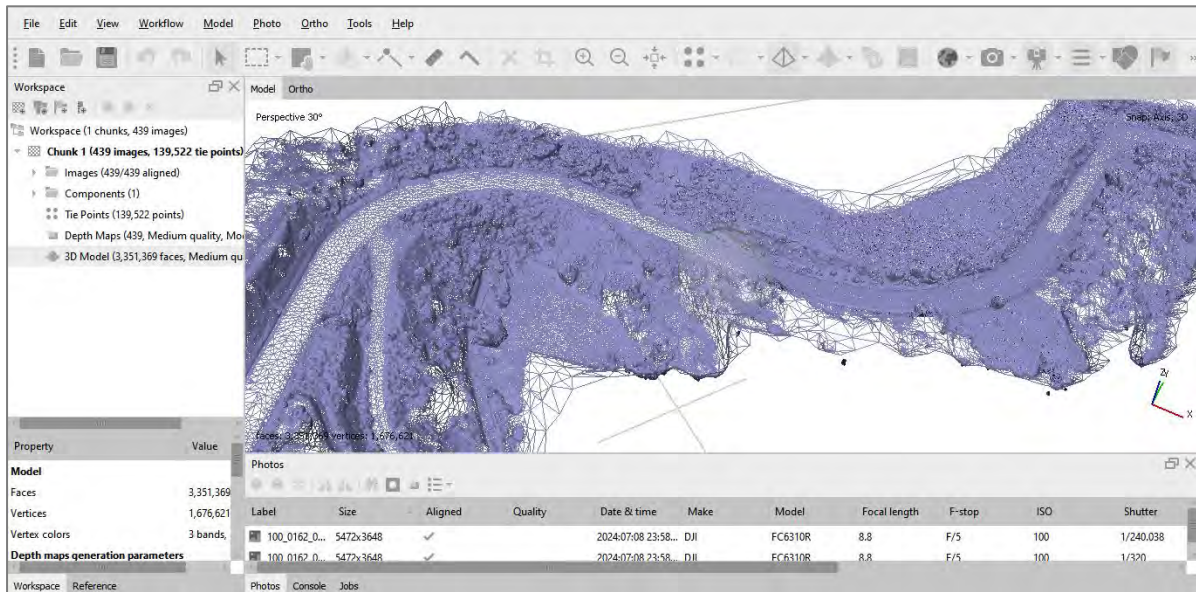
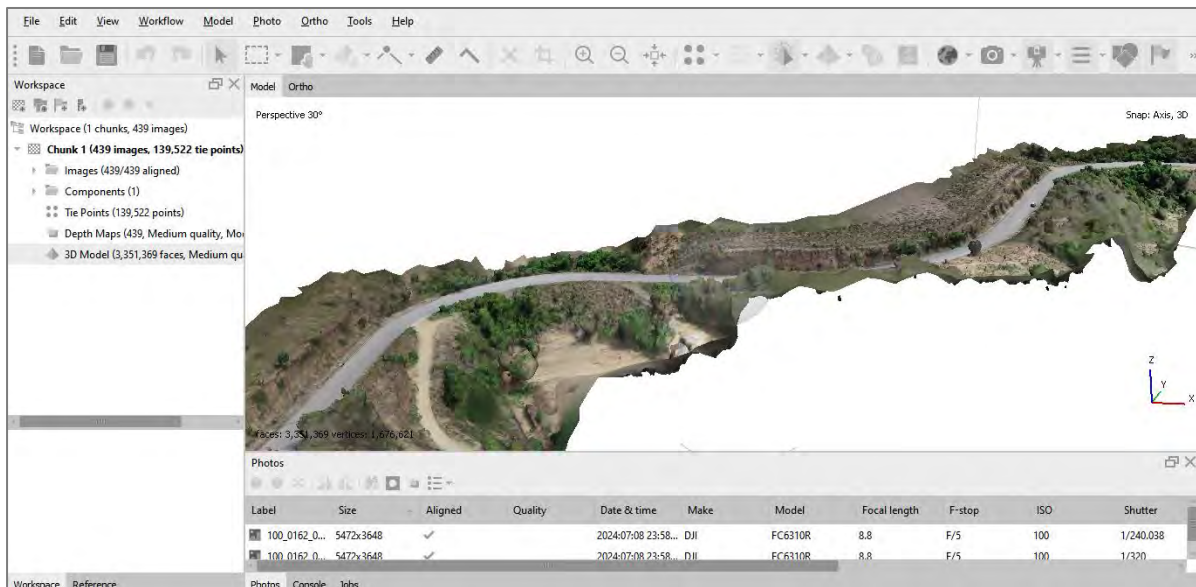


Figura 14

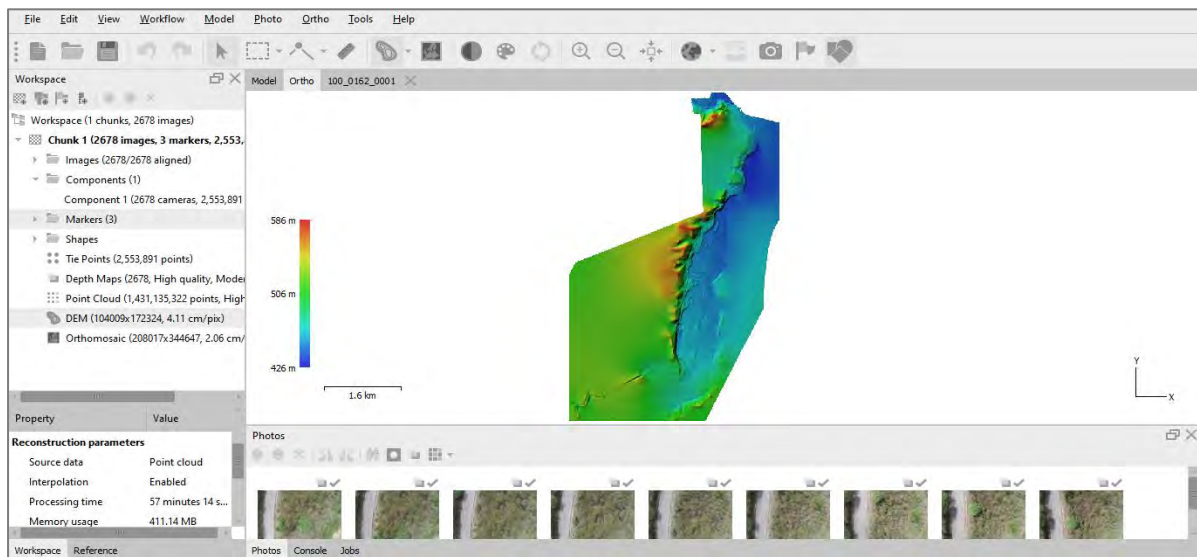
Creación de modelo 3D, del tramo 60+000 al 70+000



Luego se creó del Modelo Digital de Elevación (DEM).

Figura 15

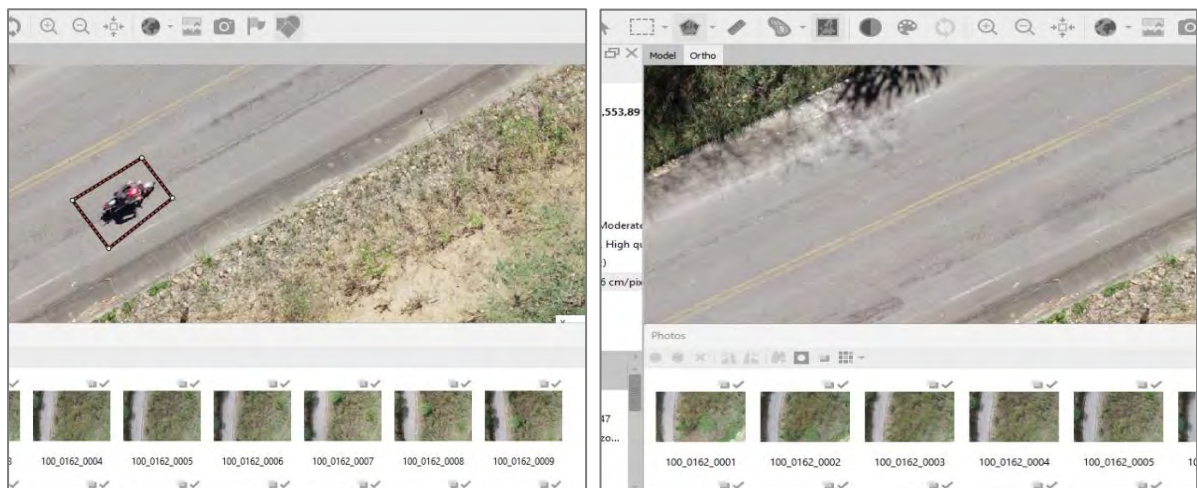
Creación del Modelo Digital de Elevaciones (DEM), del tramo 60+000 al 70+000



Posteriormente se realizó la eliminación de obstáculos como personas y vehículos para garantizar una vista clara, permitiendo una evaluación más precisa de las fallas existentes en el pavimento flexible del tramo Jaén - San Ignacio desde el KM 60+000 hasta el KM 70+000.

Figura 16

Limpieza de obstáculos, Km 66+200



Nota. En la imagen se puede observar la eliminación de los vehículos que obstaculizan la evaluación precisa de las fallas existentes.

El proceso en el software Agisoft Metashape 2.0.4. concluyó con la creación del ortomosaico.

Figura 17

Creación de Ortomosaico, del tramo 60+000 al 70+000



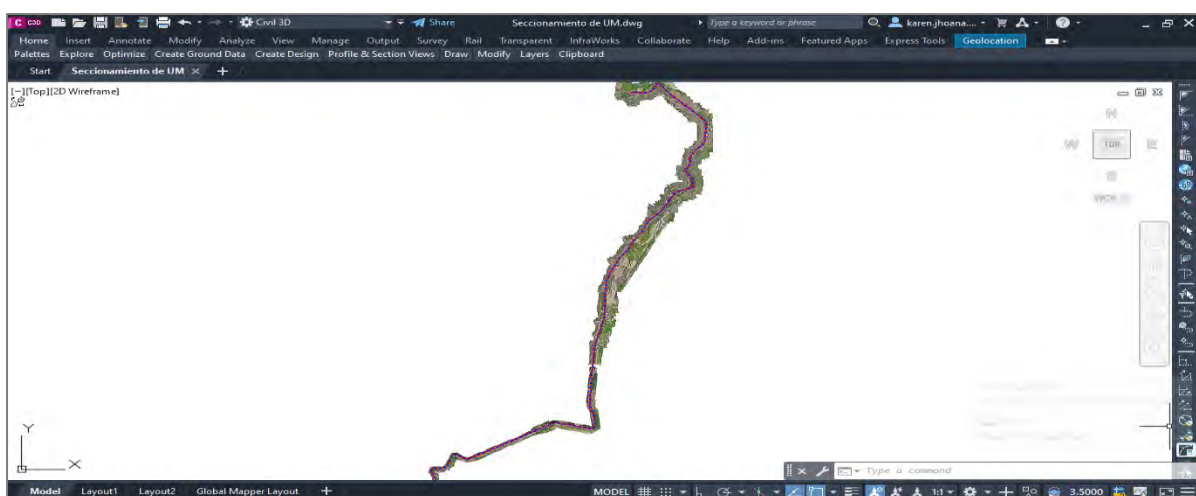
Nota. En la imagen se puede observar el orto mosaico obtenido del levantamiento.

e. Identificación y metrado en el software AutoCAD Civil 3D

Se procedió a importar el ortomosaico en el software AutoCAD Civil 3D.

Figura 18

Medición de las fallas identificadas en el software Civil 3D, del tramo 60+000 al 70+000



Nota. En la figura se muestra el ortomosaico, y el seccionamiento de las 283 UM comprendidas entre el km 60+000 y el km 70+000 de la carretera Jaén – San Ignacio.

Con el fin de mejorar la identificación y evaluación de la gravedad de las fallas en el pavimento flexible, se diseñó una leyenda que clasificaba cada tipo de falla utilizando una simbología específica.

Figura 19

Leyenda de los tipos de fallas en pavimentos flexibles y nivel de severidad

TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA	TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	SIMBOLOGÍA
1. Piel de cocodrilo (m ²)		11. Parcheo (m ²)		L Low (baja)	
2. Exudación de asfalto (m ²)		12. Agregados pulidos (m ²)		M Medium (media)	
3. Fisuras en bloque (m ²)		13. Huecos (Baches) (und)		H High (alta)	
4. Abultamiento y Hundimientos (m)		14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugaciones (m ²)		15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresiones (m ²)		16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisuras de borde (m)		17. Grieta parabólica (m)			
8. Grietas de reflexiones (m)		18. Hinchamiento (m)			
9. Desnivel carril/berma (m)		19. Desprendimiento de agregados (m)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)					

Nota. La figura presenta los tipos de fallas en el pavimento flexible y su simbología, un sistema de colores para indicar el nivel de severidad: rojo para alta, amarillo para media, y verde a leve.

Luego, se llevó a cabo el seccionamiento de las 283 unidades de muestreo en áreas de 230.10 m² cada uno. Para el análisis, se seleccionaron 30 unidades de muestra siguiendo la metodología establecida por la norma ASTM D6433.

Figura 20

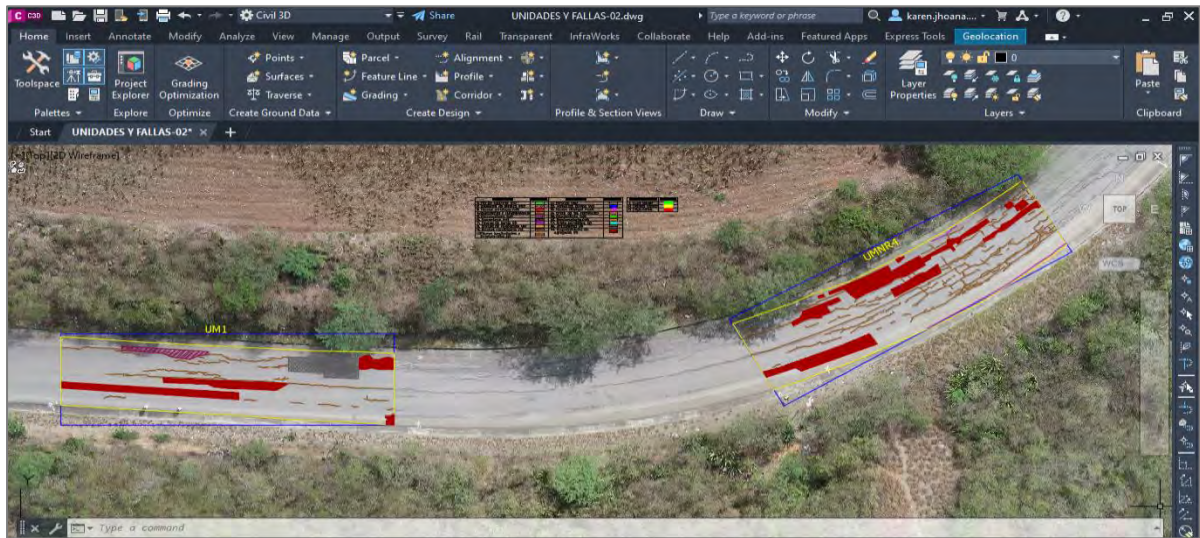
Ortofotografía de la unidad de muestra UMI, Km 60+000 al km 60+035.4



Este procesamiento permitió identificar los tipos de fallas en el pavimento y realizar el metrado de cada una de ellas, de manera que estos datos fueron incluidos en las fichas de recolección de datos utilizando la metodología VANT.

Figura 21

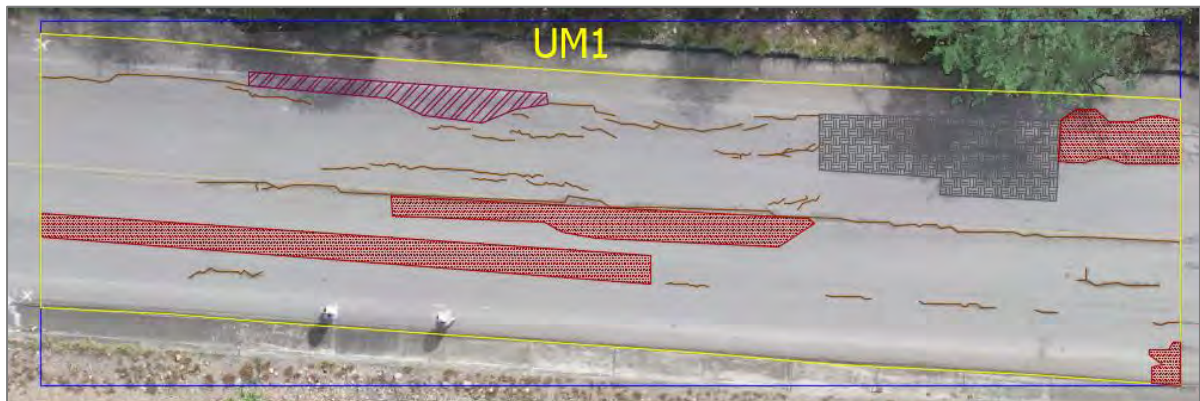
Detección de fallas identificadas en unidades de muestra, Km 60+000 al km 60+110



Nota. En la figura se observa los tipos de fallas identificadas en la UM1 y la UM4.

Figura 22

Plano de fallas identificadas en la UM1, Km 60+000 al km 60+035.4



Posteriormente, se aplicó el mismo procedimiento en la detección de fallas de las unidades de muestra restantes.

2.7.3. Recolección de datos mediante la metodología tradicional PCI

En esta etapa, se realizó una inspección visual del pavimento flexible para identificar y registrar de manera ordenada los deterioros y fallas presentes. Se delimitó un total de 30

unidades de muestra a lo largo de los 10 km de pavimento flexible, siguiendo la metodología establecida por la norma ASTM D 6433.

a. Ubicación de Puntos Referenciales con Estación Total

Se estableció una red de puntos referenciales para facilitar la ubicación precisa de las unidades de muestra, utilizando del equipo Estación Total marca LEICA, modelo TS 09 PLUS.

Figura 23

Ubicación de puntos de referencia, Km 70+000



b. Auscultación visual del pavimento flexible

Para ilustrar el procedimiento, se seleccionó la unidad de muestra UM1. Primero, se establecieron sus límites de 35.4 metros lineales utilizando flexómetro y los puntos de referencia establecidos. Luego, se delimitó con yeso el tramo a evaluar.

Figura 24

Delimitación de la unidad de muestra UM1, Km 60+000



Se procedió meticulosamente a detectar y registrar todas las fallas superficiales presentes en dicha área de muestreo. Este proceso fue fundamental para garantizar que todas las imperfecciones sean identificadas y documentadas de manera precisa en la hoja de inspección.

Figura 25

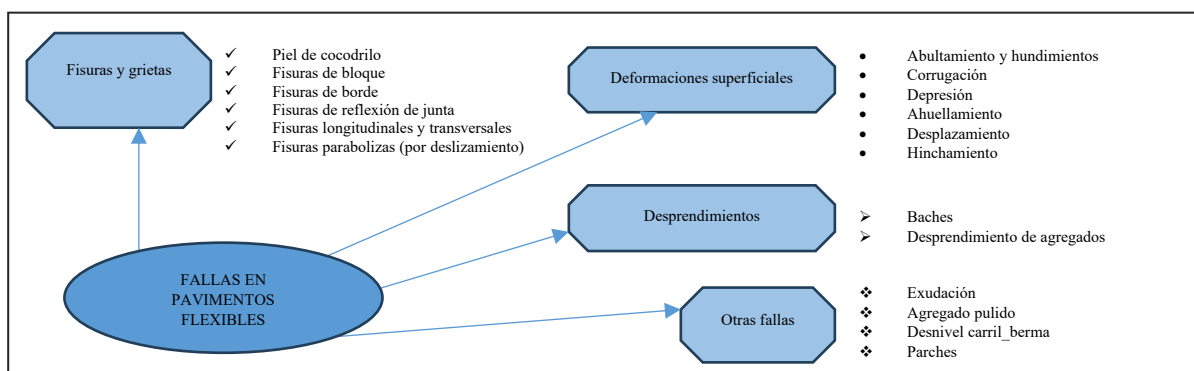
Medición de falla superficial en la UMI, Km 60+000



Para registrar los datos en la hoja de inspección, se aplicó la Normativa ASTM D 6433, la cual detalla 19 categorías de daños en vías con superficies asfálticas (ver Anexo 3).

Figura 26

Daños superficiales para superficie asfáltica.



Nota. La tabla ilustra los tipos de daños en superficies asfáltica según la normativa ASTM D 6433.

Se registraron todas las unidades de muestra, tanto representativas como no representativas, anotando el código que identifica el tipo de falla. Luego, se midieron sus

dimensiones con herramientas como cinta métrica, flexómetro y regla metálica para cuantificar el nivel de severidad de cada unidad de muestra. Posteriormente se determinó la Condición del pavimento mediante los datos recolectados en las hojas de inspección.

Figura 27

Registro de identificación de fallas superficiales, Km 63+364



2.7.4. *Recolección de datos de tiempo y precisión*

En esta etapa, se llevó a cabo la recolección de datos de tiempo tanto en el campo como en el gabinete para ambas metodologías (Ver Anexo 7).

2.7.4.1. **Tiempo**

Fase de campo. Se registró a cantidad de horas transcurridas desde el inicio hasta la finalización de la recolección de datos. Se anotó el tiempo dedicado a cada tarea en ambas metodologías, los cuales se tuvieron lo siguiente:

En la metodología PCI, se llevó a cabo la localización de puntos utilizando una estación total en el sitio, seguida de la medición y división de las unidades de muestreo, así como el registro de las fallas, todo realizado de manera presencial en el lugar.

Con el uso del VANT, se ejecutó el vuelo y se capturaron imágenes georreferenciadas, permitiendo así obtener información precisa del área de estudio.

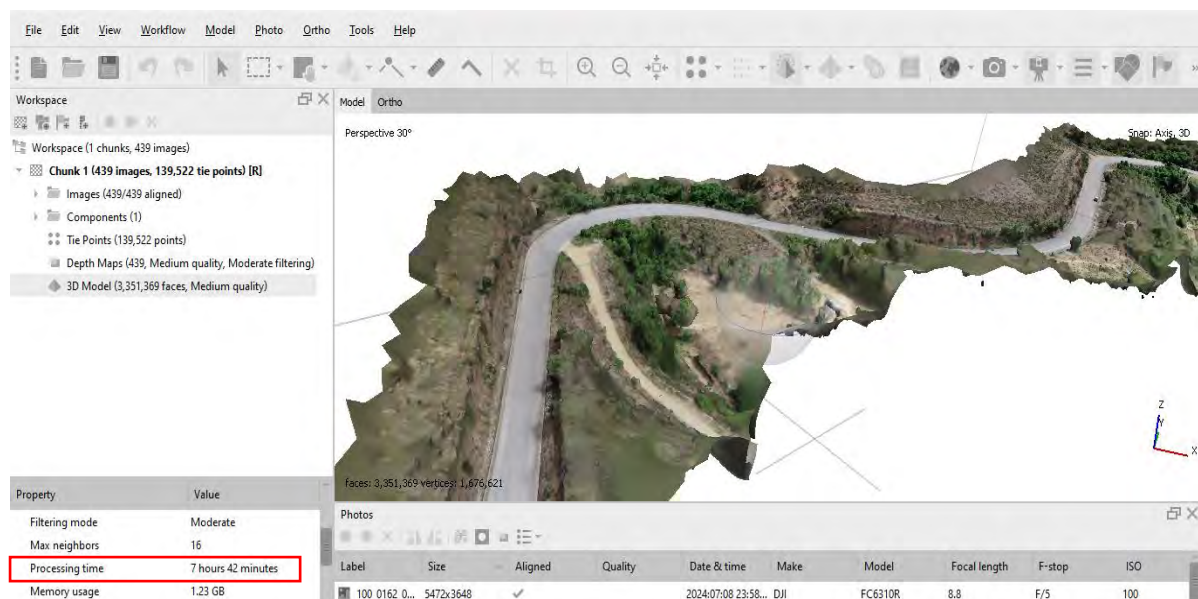
Fase de gabinete. Se registró el tiempo empleado desde el inicio hasta la finalización del procesamiento de los datos recolectados en campo.

En la metodología PCI, los datos fueron procesados utilizando hojas de cálculo en Excel para facilitar su análisis y organización

En el VANT, se llevó a cabo la planificación del vuelo, seguido del procesamiento de los datos en Agisoft Metashape. Posteriormente, se realizó la medición de las fallas en Civil 3D, y finalmente, se procesaron los resultados en formato Excel para su análisis (ver Anexo 7).

Figura 28

Fracción del tiempo usado en procesamiento de datos en gabinete



2.7.4.2. Precisión

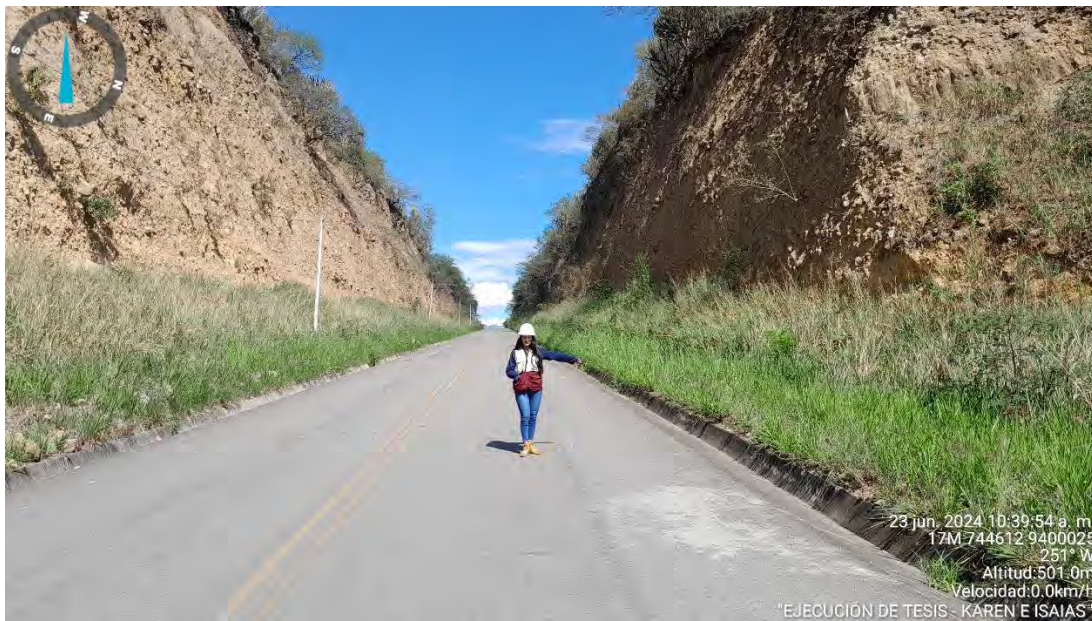
Se registraron todas las mediciones de las fallas presentes en el pavimento en un formato unificado (ver Anexo 7), utilizando la posición numérica de los tramos para identificar cada tipo de falla. Posteriormente, se calculó el total de fallas en cada categoría según el tipo de falla, comparando los datos mediante tablas y gráficos en el software Excel. Además, se evaluó la precisión de los datos obtenidos en ambas evaluaciones a través de la prueba de hipótesis, utilizando el software IBM SPSS Statistics 26.

2.7.5. *Recolección de datos para identificación de zonas de riesgo*

Se utilizó el método de indagación directa, mediante una visita de campo, haciendo un recorrido a lo largo del tramo Jaén - San Ignacio KM 60+000 – KM 70+000–, para constatar las características de la zona (taludes laterales a la vía).

Figura 29

Inspección de taludes en campo km 62+060



Además, para identificar los riesgos en los taludes del tramo en estudio, se empleó la siguiente metodología.

- **Identificación del área de interés**

El área de interés se ha definido a partir del procedimiento de recolección de datos realizado con un vehículo aéreo no tripulado, lo que permitió generar el ortomosaico.

- **Recopilación de la información vectorial**

Se obtuvo la información de vectorial correspondientes al área de estudio en formato Shapefile, de la plataforma del Instituto Geográfico Nacional (Ver Anexo 11).

Figura 3

Proyección de la data vectorial.

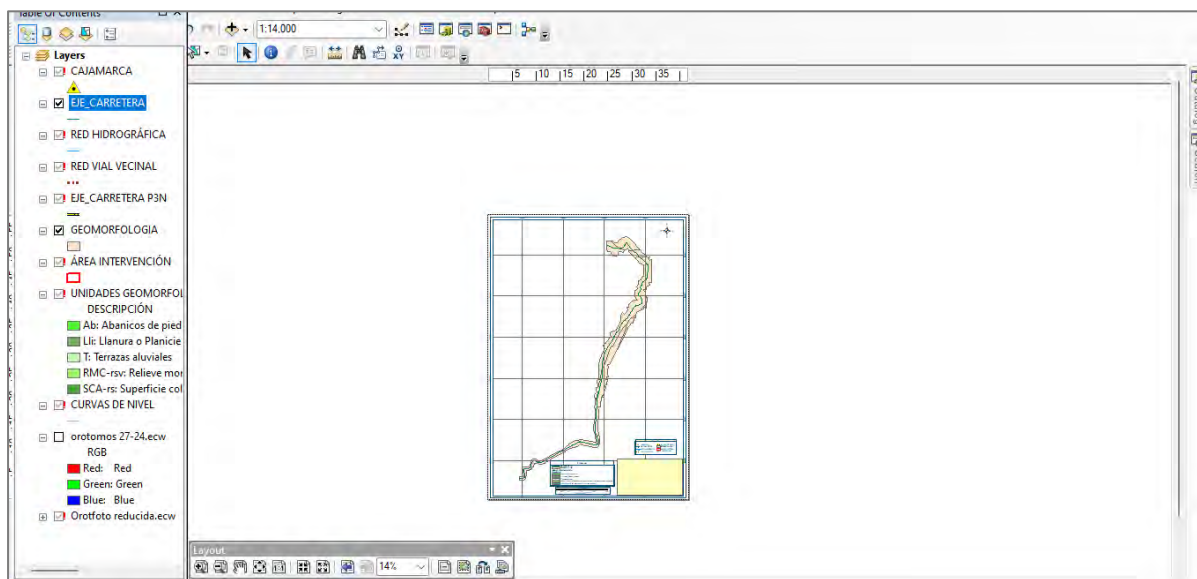
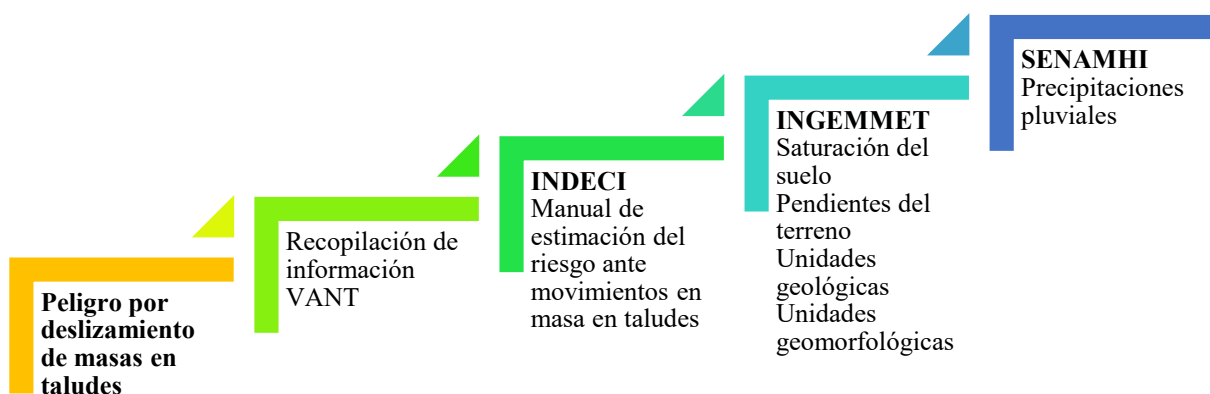


Figura 30

Flujograma del recojo de información sobre peligro de deslizamiento de masas en taludes

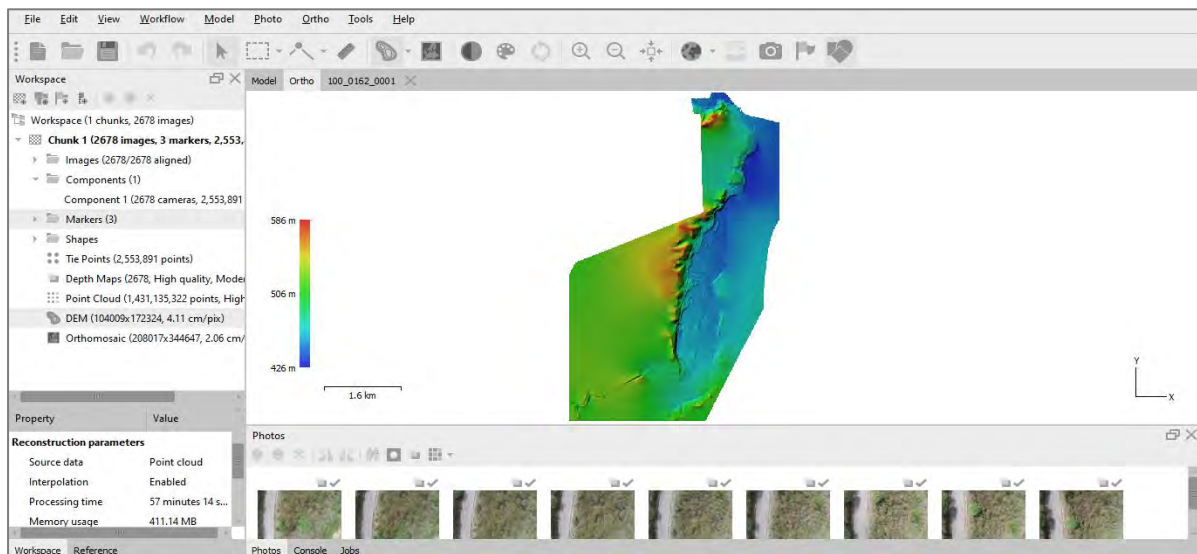


- **Recopilación de información Ráster**

En la determinación de los factores condicionantes, se analizó la pendiente, para lo cual se necesitó la información vectorial del modelo de elevaciones (DEM) obtenidas mediante el Vehículo Aéreo No Tripulado

Figura 3

Proyección de la data vectorial.



- **Determinación del nivel de peligrosidad**

Se construyó una base de datos en Excel de la información estadística. Posteriormente se identificaron y jerarquizaron los parámetros para evaluar la peligrosidad utilizando la metodología del proceso de análisis jerárquico, según el "Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales 02" proporcionado por el CENEPRED (Ver Anexo 8).

- **Análisis de vulnerabilidades**

Se realizó un análisis de los factores de susceptibilidad e identificación de los posibles daños que podrían ocurrir a causa de deslizamientos de masas en taludes (Ver Anexo 8).

- **Determinación de los valores de riesgo**

Se elaboró un cuadro de doble entrada con el fin de determinar el nivel de riesgo, para lo cual se utilizó la información sobre el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad (Ver Anexo 8).

2.8. Análisis de datos

2.8.1. Análisis de datos recolectados mediante la metodología VANT

Para realizar el análisis de datos mediante la metodología VANT (Vehículos Aéreos No Tripulados), se utilizó el metrado obtenido de la identificación de fallas en el ortomosaico generado por el software Civil 3D (ver Anexo 5).

- a. Utilizando la unidad de muestra UM1 como caso de estudio para el análisis de datos.
- b. Durante el análisis de datos, se realizó la suma del área o longitud total de cada tipo de falla para cada nivel de severidad identificado.

Tabla 6

Suma total de las áreas identificadas con fallas en la UM1

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	L	4.295	10.719	7.858	11.991	2.815	37.678		
10	M	2.566	2.502	2.954	31.697		39.719		
10	H	4.592	5.58	2.25			12.422		
11	M	15.156					15.156		
19	L	5.736	15.082	0.937			21.755		
19	M	5.08					5.08		
2	L	5.736					5.736		
Total, VD									

La tabla 6, presenta la sumatoria total de las áreas identificadas de la UM1 clasificadas según su nivel de severidad, teniendo que, las grietas longitudinales y transversales tiene la mayor área con 39.719 m² en nivel de severidad media.

- c. Luego se determinó la densidad en porcentaje, calculada al dividir el área, longitud o unidad total de cada tipo de falla y nivel de severidad entre el área total de la muestra.

De acuerdo con la fórmula de densidad:

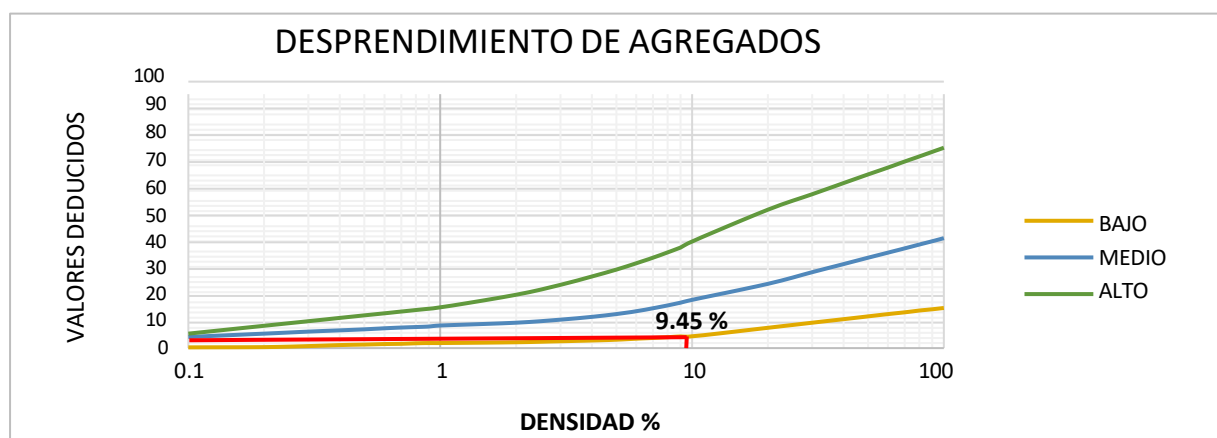
$$\text{Densidad (\%)} = \frac{\text{Área total de falla}}{\text{Área total de UM1}}$$

Tabla 7*Índice de densidad de fallas detectadas en la unidad de muestra UM1*

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	L	4.295	10.719	7.858	11.991	2.815	37.678	0.1637
10	M	2.566	2.502	2.954	31.697		39.719	0.1726
10	H	4.592	5.58	2.25			12.422	0.054
11	M	15.156					15.156	0.0659
19	L	5.736	15.082	0.937			21.755	0.0945
19	M	5.08					5.08	0.0221
2	L	5.736					5.736	0.0249
Total VD								

La tabla 7, muestra las densidades (%) de los tipos de fallas según su nivel de severidad identificadas de la UM1, teniendo como más presentativa a las Grietas longitudinales y transversales con una densidad de 0.1726, nivel medio.

Se procedió a realizar el cálculo del valor deducido (VD) empleando las curvas específicas de valores deducidos para pavimento flexible asociadas a cada tipo de falla y su respectivo nivel de severidad, las cuales están detalladas en los anexos. La falla de desprendimiento de agregados con severidad leve (19-L) muestra una densidad de 9.45 %, y se localizó en las curvas de valores estimados.

Figura 31*Determinación del Valor Deducido para la falla desprendimiento de agregados en la UM1*

Nota. La grafica muestra cómo los valores deducidos del PCI (Índice de Condición del Pavimento) varían según la densidad % y los niveles de severidad.

Se determinó un valor deducido de 4.00 utilizando la curva específica para el nivel leve de severidad en el caso del desprendimiento de agregados. Luego, se procedió a calcular los valores deducidos correspondientes para los demás tipos de fallas.

Tabla 8

Cálculo de los valores deducidos por cada tipo de falla de la UMI

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	L	4.295	10.719	7.858	11.991	2.815	37.678	0.1637	11
10	M	2.566	2.502	2.954	31.697		39.719	0.1726	24
10	H	4.592	5.58	2.25			12.422	0.054	25
11	M	15.156					15.156	0.0659	26
19	L	5.736	15.082	0.937			21.755	0.0945	4
19	M	5.08					5.08	0.0221	10
2	L	5.736					5.736	0.0249	1
Total, VD									101

La tabla 8, presenta los valores deducidos (VD) calculados para cada tipo de falla, en función de su nivel de severidad, teniendo como valores para las grietas longitudinales y transversales, 11 (severidad Leve), 24 (severidad Medio) y 25 (severidad Alto).

Si ninguno o solo un valor deducido individual es mayor que 2, se emplea el máximo de los valores deducidos en lugar del valor deducido para determinar el PCI (ASTM D6433, 2004).

Después de haber obtenido los valores deducidos, se determinó que la cantidad total de todos los valores que superaban 2 eran 6.

$$\text{Numero de valores deducidos} > 2 (q) = 6$$

Luego, se procedió a calcular el número máximo de valores admisibles de los valores deducidos utilizando la siguiente fórmula.

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV) \leq 10$$

Dónde:

- m: Número máximo admisible de valores deducidos incluyendo fracciones. (≤ 10)

- HDV: El valor deducido más alto encontrado en la unidad de muestra.

En la unidad de muestra UM1, se identificó que el valor deducido individual más alto fue de 26.00, el cual se utilizó en la fórmula.

$$m = 1 + (9 / 98) * (100 - 26) = < 10$$

$$m = 7.80$$

Según ASTM D6433 (2004), establece que: “incluyendo la parte fraccionaria. Si se tienen menos valores deducidos (VD) que ‘m’, se utilizan todos los disponibles”

Se generó una lista de valores deducidos individuales en orden descendente, donde el último valor fue multiplicado por la fracción del máximo permitido. Posteriormente, se realizaron las sumas para obtener el valor deducido total (VDT).

En las filas, se modificó el valor más bajo entre los valores deducidos individuales a 2, procediendo hasta que se igualó a 1.

Tabla 9

Valores deducidos totales en la UMI

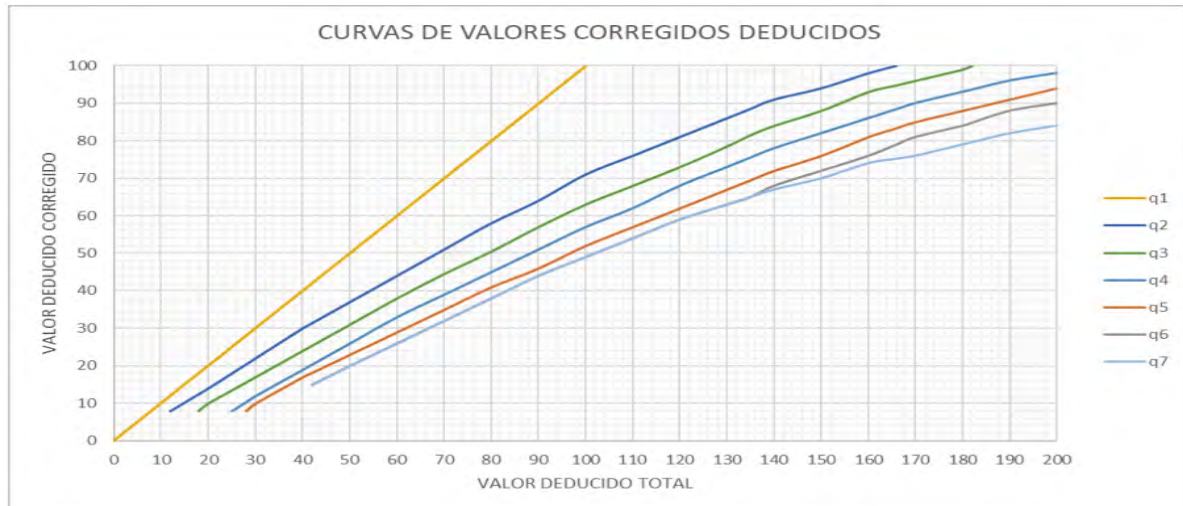
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	26	25	24	11	10	4	100.00		
2	26	25	24	11	10	2	98.00		
3	26	25	24	11	2	2	90.00		
4	26	25	24	2	2	2	81.00		
5	26	25	2	2	2	2	59.00		
6	26	2	2	2	2	2	36.00		
MAX VDC									

La tabla 9 muestra los valores deducidos (VD) y la cantidad total que estos generan, dando el valor deducido total (VDT).

Se procedió a determinar el VDC para cada VDT, utilizando las curvas de valores corregidos deducidos para el concreto asfáltico.

Figura 32

Determinación de valores deducidos corregidos para la UMI



Nota. La figura muestra la relación del valor deducido total y valores deducidos corregidos.

Tabla 10

Valores deducidos corregidos para la UMI

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	26	25	24	11	10	4	100.00	6	49
2	26	25	24	11	10	2	98.00	5	51
3	26	25	24	11	2	2	90.00	4	51
4	26	25	24	2	2	2	81.00	3	51
5	26	25	2	2	2	2	59.00	2	43
6	26	2	2	2	2	2	36.00	1	36
MAX VDC									51

La Tabla 10 presenta los valores deducidos corregidos (VDC), donde el análisis se complementa con la gráfica de la Figura 32, que muestra la intersección entre la densidad (q) y el valor deducido total (VDT). Al interceptar estos valores, se identifica un máximo VDC de 51.

Para calcular el índice de condición del pavimento (PCI), se restó el valor máximo deducido corregido (Max. VDC) de 100.

$$PCI = 100 - Max.VDC$$

Se obtuvo un PCI de 49, lo cual clasifica el estado del pavimento como regular según el nivel de PCI.




Tabla 11

Resultado de PCI de la UMI

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	49
CONDICION DEL PAVIMENTO	REGULAR

Tabla 12

Clasificación de condición del pavimento

RANGOS (%)	COLORES	CLASIFICACIÓN
85 – 100		Excelente
70 – 85		Muy bueno
55 – 70		Bueno
40 – 55		Regular
25 – 40		Malo
10 - 25		Muy malo
0 -10		Fallado

La tabla 12 considera 7 rangos de clasificación divididas desde: 0 – 10 (fallado), 10 – 25 (muy malo), 25 – 40 (malo), 40 – 55 (regular), 55 – 70 (bueno), 70 – 85 (muy bueno) y 85 – 100 (fallado).

2.8.2. Análisis de datos obtenidos mediante la metodología tradicional

Para el análisis de datos mediante la metodología tradicional PCI se utilizó el metrado obtenido de la identificación de fallas in situ.

Se siguió el mismo procedimiento descrito en el punto 2.8.1. para obtener los resultados de PCI de cada unidad de muestra, utilizando la metodología Tradicional PCI (Ver Anexo 5).

2.8.3. Análisis comparativo de tiempo y precisión de los datos recopilados por el VANT en la detección de la condición de pavimento frente a la metodología PCI.

El análisis comparativo se centró en evaluar tanto el tiempo empleado y la precisión de los datos recopilados por el VANT en la detección de la condición del pavimento, en comparación con la metodología PCI.

Para ello, se recolectaron tiempos de cada fase del proceso usando una libreta para las metodologías VANT y PCI. Además, se establecieron criterios de comparación, identificando variables clave como horas-hombre y etapas del proceso (Ver Anexo 7).

Tabla 13

Tiempo y personal necesario para la obtención de datos en campo

Variables	PCI usando Dron Phantom 4 RTK	PCI tradicional
Cantidad de Personal	2	4
Cantidad de Días	1	6
Cantidad de horas/día	6	7
Cantidad de unidades de muestreo (UM)	30	30

Se registró el tiempo invertido en el procesamiento de datos en gabinete para ambas metodologías.

Tabla 14

Tiempo y personal necesario para la obtención de datos en gabinete

Variables	PCI usando Dron Phantom 4 RTK	PCI tradicional
Cantidad de Personal	2	2
Cantidad de Días	6	4
Cantidad de horas/día	7	7
Cantidad de unidades de muestreo (UM)	30	30

Los tiempos indicados en la Tabla 13 y Tabla 14 se promediaron teniendo en cuenta la heterogeneidad de las unidades de muestra y asumiendo que no hubo errores en el proceso.

Para calcular la precisión, se utilizó la prueba de muestras emparejadas, comparando los resultados obtenidos del PCI por el método VANT y método tradicional PCI con el programa IBM SPSS Statistics 26. Teniendo en cuenta:

1. Planteamiento de las hipótesis.

- **Hipótesis Nula (Ho)**

Ho: No existe diferencia relevante entre las medias de los datos obtenidos por el Método PCI usando un VANT y Método tradicional PCI in situ.

- **Hipótesis Alterna (Ha)**

Ha: Existe diferencia relevante entre las medias de los datos obtenidos por el Método PCI usando un VANT y Método tradicional PCI in situ.

- **Nivel de significancia**

Intervalo de confianza del 95%

Alfa estadística. ($\alpha = 5\%=0.05$)

2. Prueba estadística

- **Carga de datos al software SPS**

Figura 33

Determinación de la precisión mediante prueba de muestras emparejadas.

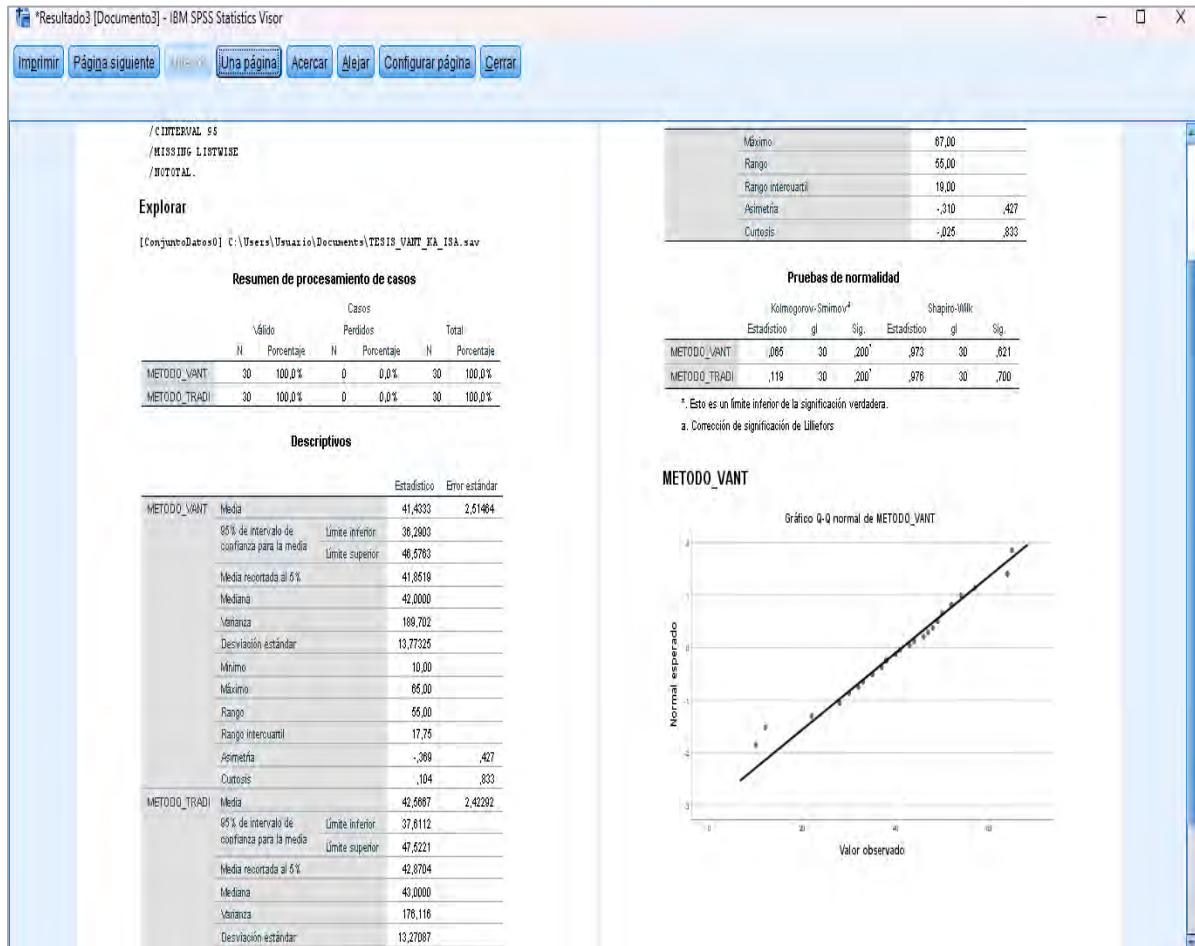
	METODO_VANT	METODO_TRADI	DIFERENCIA_VANT_TRADI	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	49,00	49,00	,00														
2	28,00	31,00	-3,00														
3	44,00	44,00	,00														
4	64,00	67,00	-3,00														
5	37,00	39,00	-2,00														
6	22,00	23,00	-1,00														
7	50,00	52,00	-2,00														
8	33,00	36,00	-3,00														
9	52,00	53,00	-1,00														
10	41,00	42,00	-1,00														
11	47,00	49,00	-2,00														
12	52,00	52,00	,00														
13	48,00	50,00	-2,00														
14	65,00	60,00	5,00														
15	46,00	49,00	-3,00														
16	38,00	33,00	5,00														
17	12,00	16,00	-4,00														
18	49,00	50,00	-1,00														
19	40,00	40,00	,00														
20	57,00	59,00	-2,00														
21	35,00	34,00	1,00														
22	43,00	45,00	-2,00														

Nota. La figura muestra los resultados obtenidos del PCI por el método VANT y tradicional.

- Prueba de normalidad en el software SPSS

Figura 34

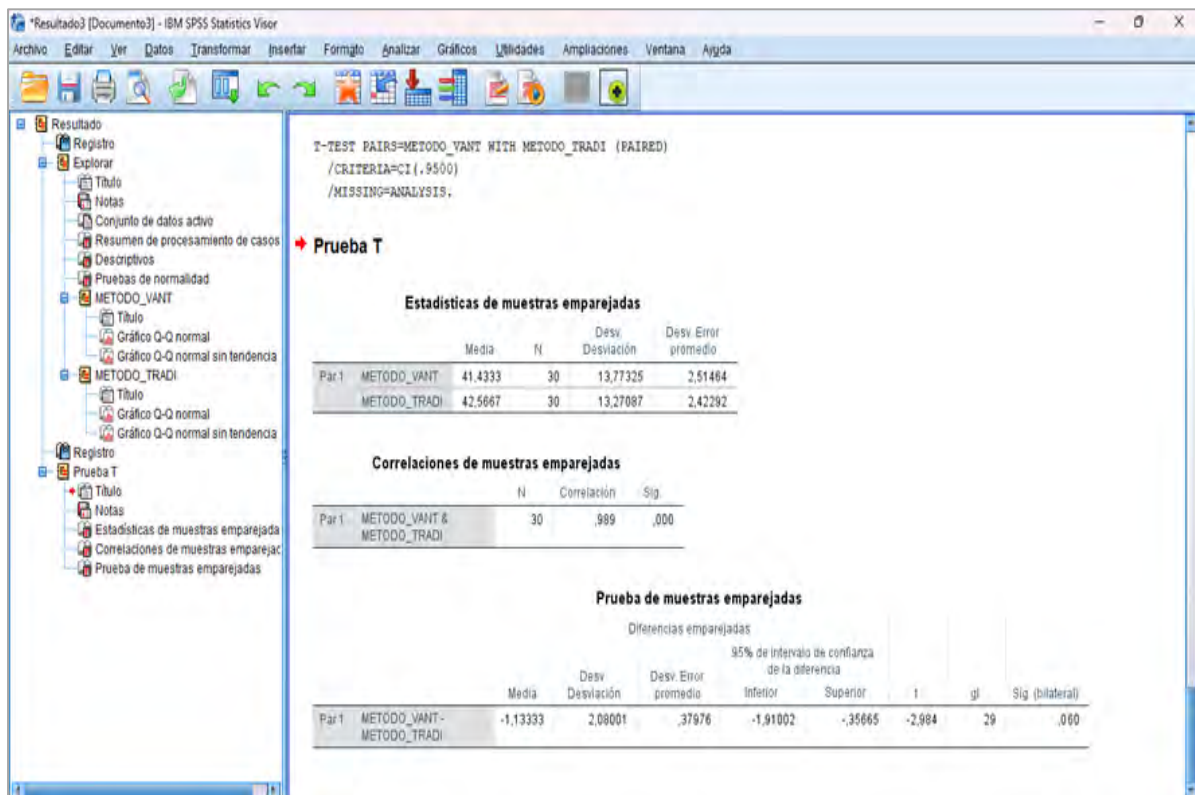
Prueba de normalidad en el software SPSS



Al trabajar con una muestra menor a 30, se utilizaron los datos obtenidos mediante la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos. En ese caso, la variable dependiente (PCI) mostró un valor de $\alpha = 0.7$, que fue mayor que $\alpha = 0.05$, lo que permitió aceptar la hipótesis nula (H_0). Esto estuvo en línea con lo expuesto por Hernández et al. (2014). Por lo tanto, se procedió a realizar un análisis paramétrico utilizando la prueba t.

Figura 35

Prueba t en el software SPSS



Nota. La figura presenta los resultados estadísticos de muestras emparejadas.

2.8.4. Análisis de datos para determinar las zonas de riesgo del pavimento flexible a partir de los datos recopilados del Vehículo Aéreo No Tripulado.

Para identificar las zonas de riesgo en relación con el pavimento flexible y el deslizamiento de masas en taludes, se utilizó los datos recopilados por el Vehículo Aéreo No Tripulado Phantom 4 RTK y el método de análisis jerárquico descrito en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2.^a versión (CENEPRED, 2014).

CENEPRED (2014) basa en la Ley N° 29664 establece que el riesgo se calcula en función del peligro y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, lo cual es expresado de manera matemática mediante la ecuación 1.

$$R = f(PxV) \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde: $R = \text{Riesgo}$ $f = \text{En función}$ $P = \text{Peligro}$ $V = \text{Vulnerabilidad}$

El Nivel de peligro, se evaluó en función de la susceptibilidad que relaciona factores condicionantes y factores desencadenantes, asociado a un parámetro de evaluación.

$$\text{Susceptibilidad} = (F_c \times F_d)$$

$$P = f(\text{susceptibilidad} \times \text{parámetro de evaluación}) \quad (\text{ecuación 2})$$

Donde: P = Peligro, F_c = Factor condicionante, F_d = Factor desencadenante

2.8.4.1. Análisis y elaboración de niveles de peligro

Para el caso de peligro por deslizamiento, se elaboró la matriz de comparación de pares de los parámetros de evaluación. Además, se utilizó la escala numérica del método de ponderación de SAATY, que permite identificar en qué proporción un atributo es preferible frente a otro.

Tabla 15

Parámetros de evaluación

PARÁMETRO EVALUACIÓN		FACTORES CONDICIONANTES			FACTOR DESENCADENANTE
PE	FC1	FC2	FC3	FD	
Saturación del suelo	Pendientes del terreno	Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas	Precipitación	
[95% - 100%]: Saturado	Pendientes >40°	Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales	RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas	Extremadamente lluvioso $P > 36$ mm	
[80% - 95%]: Altamente saturado	Pendientes [20°-40°>	Nm-be: Formación Bellavista	SCA-rs: Superficie colinada aluvial en rocas sedimentarias	Muy lluvioso $19.1 \text{ mm} < P \leq 36$ mm	
[50% - 80%]: Muy Húmedo	Pendientes [10°-20°>	Qp-ta: Formación Tamborapa	T: Terrazas aluviales	Lluvioso $13.5 \text{ mm} < P \leq 19.1$ mm	
[25% - 50%]: Húmedo	Pendientes [5°-10°>	Ji-o: Formación Oyotún	Ab: Abanicos de piedemonte	Moderadamente lluvioso $7.1 \text{ mm} < RR \leq 13.5$ mm	
[0% - 25%]: Seco	Pendientes < 5°	Ps-mi: Mitu	Gpo. Lli: Llanura o Planicie inundable	Lluvia usual > 7.1 mm	

Nota. Parámetros para la evaluación del peligro por deslizamientos de masas en taludes (CENEPRED, 2014).

Se presenta el análisis de datos tomando como ejemplo el parámetro de pendientes del terreno. En el anexo 11 se puede ver el mapa de pendientes perteneciente al tramo en estudio.

a. En función al parámetro, se organizó las columnas en orden descendente teniendo en cuenta la importancia relativa para calcular la inversa de las sumas totales.

Tabla 16

Matriz de comparación de pares

PENDIENTES DEL TERRENO	Pendientes >40°	Pendientes [20°-40°>	Pendientes [10°-20°>	Pendientes [5°-10°>	Pendientes < 5°
Pendientes >40°	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Pendientes [20°-40°>	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Pendientes [10°-20°>	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Pendientes [5°-10°>	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Pendientes < 5°	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
Suma	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/suma	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

La tabla 16 de la primera fila se lee que el valor de (Pendientes >40°) es importante comparado (Pendientes [20°-40°>), por lo que se asigna un valor de 2, asimismo, que la pendiente (Pendientes >40°) es muy importante comparado con (Pendientes < 5°), por lo que se le asigna un valor de 7.

b. Se construyó la matriz de normalización multiplicando la inversa de las sumas totales por cada elemento de la columna correspondiente, asegurando que la suma de cada columna fuera igual a uno. Luego, se determinó el porcentaje correspondiente.

Tabla 17

Matriz de normalización, pendientes

PENDIENTES DEL TERRENO	Pendientes >40°	Pendientes [20°-40°>	Pendientes [10°-20°>	Pendientes [5°-10°>	Pendientes < 5°	VECTOR PRIORIZACIÓN N (Ponderación)	PORCENTAJE %
Pendientes >40°	0.46	0.50	0.44	0.43	0.39	0.444	44.4%
Pendientes [20°-40°>	0.23	0.25	0.29	0.26	0.28	0.262	26.2%
Pendientes [10°-20°>	0.15	0.12	0.15	0.17	0.17	0.153	15.3%
Pendientes [5°-10°>	0.09	0.08	0.07	0.09	0.11	0.089	8.9%
Pendientes < 5°	0.07	0.05	0.05	0.04	0.06	0.053	5.3%
	1	1	1	1	1	1.00	100%

Nota. Elaboración propia. CENEPRED (2014)

De la tabla 17 se observa que las pendientes superiores a 40° tienen un porcentaje de importancia del 44.4%, mientras que las pendientes inferiores a 5° son las menos representativas en el tramo de estudio, con un porcentaje de solo 5.3%.

c. Posteriormente se determinó el vector de suma ponderada multiplicando la matriz de comparación de pares con el resultado del vector de priorización. Luego se dividieron estos valores entre el Vector de Priorización (Ponderación) para obtener en $\lambda_{\text{máx}}$.

Tabla 18

Vector suma ponderada y " $\lambda_{\text{máx}}$ ", pendientes

Vector suma ponderada (VSP)	λ	$\lambda_{\text{máx}}$
2.24	5.05	
1.32	5.04	
0.77	5.02	5.03
0.45	5.01	
0.26	5.02	

Nota. Elaboración propia. CENEPRED (2014)

La tabla 18 presenta la Matriz de vector suma ponderada, donde las pendientes > 40° tienen una importancia de 2.24 y de menos importancia Pendientes < 5° con 0.26. Además, se obtuvo un valor promedio de $\lambda_{\text{máx}}$ de 5.03.

d. Para continuar, se determinó el índice de consistencia (IC) dividiendo el $\lambda_{\text{máx}}$ entre el número de parámetros menos 1.

Tabla 19

Relación de Consistencia

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.007	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	RC	0.006	

En la tabla 19 se verificó que el coeficiente obtenido fue menor al 10% ($RC < 0.1$), con un valor de 0.006, se confirmó que los criterios utilizados para la comparación de pares eran adecuados.

e. Luego se realizaron los cálculos entre los pesos de los parámetros y descriptores, lo que permitió determinar el nivel de peligrosidad. (Ver Anexo 8)

2.8.4.2. Análisis y elaboración de niveles de vulnerabilidad

Con el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2.^a versión (CENEPRED, 2014) se realiza la Matriz de Comparación de Pares de los Factores y Parámetros, luego Matriz de Normalización de Pares de los Factores, Vector Suma Ponderado, finalmente se determina el Índice de Consistencia y Relación de Consistencia, tanto de Dimensión, Económica y Ambiental.

2.8.4.3. Análisis y elaboración de la matriz de riesgo

Se elaboró un cuadro de doble entrada con el objetivo de determinar el nivel de riesgo, utilizando para ello la información sobre el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad (Ver Anexo 8).

Tabla 20

Asignación de ponderación en la tabla de atributos para el mapa de riesgo.

FID	Shape	FID_SUSCEP	FID_PENDE	Id	gridcode	DESC_PEND	PPAR_FC1	PDES_FC1	FID_GEOLOG	OBJECTID	COD_GEOLOG
0	Polygon	0	0	1	3	Pendientes [5°-10°]	0.595	0.262	2	1597	Qp-fa
1	Polygon	1	1	2	1	Pendientes < 5°	0.595	0.444	2	1597	Qp-fa
2	Polygon	2	2	3	3	Pendientes [10°-20°]	0.595	0.153	2	1597	Qp-fa
3	Polygon	3	3	10	3	Pendientes [10°-20°]	0.595	0.153	2	1597	Qp-fa
4	Polygon	4	4	11	2	Pendientes [5°-10°]	0.595	0.262	2	1597	Qp-fa
5	Polygon	5	5	12	2	Pendientes [5°-10°]	0.595	0.262	2	1597	Qp-fa
6	Polygon	6	6	13	3	Pendientes [10°-20°]	0.595	0.153	2	1597	Qp-fa
7	Polygon	7	7	14	3	Pendientes [10°-20°]	0.595	0.153	2	1597	Qp-fa
8	Polygon	8	8	15	2	Pendientes [5°-10°]	0.595	0.262	2	1597	Qp-fa
9	Polygon	9	9	16	3	Pendientes [10°-20°]	0.595	0.153	2	1597	Qp-fa
10	Polygon	10	10	17	2	Pendientes [5°-10°]	0.595	0.262	2	1597	Qp-fa
11	Polygon	11	11	18	3	Pendientes [10°-20°]	0.595	0.153	2	1597	Qp-fa
12	Polygon	12	12	19	2	Pendientes [5°-10°]	0.595	0.262	2	1597	Qp-fa
13	Polygon	13	13	20	4	Pendientes [20°-40°]	0.595	0.089	2	1597	Qp-fa
14	Polygon	14	14	21	2	Pendientes [5°-10°]	0.595	0.262	2	1597	Qp-fa
15	Polygon	15	15	22	1	Pendientes < 5°	0.595	0.444	0	1175	Nm-be
16	Polygon	16	16	22	1	Pendientes < 5°	0.595	0.444	2	1597	Qp-fa
17	Polygon	17	17	23	2	Pendientes [5°-10°]	0.595	0.262	2	1597	Qp-fa
18	Polygon	18	18	24	2	Pendientes [5°-10°]	0.595	0.262	2	1597	Qp-fa
19	Polygon	19	19	25	3	Pendientes [10°-20°]	0.595	0.153	2	1597	Qp-fa
20	Polygon	20	20	26	3	Pendientes [10°-20°]	0.595	0.153	2	1597	Qp-fa
21	Polygon	21	21	27	1	Pendientes < 5°	0.595	0.444	2	1597	Qp-fa
22	Polygon	22	22	28	3	Pendientes [10°-20°]	0.595	0.153	2	1597	Qp-fa

Nota. En la tabla de atributos, se asignó el nivel de riesgo mediante la selección de atributos, de acuerdo la ponderación del rango de riesgo, y se aplicó la simbología correspondiente.

III.RESULTADOS

3.1. Condición superficial del pavimento flexible tramo Jaén – San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante Vehículo Aéreo No Tripulado, Jaén 2024.

En este estudio se evaluó la condición superficial del pavimento flexible en la carretera Jaén – San Ignacio, entre los kilómetros 60+000 y 70+000, utilizando un dron DJI Phantom 4 RTK y una estación móvil D-RTK2 a 30 m de altitud. El procesamiento de imágenes se llevó a cabo en Argisoft Metashape 2.0.4, generando un ortomosaico de 2345x2345 píxeles que fue importado al software Civil 3D. Conforme a la metodología ASTM D-6433, se utilizaron 30 unidades de muestra del ortomosaico para identificar el tipo, nivel de severidad y metrado de cada falla.

Figura 36

Ortomosaico, Km 60+000 al Km 70+000



Nota. La figura presenta el seccionamiento de las unidades de muestra en el Ortomosaico.

Se presenta los resultados de las 30 unidades de muestra evaluadas en función a los indicadores de la metodología, siendo éstos.

- a) Metrado de fallas.
- b) Distribución de deterioros.
- c) Condición de pavimento.

3.1.1. Resumen de metrado de fallas

Tabla 21

Resumen del metrado de las fallas identificadas mediante VANT

Nº	Tipo de fallas	Und. De medida	Nivel de Severidad	Subtotal	%
1	Piel de cocodrilo	m2	L	214.05	96.02%
			M	8.87	3.98%
			H	0.00	0.00%
2	Exudación de asfalto	m2	L	270.00	57.96%
			M	162.18	34.81%
			H	33.65	7.22%
3	Fisuras en bloque	m2	L	0.00	0.00%
			M	36.17	100.00%
			H	0.00	0.00%
5	Corrugaciones	m2	L	40.34	25.54%
			M	64.86	41.07%
			H	52.74	33.39%
7	Fisuras de borde	m	L	34.14	13.03%
			M	206.50	78.80%
			H	21.42	8.17%
10	Fisuras longitudinales y transversales	m	L	690.97	39.57%
			M	745.27	42.68%
			H	310.05	17.75%
11	Parcheo	m2	L	0.00	0.00%
			M	62.39	58.25%
			H	44.73	41.75%
19	Desprendimiento de agregados	m2	L	350.48	28.00%
			M	450.25	35.97%
			H	451.11	36.04%

La Tabla 21 muestra que las fisuras longitudinales y transversales y el desprendimiento de agregados son las más predominantes, con un alto porcentaje en severidad media y alta, destacándose con 745.27 m (42.68%) y 451.11 m² (36.04%), respectivamente. La Piel de Cocodrilo se presenta mayoritariamente en severidad baja con 214.05 m² (96.02%), mientras que las fisuras de borde y el parcheo predominan en severidad media.

3.1.2. Datos generales de unidades de muestra

Tabla 22

Fallas identificados en los ortomosaicos de todas las unidades de muestra representativas

N°	TIPO DE FALLAS	UND. DE MEDIDA	SEVERIDAD	UM1	UM20	UM39	UM58	UM77	UM96	UM115	UM134	UM153	UM172	UM191	UM210	UM229	UM248	UM267	SUBTOTAL			
1	Piel de cocodrilo	m2	L				34.491	41.145	12.23		29.399								117.26			
			M											8.874						8.87		
			H																		0.00	
2	Exudación de asfalto	m2	L	5.736	8.735			6.50												20.97		
			M						1.571						14.949	31.741					48.26	
			H																		0.00	
3	Fisuras en bloque	m2	L																	0.00		
			M														29.761				29.76	
			H																		0.00	
5	Corrugaciones	m2	L									11.261								11.26		
			M						39.557				9.746								49.30	
			H																52.74		52.74	
7	Fisuras de borde	m	L														10.246	3.34		13.59		
			M		37.597		17.815	22.883	11.652	4.957											13.088	107.99
			H																		21.42	21.42
10	Fisuras longitudinales y transversales	m	L	37.68	12.84	73.79	10.26			25.91	23.72	12.33	22.50	69.25	47.34	43.80	27.98	23.29		430.69		
			M	39.72	8.79	99.84				53.23	27.68	33.44	56.34	14.10	51.37	45.38	27.98	9.52			467.40	
			H	12.42												17.95	32.65		15.69			78.70
11	Parcheo	m2	L																	0.00		
			M	15.16		9.77						12.19									37.12	
			H									35.72										35.72
19	Desprendimiento de agregados	m2	L	21.76		10.19		22.08	20.77			21.58	10.41	12.28	16.58	7.70	5.70	5.38		154.41		
			M	5.08	41.71	5.41	35.89	29.95	29.76	20.94			19.64	31.01				5.70			225.10	
			H									40.74	21.58			23.60	28.36		61.30			175.58

Nota. La tabla presenta el metrado de cada tipo de falla en las unidades de muestra, clasificado según su nivel de severidad.

La tabla 22 muestra que las fisuras longitudinales y transversales abarcan las áreas más grandes en severidades baja (430.69 m²) y media (467.40 m²). Fisuras de borde y desprendimiento de agregados presentan áreas significativas en severidades media y alta. Las corrugaciones tienen una distribución equilibrada entre todas las severidades, mientras que piel de cocodrilo y parcheo predominan en severidades baja y media. Las exudaciones de asfalto y fisuras en bloque están más presentes en severidades baja y media, sin alta severidad.

Tabla 23

Fallas identificados en los ortomosaicos de todas las unidades de muestra no representativas

Nº	TIPO DE FALLAS	UND. DE MEDIDA	NIVEL DE SEVERIDAD	UM4	UM15	UM25	UM34	UM46	UM62	UM70	UM88	UM106	UM162	UM167	UM188	UM204	UM238	UM281	SUBTOTAL		
1	Piel de cocodrilo	m2	L						26.47	19.18	6.45	22.84		21.84					96.78		
			M																		0
			H																		
2	Exudación de asfalto	m2	L		19.55				91.98		39.29			61.20			33.43	3.58		249.03	
			M				36.06		9.56				0.17	42.82		25.31					113.92
			H																	33.65	33.65
3	Fisuras en bloque	m2	L																	0	
			M					6.41													6.41
			H																		
5	Corrugaciones	m2	L										29.08							29.08	
			M							15.56											15.56
			H																		
7	Fisuras de borde	m	L										12.41				8.15			20.56	
			M	21.19								29.827	22.18			25.31					98.51
			H																		
10	Fisuras longitudinales y transversales	m	L		45.38	26.84	35.80	64.03					8.84				44.55	34.85		260.28	
			M	65.72	52.34	26.84		53.83					14.85			2.73	31.95	29.63			277.87
			H	71.88			49.80	38.06										50.33	21.28		
11	Parcheo	m2	L																	0	
			M					25.27													25.27
			H					9.00													
19	Desprendimiento de agregados	m2	L	16.10	11.38			52.64				4.46	40.22	26.392	43.90		0.98			196.06	
			M	33.41			4.15	28.98		14.799	10.486	62.76		22.202		21.91	7.14	19.31			225.15
			H		23.22	54.943	3.76		22.827				36.92			37.56	67.20	12.55	16.54		

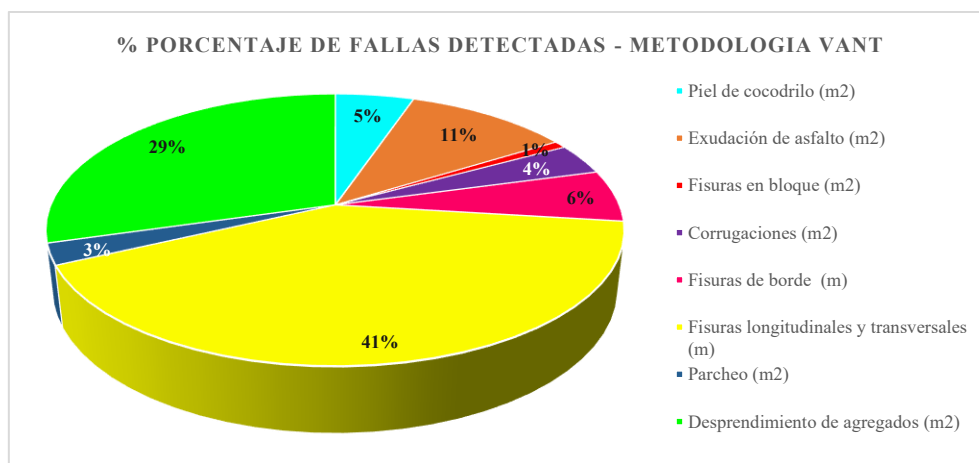
Nota. La tabla presenta el metrado de cada tipo de falla en las unidades de muestra, clasificado según su nivel de severidad.

La tabla 23 muestra que las fisuras longitudinales y transversales abarcan extensas áreas en severidades baja (260.28 m²), con una notable extensión en alta severidad (231.34 m²). Las exudaciones de asfalto son prominentes en severidades baja (249.03 m²), con menor presencia en alta severidad (33.65 m²). Las corrugaciones y fisuras de borde presentan áreas en severidades baja y media, sin alta severidad. La piel de cocodrilo y fisuras en bloque solo afectan severidades baja y media. El desprendimiento de agregados es significativo en alta severidad (275.53 m²).

Tabla 24*Porcentaje de fallas detectadas – Metodología VANT*

Tipo de fallas	Unidad de medida	Cantidad	% de fallas detectadas – metodología VANT
Piel de cocodrilo	m2	222.92	5.24 %
Exudación de asfalto	m2	465.82	10.96 %
Fisuras en bloque	m2	36.17	0.85 %
Corrugaciones	m2	157.94	3.72 %
Fisuras de borde	m	262.06	6.17 %
Fisuras longitudinales y transversales	m	1746.29	41.09 %
Parcheo	m2	107.12	2.52 %
Desprendimiento de agregados	m2	1251.84	29.45 %
		TOTAL	100.00 %

La tabla 24 muestra que las fisuras longitudinales y transversales representan el mayor daño, con un 41.09 % del total de fallas. El desprendimiento de agregados sigue con un 29.45%. En contraste, las fisuras en bloque muestran el menor daño, con solo un 0.85%.

Figura 37*Porcentaje total de fallas detectadas-Metodología VANT*

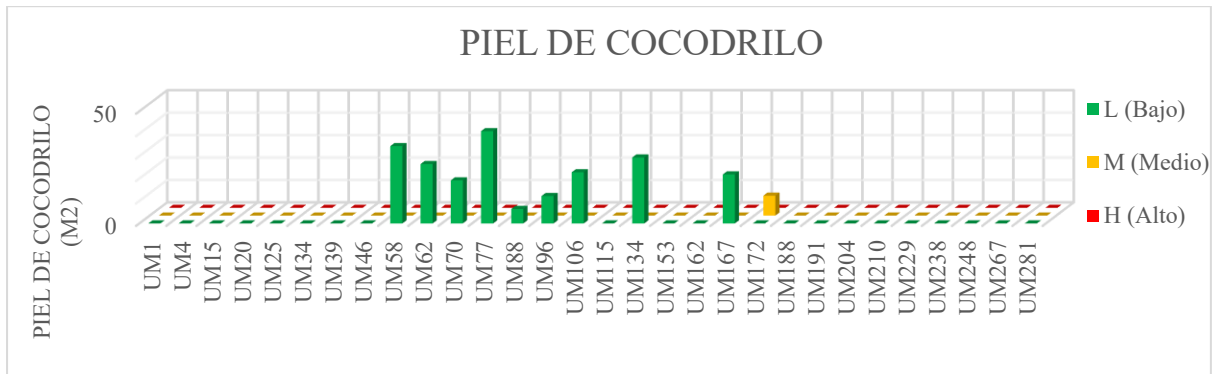
La figura 37 ilustra la distribución fallas detectadas utilizando el dron Phantom 4 RTK, donde las fisuras longitudinales y transversales representan el mayor porcentaje con 41.09%, seguidas por el desprendimiento de agregados con 29.45%.

3.1.3. Distribución de deterioros de la carretera

Se presenta la distribución de fallas detectadas en la carretera Jaén – San Ignacio KM 60+000 – KM 70+000 utilizando el dron Phantom 4 RTK a 30 m de altura

Figura 38

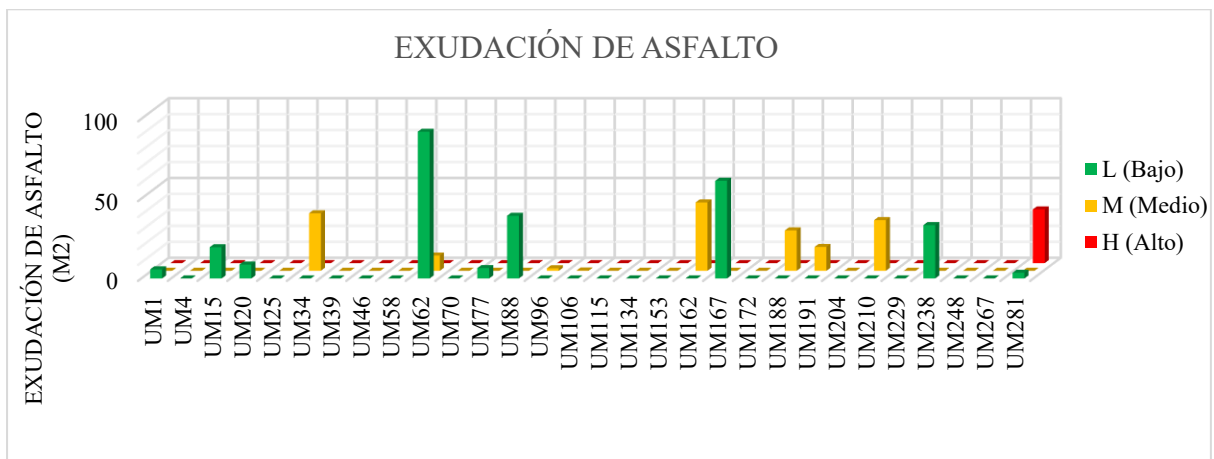
Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Piel de Cocodrilo.



La figura 38 muestra que la mayoría de los daños causados por la piel de cocodrilo presentan una severidad baja. El valor más alto se registra en la UM 77, con 41.145 m² afectados, mientras que el valor más bajo se observa en la UM 88, con 6.449 m².

Figura 39

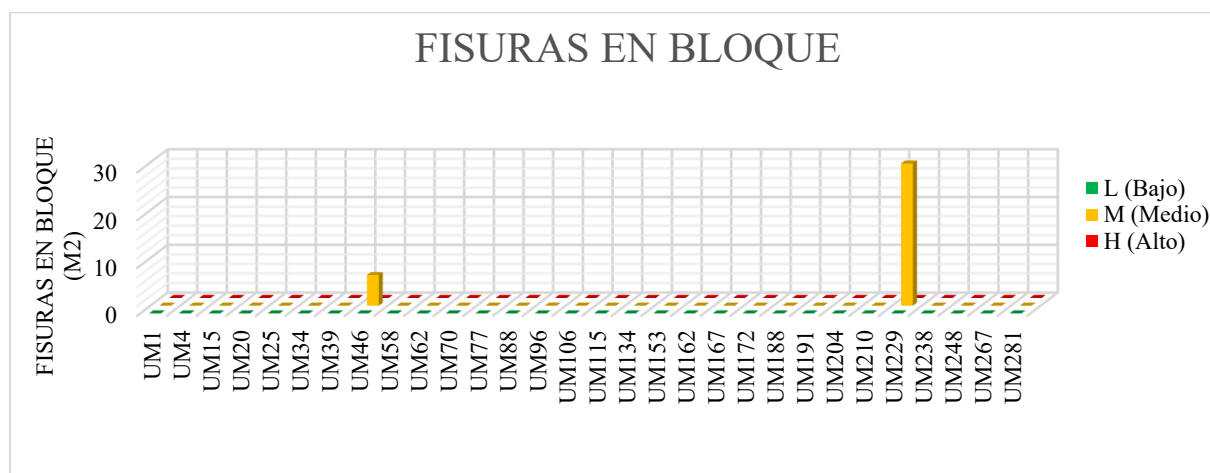
Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Exudación de asfalto



La Figura 39 muestra la distribución del área afectada por exudación de asfalto. La severidad baja es la más común, con la UM62 destacando con 91.98 m². En el nivel medio, la UM162 es la más representativa, con 42.82 m².

Figura 40

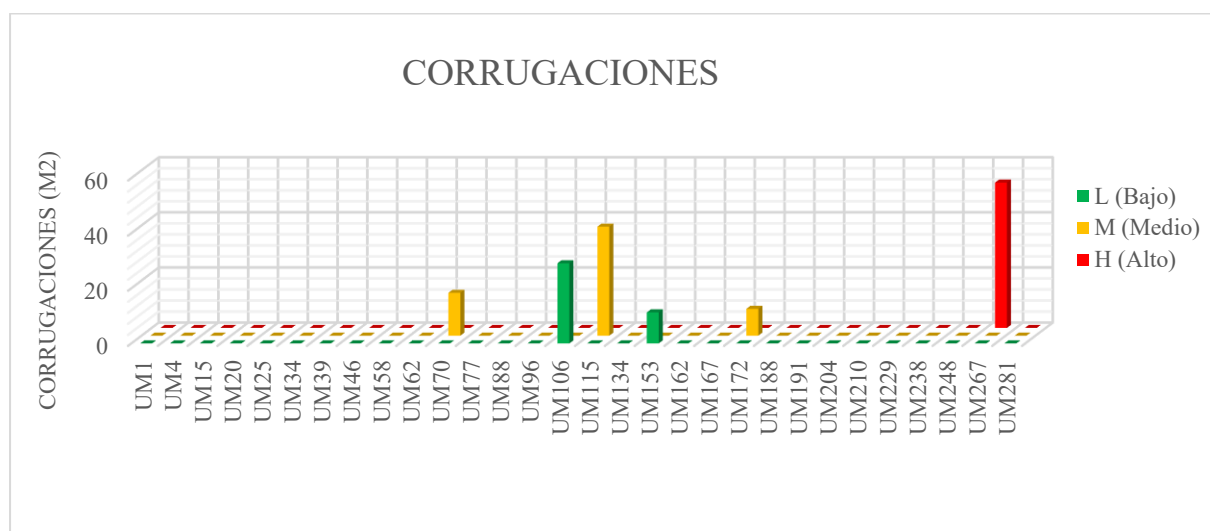
Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Fisuras en bloque



La figura 40 muestra que las fisuras en bloque están clasificadas completamente como severidad media. El valor más alto se registra en la UM 229, con 29.76 m² afectados, mientras que el valor más bajo se observa en la UM 46, con 6.41 m².

Figura 41

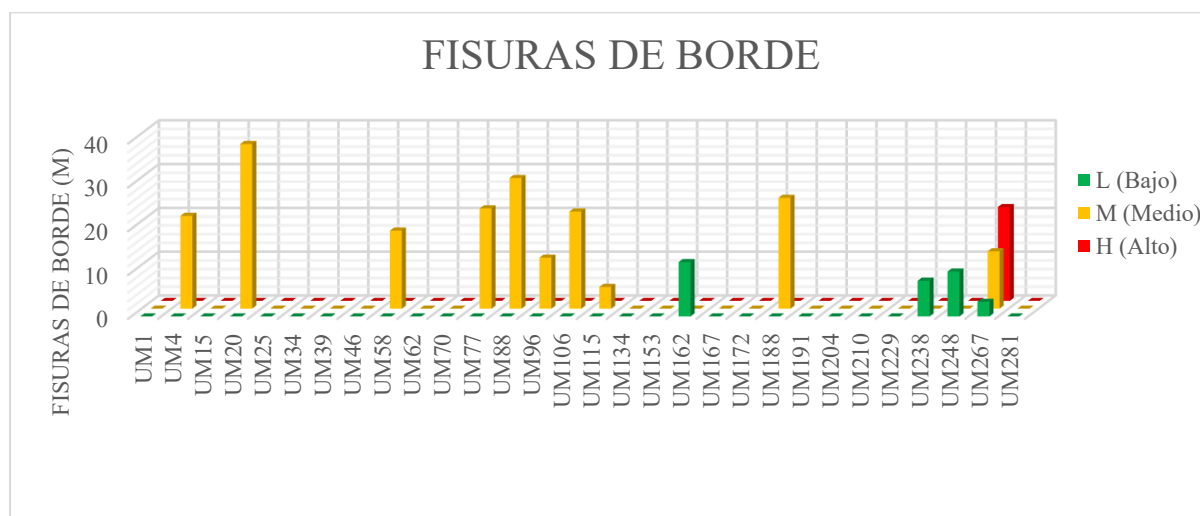
Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Corrugaciones



La Figura 41 presenta una distribución balanceada de corrugaciones en tres niveles de severidad. En el nivel bajo, la mayor área corresponde a la UM106, con 29.08 m². En el nivel medio, la UM115 es la más destacada, con un área de 39.56 m². Finalmente, en el nivel alto, la UM267 es la más representativa, con un área de 52.73 m².

Figura 42

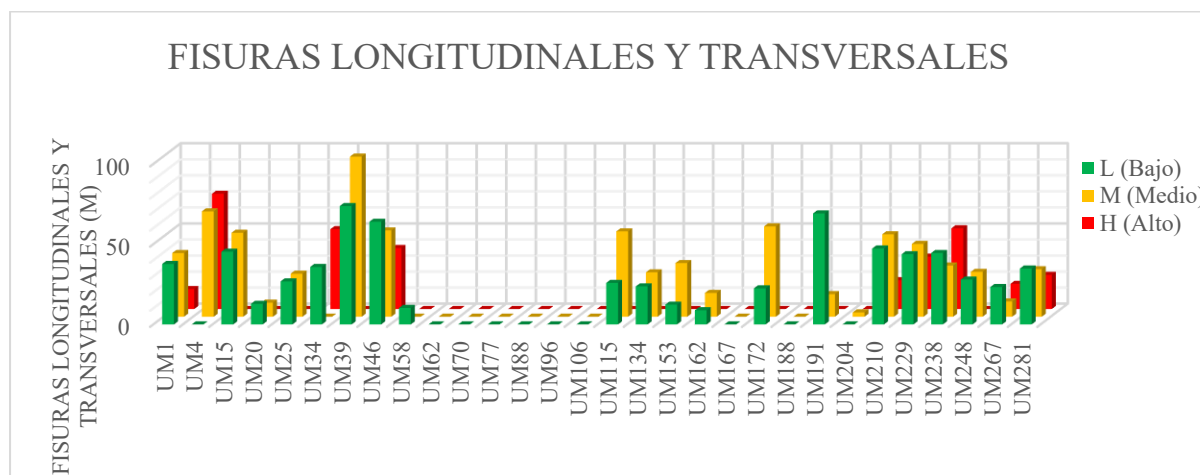
Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Fisuras de borde



La figura 42 muestra que la mayoría de los daños causados por las fisuras de borde presentan una severidad media. El valor más alto se registra en la UM20, con 37.59 mL afectados, mientras que el valor más bajo se observa en la UM115, con 4.95 mL.

Figura 43

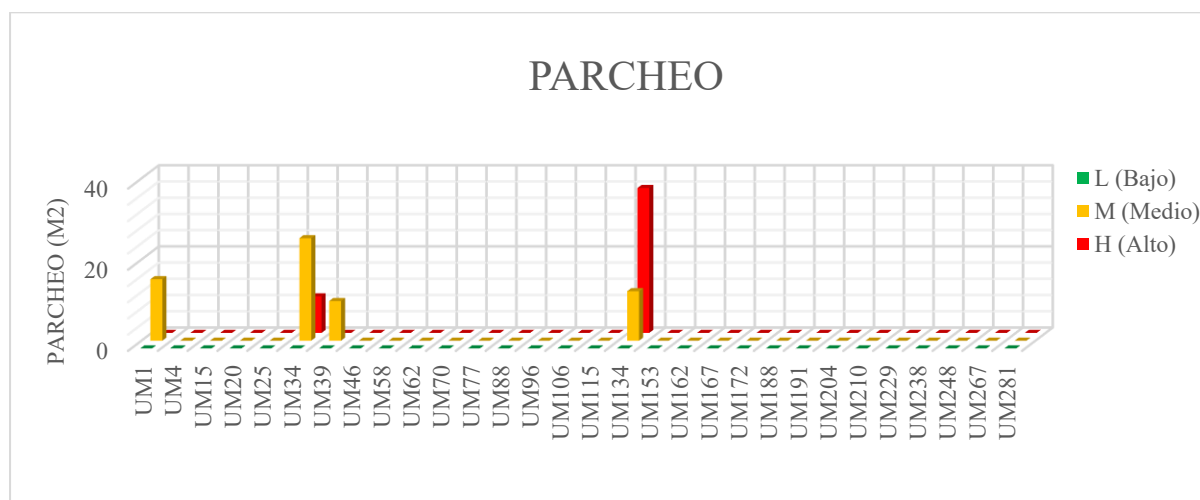
Distribución de deterioros de UM con el método VANT – Fisuras longitudinales



La Figura 43 presenta una distribución balanceada de fisuras longitudinales y transversales en tres niveles de severidad. En el nivel bajo, la mayor área corresponde a la UM39, con 73.78 mL. En el nivel medio, la UM39 es la más destacada, con un área de 99.84 mL. Finalmente, en el nivel alto, la UM4 es la más representativa, con un área de 71.87 mL.

Figura 44

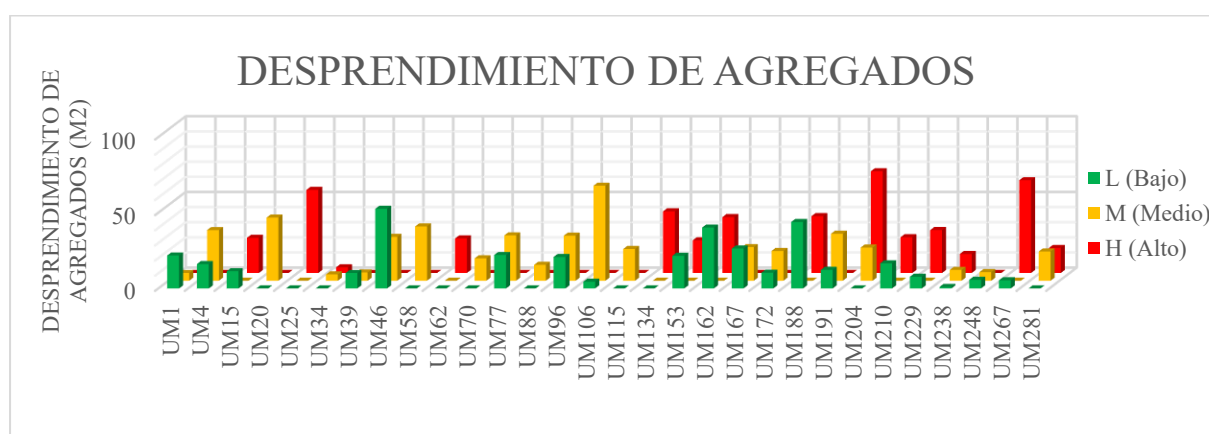
Distribución de deterioros en las UM utilizando el método VANT – Parcheo



La figura 44 muestra que el parcheo tiene una distribución casi equitativa entre severidades media y alta. En el nivel medio, la UM34 es la más destacada, con un área de 25.27 m². Finalmente, en el nivel alto, la UM134 es la más representativa, con un área de 35.72 m².

Figura 45

Distribución de deterioros de UM con el método VANT – Desprendimiento de agregados


































La Figura 45 muestra una distribución bastante equilibrada del área afectada por desprendimiento de agregados. En el nivel bajo, la mayor área corresponde a la UM46, con 52.63 m². En el nivel medio, la UM106 es la más destacada, con un área de 62.76 m². Finalmente, en el nivel alto, la UM204 es la más representativa, con un área de 67.20 m².

3.1.4. Tabla de resultados mediante el método VANT

Tabla 25

Resultados de PCI de las unidades de muestra utilizando el método VANT

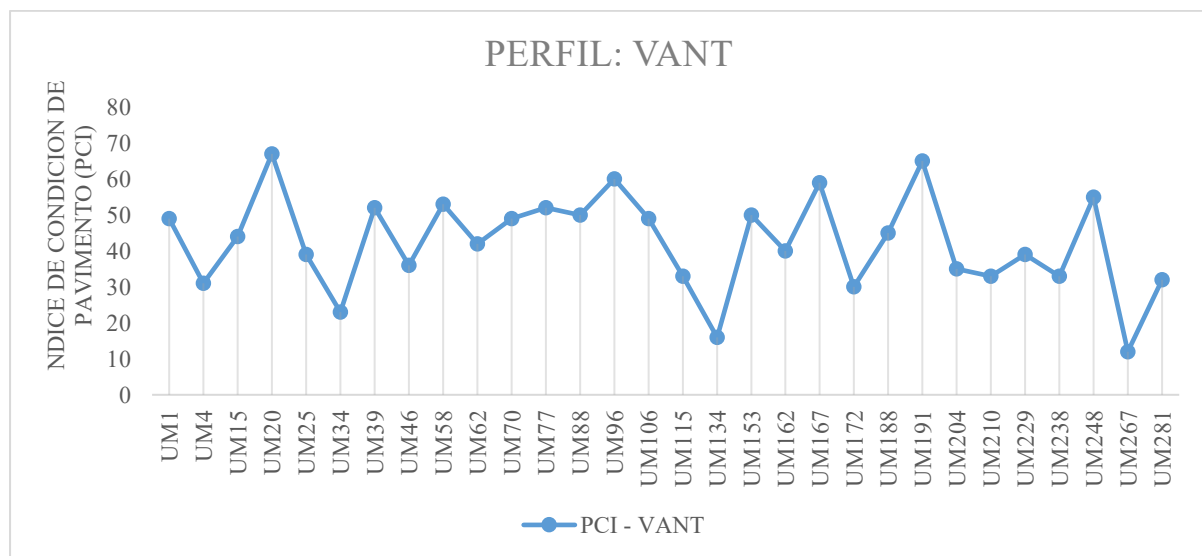
Nº	Unidades de muestra	Pro. Inicial (Km)	Pro. Final (Km)	Área (m2)	Falla significativa	PCI CON VANT	Clasificación del Pavimento	Simbología (Color)
1	UM1	60 + 000.0	60 + 035.4	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	49	Regular	
2	UM4	60 + 106.2	60 + 141.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	31	Malo	
3	UM15	60 + 495.6	60 + 531.0	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	44	Regular	
4	UM20	60 + 672.6	60 + 708.0	230.1	Desprendimiento de agregados	67	Bueno	
5	UM25	60 + 849.6	60 + 885.0	230.1	Desprendimiento de agregados	39	Malo	
6	UM34	61 + 168.2	61 + 203.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	23	Muy Malo	
7	UM39	61 + 345.2	61 + 380.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	52	Regular	
8	UM46	61 + 593.0	61 + 628.4	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	36	Malo	
9	UM58	62 + 017.8	62 + 053.2	230.1	Desprendimiento de agregados	53	Regular	
10	UM62	62 + 159.4	62 + 194.8	230.1	Exudación de asfalto	42	Regular	
11	UM70	62 + 442.6	62 + 478.0	230.1	Piel de cocodrilo	49	Regular	
12	UM77	62 + 690.4	62 + 725.8	230.1	Desprendimiento de agregados	52	Regular	
13	UM88	63 + 079.8	63 + 115.2	230.1	Exudación de asfalto	50	Regular	
14	UM96	63 + 363.0	63 + 398.4	230.1	Desprendimiento de agregados	60	Bueno	
15	UM106	63 + 717.0	63 + 752.4	230.1	Desprendimiento de agregados	49	Regular	
16	UM115	64 + 035.6	64 + 071.0	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	33	Malo	
17	UM134	64 + 708.2	64 + 743.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	16	Muy Malo	
18	UM153	65 + 380.8	65 + 416.2	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	50	Regular	
19	UM162	65 + 699.4	65 + 734.8	230.1	Desprendimiento de agregados	40	Malo	
20	UM167	65 + 876.4	65 + 911.8	230.1	Exudación de asfalto	59	Bueno	
21	UM172	66 + 053.4	66 + 088.8	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	34	Malo	
22	UM188	66 + 619.8	66 + 655.2	230.1	Desprendimiento de agregados	45	Regular	
23	UM191	66 + 726.0	66 + 761.4	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	65	Bueno	
24	UM204	67 + 186.2	67 + 221.6	230.1	Desprendimiento de agregados	35	Malo	
25	UM210	67 + 398.6	67 + 434.0	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	33	Malo	
26	UM229	68 + 071.2	68 + 106.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	39	Malo	
27	UM238	68 + 389.8	68 + 425.2	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	33	Malo	
28	UM248	68 + 743.8	68 + 779.2	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	55	Regular	
29	UM267	69 + 416.4	69 + 451.8	230.1	Desprendimiento de agregados	12	Muy Malo	
30	UM281	69 + 912.0	69 + 947.4	230.1	Desprendimiento de agregados	32	Malo	
Promedio PCI VANT						43	Regular	

La Tabla 25 proporciona una visión general de las condiciones del pavimento a lo largo del tramo evaluado. Se logró determinar un promedio de Índice de Condición del Pavimento (PCI) de 43, lo que clasifica la mayoría de las unidades de muestra como Regular.

3.1.5. Perfil del PCI mediante metodología VANT

Figura 46

Perfil de los resultados de las unidades de muestra utilizando la metodología VANT.



La figura 46 presenta el perfil de los resultados de las unidades de muestra utilizando la metodología VANT. Este índice refleja el estado del pavimento en cada sección evaluada, con valores que varían entre 12 y 67, indicando el rango de condiciones desde muy malas hasta buena.

3.1.6. Condición de Pavimento

De acuerdo con Vásquez Velara (2002), es necesario calcular un promedio ponderado para determinar el PCI de toda la vía, si se emplearon unidades de muestreo adicionales y se detectaron fallas puntuales que no debían ser generalizadas, se les asignó un PCI específico o adicional. En este caso, se utiliza un promedio ponderado calculado mediante la fórmula:

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

Por consiguiente, **mediante la metodología VANT** se ha obtenido un **Índice de condición del pavimento de 44.73**, lo que indica que el pavimento flexible de la carretera Jaén – San Ignacio Km 60+000 – Km 70+000, se encuentra en un **estado regular**.

A continuación, se muestran los porcentajes de cada tipo de condición del pavimento según la metodología VANT.

Tabla 26

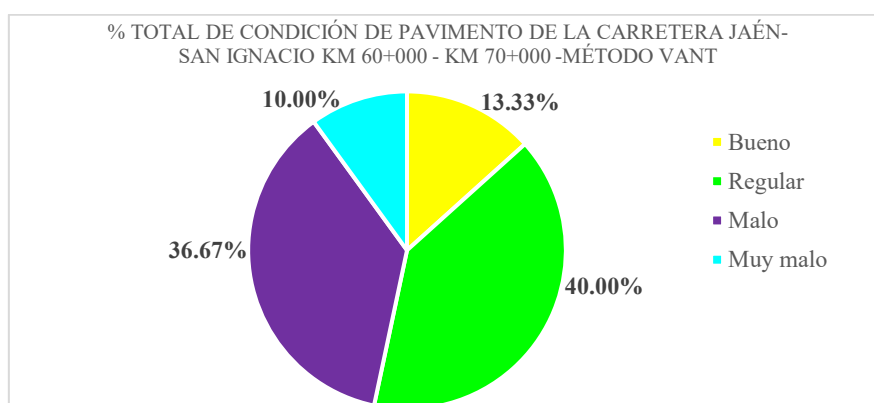
Porcentaje de Condición de Pavimento mediante el método VANT

RANGO	CLASIFICACIÓN DEL PAVIMENTO	UNIDAD DE MUESTREO	% TOTAL DE PCI
55 – 70	Bueno	4	13.33%
40 – 55	Regular	12	40.00%
25 – 40	Malo	11	36.67%
10 – 25	Muy malo	3	10.00%
TOTAL			100.00 %

La tabla 26 indica que el 40% de las unidades de muestreo se clasifican como Regular, el 36.67% como Malo, el 13.33% como Bueno, y el 10% como Muy Malo.

Figura 47

Porcentaje de condición del pavimento de la Carretera Jaén-San Ignacio – método VANT.



La figura 47 revela que, de las 30 unidades de muestra evaluadas en la carretera Jaén – San Ignacio, ubicada entre los kilómetros 60+000 y 70+000, solo el 13.33% del pavimento está en buen estado. La mayoría, es decir, el 40.00%, se encuentra en condición regular, mientras que el 36.67% se clasifica como malo y un 10.00% como muy malo.

3.2. Condición superficial del pavimento flexible tramo Jaén – San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante método PCI, Jaén 2024.

Se presenta los resultados de las 30 muestras evaluada en función a los indicadores de la metodología PCI, siendo Medido de fallas, Distribución de deterioros y Condición.

3.2.1. Resumen de medrado de las fallas superficiales

Tabla 27

Resumen del medrado de las fallas superficiales-Método tradicional PCI

Nº	Tipo de fallas	Und. De medida	Nivel de Severidad	SUBTOTAL	%
1	Piel de cocodrilo	m2	L	187.05	95.51%
			M	8.80	4.49%
			H	0.00	0.00%
2	Exudación de asfalto	m2	L	233.45	47.43%
			M	195.75	39.77%
			H	63.00	12.80%
3	Fisuras en bloque	m2	L	0.00	0.00%
			M	36.20	100.00%
			H	0.00	0.00%
5	Corrugaciones	m2	L	41.05	22.57%
			M	87.70	48.21%
			H	53.15	29.22%
7	Fisuras de borde	m	L	32.80	13.24%
			M	193.25	78.03%
			H	21.60	8.72%
10	Fisuras longitudinales y transversales	m	L	710.50	38.45%
			M	825.70	44.69%
			H	311.50	16.86%
11	Parcheo	m2	L	0.00	0.00%
			M	63.80	58.80%
			H	44.70	41.20%
19	Desprendimiento de agregados	m2	L	311.15	23.92%
			M	586.10	45.05%
			H	403.75	31.03%

La Tabla 27 muestra que las fisuras longitudinales y transversales son predominantes con 825.70 m en severidad media (44.69%). El desprendimiento de agregados también es significativo, con 586.10 m² (45.05%). La piel de cocodrilo se concentra en severidad baja con 187.05 m² (95.51%). Las fisuras en bloque y el parcheo están solo en severidad media, con 36.20 m² y 63.80 m², respectivamente.

3.2.2. Datos generales de fallas en las unidades de muestra

Tabla 28

Fallas superficiales identificados en todas las unidades de muestra representativas utilizando el método tradicional PCI

N°	TIPO DE FALLAS	UND. DE MEDIDA	NIVEL DE SEVERIDAD	UM1	UM20	UM39	UM58	UM77	UM96	UM115	UM134	UM153	UM172	UM191	UM210	UM229	UM248	UM267	SUBTOTAL		
1	Piel de cocodrilo	m2	L				34.80	41.00	12.10										87.90		
			M											8.80						8.80	
			H																		0.00
2	Exudación de asfalto	m2	L		9.25			6.30												15.55	
			M						1.50						14.25	31.85					47.60
			H									29.30									29.30
3	Fisuras en bloque	m2	L																	0.00	
			M													29.70				29.70	
			H																		0.00
5	Corrugaciones	m2	L									11.30								11.30	
			M							40.00				9.60							49.60
			H																53.15		53.15
7	Fisuras de borde	m	L																	0.00	
			M														10.30	3.70		14.00	
			H		38.20		18.20	22.80	12.00	5.00											110.20
10	Fisuras longitudinales y transversales	m	L																	21.60	
			M	38.30	14.15	75.30	11.00			25.70	28.80	12.20	22.70	72.00	47.85	43.70	28.00	24.70		444.40	
			H	39.80	11.05	101.40				52.60	28.30	32.50	56.60	14.60	52.15	45.20	84.90	10.20		529.30	
11	Parcheo	m2	L	12.40											18.00	32.70		15.80		78.90	
			M																		0.00
			H	16.00		10.55							12.50								39.05
19	Desprendimiento de agregados	m2	L									35.70								35.70	
			M	21.70		10.70		22.00	20.80				21.50	11.10	13.50	16.90	7.50	5.80	5.75	157.25	
			H	5.00	43.35	6.15	36.15	29.80	29.70	20.80			21.90	20.00	30.80		28.40	38.10		310.15	

La tabla 28 muestra que las Fisuras Longitudinales y Transversales tienen altos valores totales en severidades baja (444.40 m) y media (529.30 m), siendo las más prevalentes. El desprendimiento de agregados también es significativo, especialmente en severidad media (310.15 m) y alta (126.35 m). Las corrugaciones se concentran en severidad alta (53.15m), mientras que las fisuras de borde y el parcheo tienen menos fallas.

Tabla 29

Fallas superficiales identificados en las unidades de muestra no representativas utilizando el método tradicional PCI

Nº	TIPO DE FALLAS	UND. DE MEDIDA	NIVEL DE SEVERIDAD	UM4	UM15	UM25	UM34	UM46	UM62	UM70	UM88	UM106	UM162	UM167	UM188	UM204	UM238	UM281	SUBTOTAL		
1	Piel de cocodrilo	m2	L						26.50	20.15	6.85	23.20		22.45					99.15		
			M																		0.00
			H																		0.00
2	Exudación de asfalto	m2	L		20.25				92.00		39.65			62.30				3.70		217.90	
			M			36.00			9.60				0.20	42.8		25.30		34.25			148.15
			H																33.70		33.70
3	Fisuras en bloque	m2	L					6.50												0.00	
			M																		6.50
			H																		0.00
5	Corrugaciones	m2	L									29.75								29.75	
			M						16.25	21.85											38.10
			H																		0.00
7	Fisuras de borde	m	L										12.4		6.40					18.80	
			M	21.30							30.30	22.60						8.85			83.05
			H																		0.00
10	Fisuras longitudinales y transversales	m	L		46.60	27.70	35.90	64.20					8.4				45.90	35.10		263.80	
			M	65.80	53.20	42.80		53.70				14.9				3.50	32.50	30.00			296.40
			H	71.90			49.90	38.00										51.30	21.50		232.60
11	Parcheo	m2	L																	0.00	
			M				25.40														25.40
			H				9.00														9.00
19	Desprendimiento de agregados	m2	L						26.50	20.15	6.85	23.20		22.45						99.15	
			M																		0.00
			H																		0.00

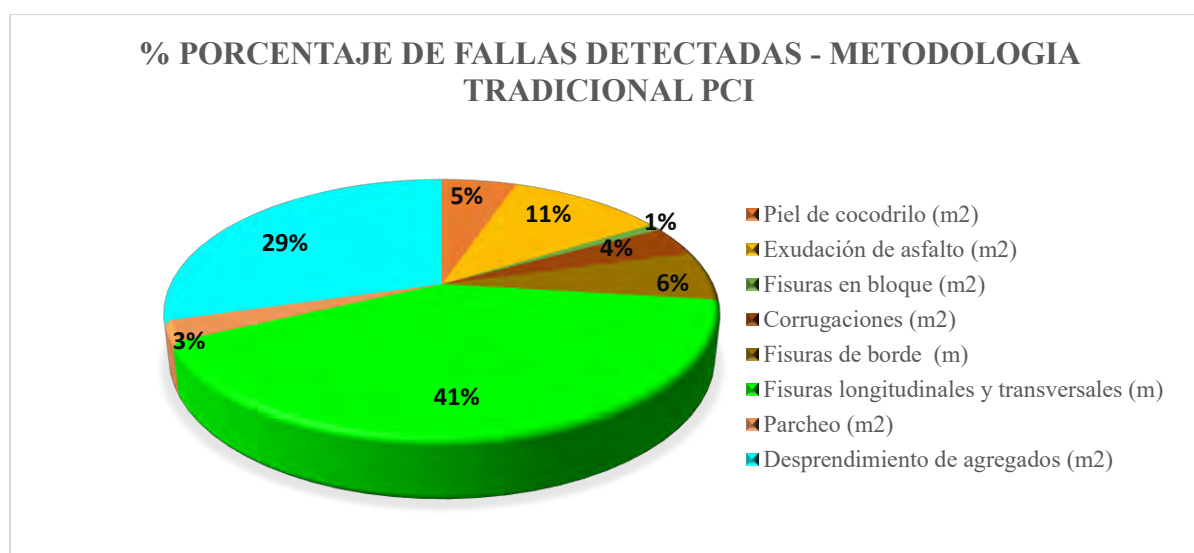
Nota. La tabla presenta el metrado de cada tipo de falla en las unidades de muestra, clasificado según su nivel de severidad.

La tabla 29 muestra que las fisuras longitudinales y transversales son predominantes, con altos valores en severidades media (296.40 m). El desprendimiento de agregados también es significativo, especialmente en severidad alta (277.40 m²). Las exudaciones de asfalto tienen mayor incidencia en severidad baja (217.90 m²). La piel de cocodrilo y fisuras en bloque presentan menor severidad y extensión, con 99.15 m² y 6.50 m² respectivamente, en severidad baja y media.

Tabla 30*Porcentaje de fallas detectadas en las UM- Metodología tradicional PCI*

Tipo de fallas	Und. De medida	Cantidad	Porcentaje de fallas detectadas
Piel de cocodrilo (m2)	m2	195.85	4.44%
Exudación de asfalto (m2)	m2	492.20	11.16%
Fisuras en bloque (m2)	m2	36.20	0.82%
Corrugaciones (m2)	m2	181.90	4.12%
Fisuras de borde (m)	m	247.65	5.61%
Fisuras longitudinales y transversales (m)	m	1847.70	41.89%
Parqueo (m2)	m2	108.50	2.46%
Desprendimiento de agregados (m2)	m2	1301.00	29.49%
TOTAL			100.00%

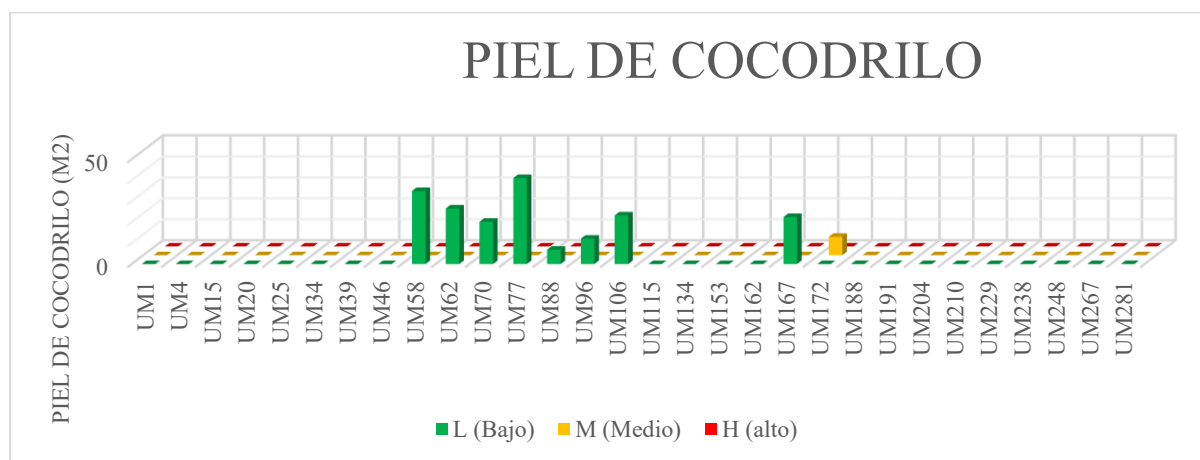
La Tabla 30 indica que la falla más frecuente es fisuras longitudinales y transversales con 1847.70 m. Los Desprendimientos de Agregados es la segunda más común con 1301.00 m². En contraste, las Fisuras en Bloque son las menos detectadas con 36.20 m².

Figura 48*Porcentaje total de fallas detectadas- Metodología tradicional PCI*

La figura 48 indica que la falla más frecuente es fisuras longitudinales y transversales con (41.00%). La Exudación de Asfalto es la segunda más común con (11.00%). En contraste, las Fisuras en Bloque son las menos detectadas con (1.00%).

Figura 49

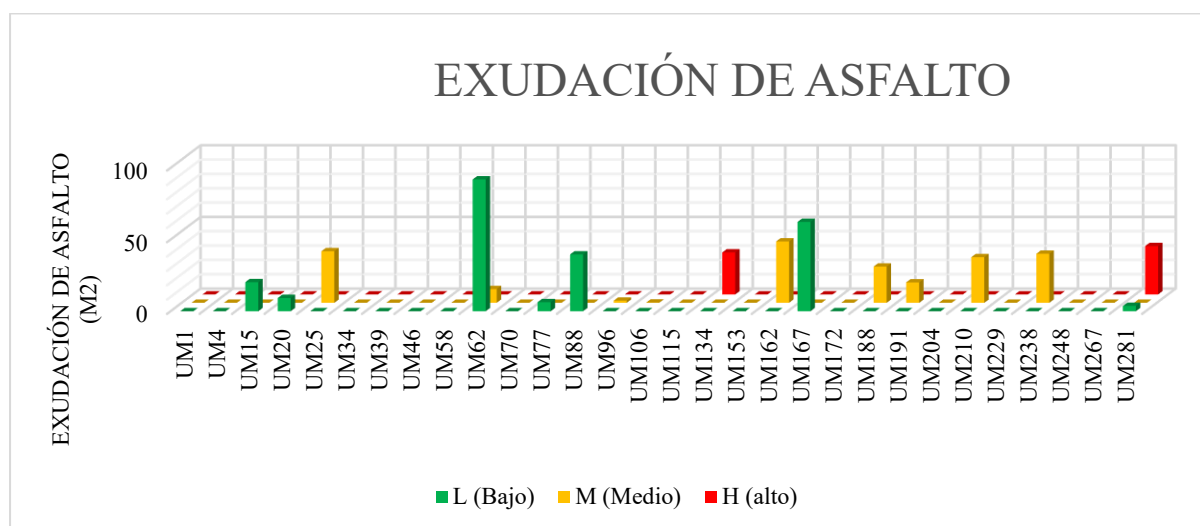
Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Piel de Cocodrilo.



La figura 49 muestra que la mayoría de los daños causados por la piel de cocodrilo presentan una severidad baja. El valor más alto se registra en la UM 77, con 41.00 m² afectados, mientras que el valor más bajo se observa en la UM 88, con 6.85 m².

Figura 50

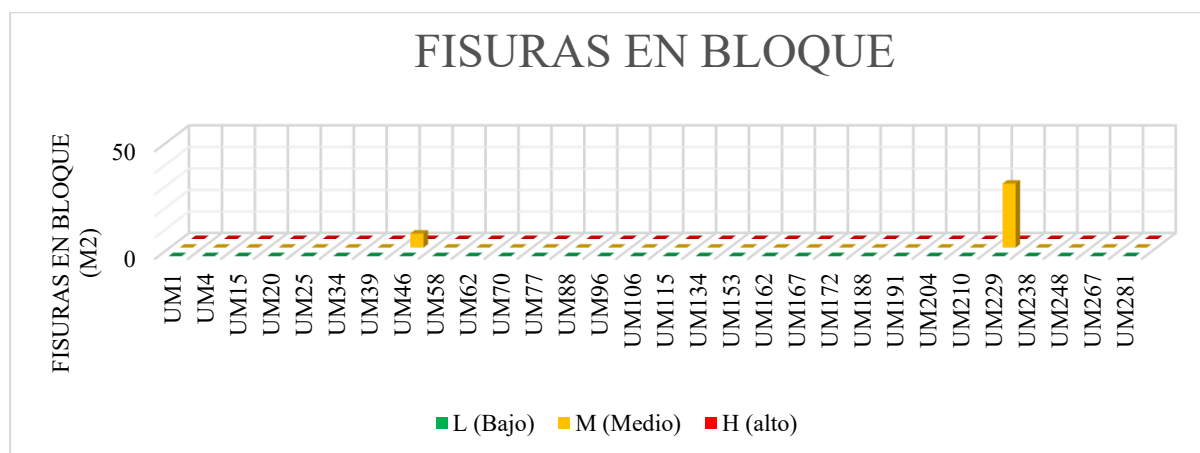
Distribución de deterioros en las UM – método tradicional PCI, Exudación de asfalto



La Figura 50 muestra la distribución del área afectada por exudación de asfalto. La severidad baja es la más común, con la UM62 destacando con 92.00 m². En el nivel medio, la UM162 es la más representativa, con 42.80 m².

Figura 51

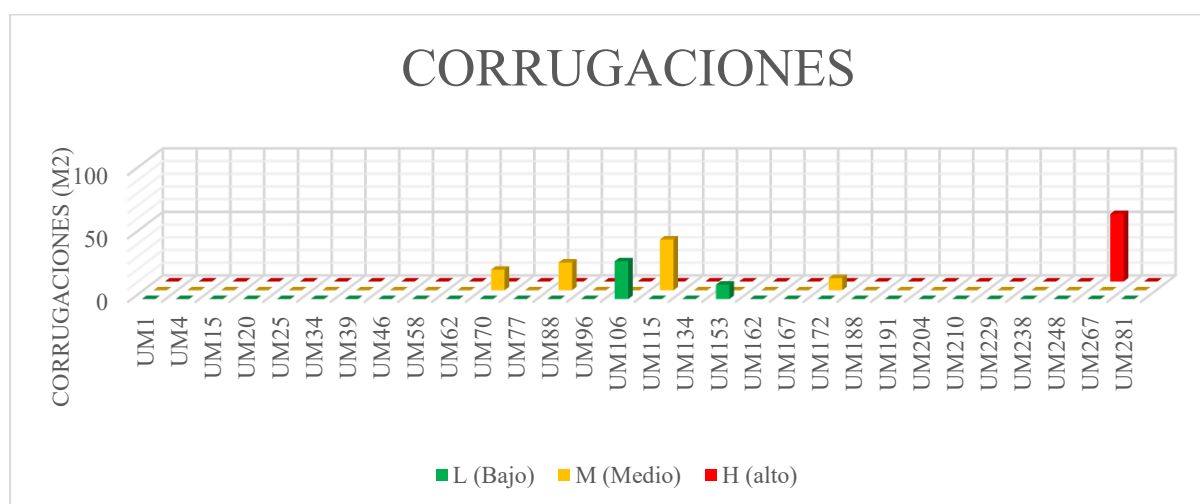
Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Fisuras en bloque



La figura 51 muestra que las fisuras en bloque están clasificadas completamente como severidad media. El valor más alto se registra en la UM 229, con 29.70 m² afectados, mientras que el valor más bajo se observa en la UM 46, con 6.50 m².

Figura 52

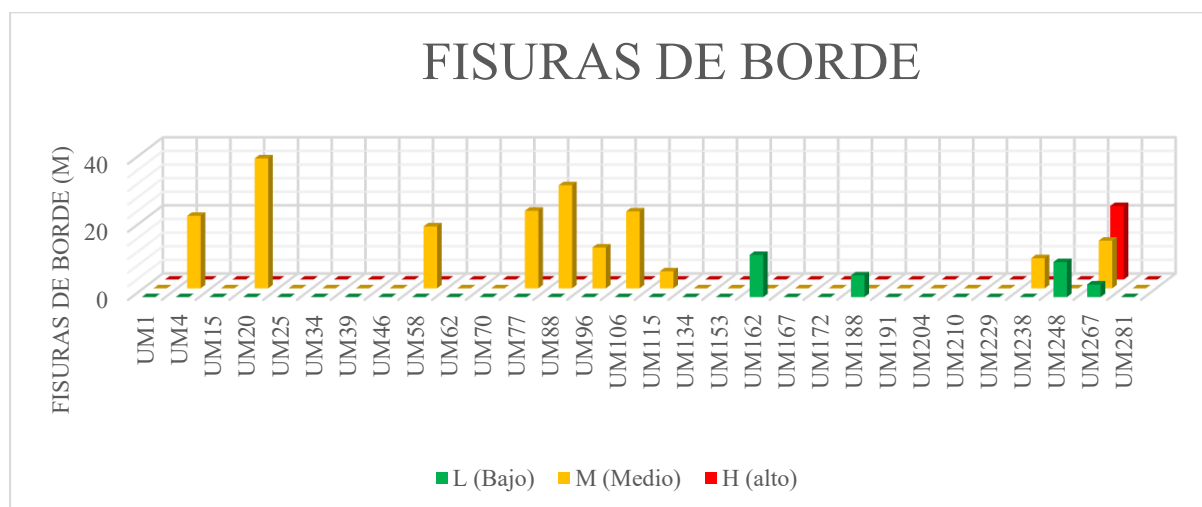
Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Corrugaciones



La Figura 52 presenta una distribución balanceada de corrugaciones en tres niveles de severidad. En el nivel bajo, la mayor área corresponde a la UM106, con 29.75 m². En el nivel medio, la UM115 es la más destacada, con un área de 40.00 m². Finalmente, en el nivel alto, la UM267 es la más representativa, con un área de 53.15 m².

Figura 53

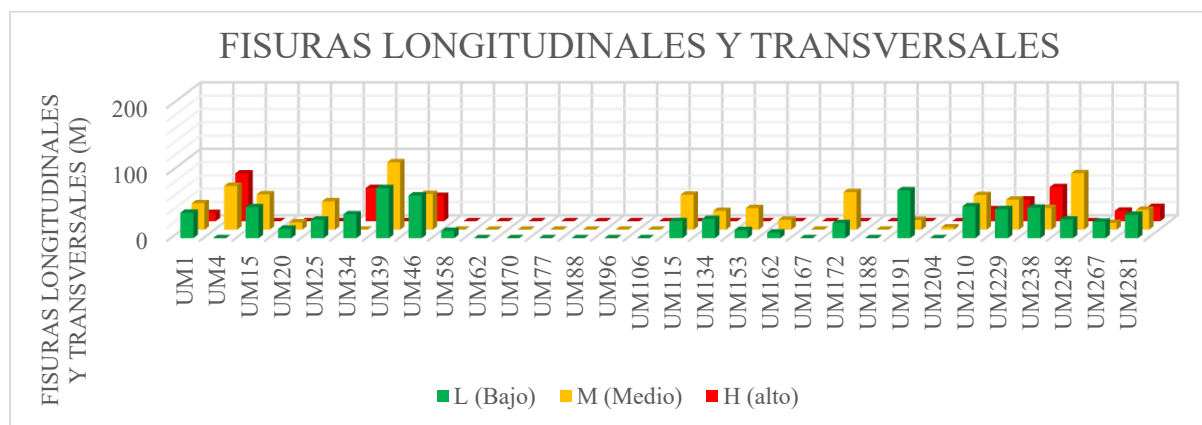
Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Fisuras de borde



La figura 53 muestra que la mayoría de los daños causados por las fisuras de borde presentan una severidad media. El valor más alto se registra en la UM20, con 38.20 mL afectados, mientras que el valor más bajo se observa en la UM115, con 5.00 mL.

Figura 54

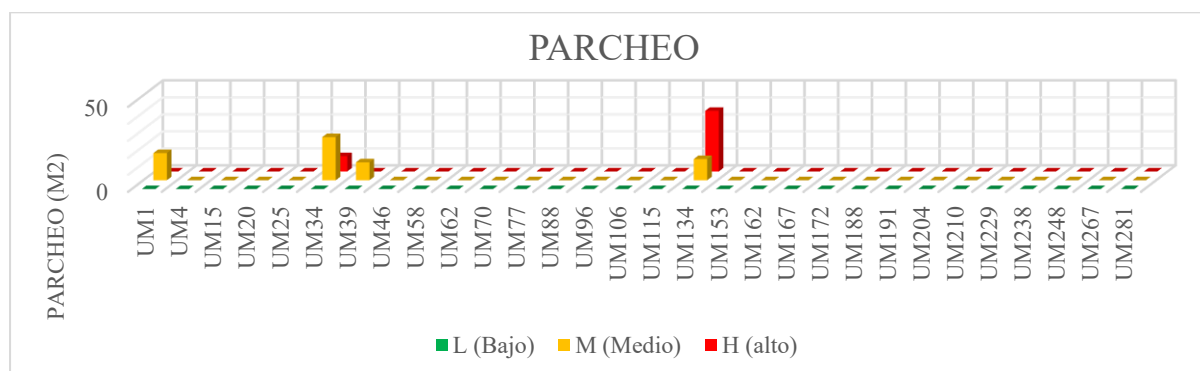
Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Fisuras longitudinales



La Figura 54 presenta una distribución balanceada de fisuras longitudinales y transversales en tres niveles de severidad. En el nivel bajo, la mayor área corresponde a la UM39, con 75.30 mL. En el nivel medio, la UM39 es la más destacada, con un área de 101.40 mL. Finalmente, en el nivel alto, la UM4 es la más representativa, con un área de 71.90 mL.

Figura 55

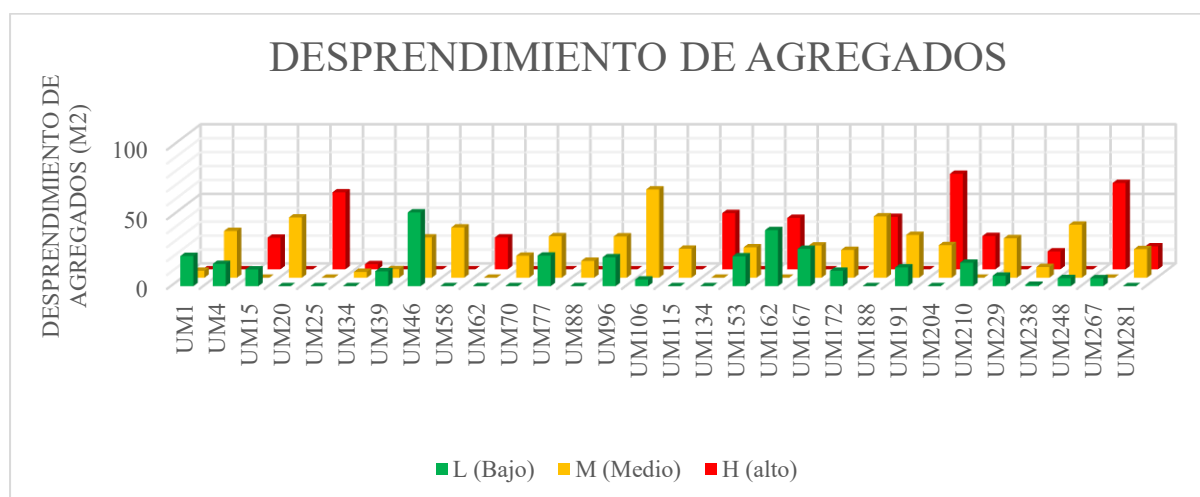
Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Parcheo



La figura 55 muestra que el parcheo tiene una distribución casi equitativa entre severidades media y alta. En el nivel medio, la UM34 es la más destacada, con un área de 25.40 m². Finalmente, en el nivel alto, la UM134 es la más representativa, con un área de 35.70 m².

Figura 56

Distribución de deterioros en las UM -método tradicional PCI, Desprendimiento de agregados



La Figura 56 muestra una distribución bastante equilibrada del área afectada por desprendimiento de agregados. En el nivel bajo, la mayor área corresponde a la UM46, con 53.00 m². En el nivel medio, la UM106 es la más destacada, con un área de 63.45 m². Finalmente, en el nivel alto, la UM204 es la más representativa, con un área de 68.65 m².

3.2.3. Tabla de resultados de PCI de las unidades de muestra

Tabla 31

Índice de Condición de cada Unidad de Muestra utilizando el método PCI

Nº	Unidades de muestra	Pro. Inicial (Km)	Pro. Final (Km)	Área (m2)	Falla significativa	PCI Tradicional	Clasificación del Pavimento	Simbología (Color)
1	UM1	60 + 000.0	60 + 035.4	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	49	Regular	
2	UM4	60 + 106.2	60 + 141.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	28	Malo	
3	UM15	60 + 495.6	60 + 531.0	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	44	Regular	
4	UM20	60 + 672.6	60 + 708.0	230.1	Desprendimiento de agregados	64	Bueno	
5	UM25	60 + 849.6	60 + 885.0	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	37	Malo	
6	UM34	61 + 168.2	61 + 203.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	22	Muy malo	
7	UM39	61 + 345.2	61 + 380.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	50	Regular	
8	UM46	61 + 593.0	61 + 628.4	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	33	Malo	
9	UM58	62 + 017.8	62 + 053.2	230.1	Piel de cocodrilo	52	Regular	
10	UM62	62 + 159.4	62 + 194.8	230.1	Exudación de asfalto	41	Regular	
11	UM70	62 + 442.6	62 + 478.0	230.1	Piel de cocodrilo	47	Regular	
12	UM77	62 + 690.4	62 + 725.8	230.1	Desprendimiento de agregados	52	Regular	
13	UM88	63 + 079.8	63 + 115.2	230.1	Exudación de asfalto	48	Regular	
14	UM96	63 + 363.0	63 + 398.4	230.1	Desprendimiento de agregados	65	Bueno	
15	UM106	63 + 717.0	63 + 752.4	230.1	Desprendimiento de agregados	46	Regular	
16	UM115	64 + 035.6	64 + 071.0	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	38	Malo	
17	UM134	64 + 708.2	64 + 743.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	12	Muy malo	
18	UM153	65 + 380.8	65 + 416.2	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	49	Regular	
19	UM162	65 + 699.4	65 + 734.8	230.1	Desprendimiento de agregados	40	Malo	
20	UM167	65 + 876.4	65 + 911.8	230.1	Exudación de asfalto	57	Bueno	
21	UM172	66 + 053.4	66 + 088.8	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	35	Malo	
22	UM188	66 + 619.8	66 + 655.2	230.1	Desprendimiento de agregados	43	Regular	
23	UM191	66 + 726.0	66 + 761.4	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	64	Bueno	
24	UM204	67 + 186.2	67 + 221.6	230.1	Desprendimiento de agregados	35	Malo	
25	UM210	67 + 398.6	67 + 434.0	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	32	Malo	
26	UM229	68 + 071.2	68 + 106.6	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	38	Malo	
27	UM238	68 + 389.8	68 + 425.2	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	30	Malo	
28	UM248	68 + 743.8	68 + 779.2	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	54	Regular	
29	UM267	69 + 416.4	69 + 451.8	230.1	Desprendimiento de agregados	10	Muy malo	
30	UM281	69 + 912.0	69 + 947.4	230.1	Fisuras longitudinales y transversales	28	Malo	
PROMEDIO PCI						41	REGULAR	

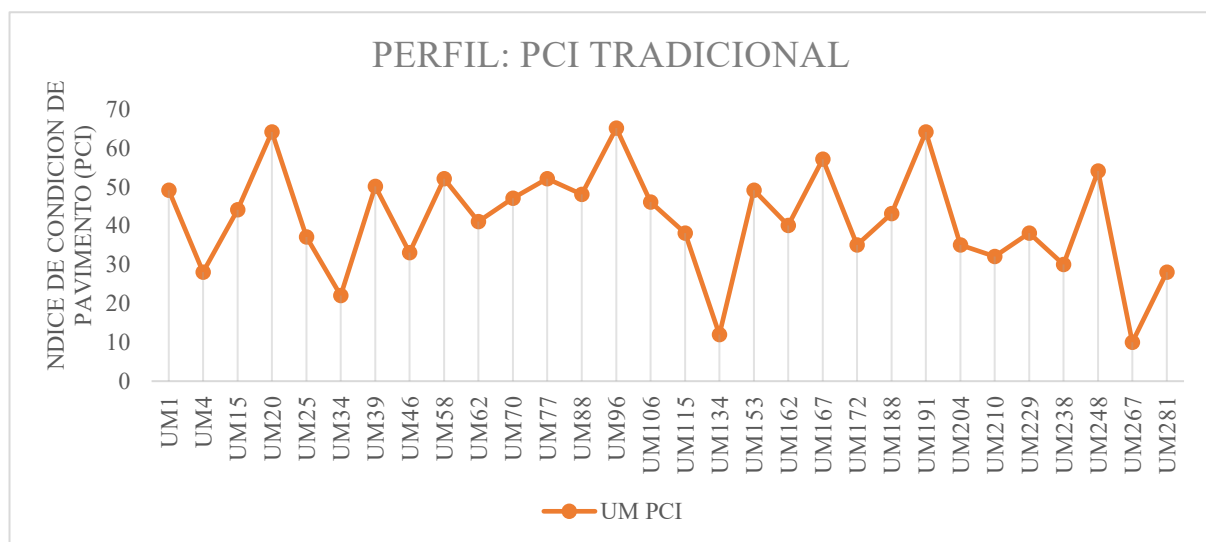
La Tabla 31 muestra que las fisuras longitudinales y transversales son la falla más común, resultando en un promedio **PCI de 41** y clasificación **regular**.

3.2.4. Perfil del PCI de la carretera

A continuación, se presenta el perfil del índice de condición del pavimento para las 30 unidades de muestra de la carretera en estudio, utilizando el método tradicional del PCI.

Figura 57

Perfil de los resultados de las unidades de muestra utilizando el método tradicional PCI



La figura 57 presenta el perfil de los resultados de las unidades de muestra utilizando el método tradicional PCI. Este índice refleja el estado del pavimento en cada sección evaluada, con valores que varían entre 12 y 65, indicando el rango de condiciones desde muy malas hasta buena.

3.2.5. Condición del pavimento mediante el método tradicional PCI

De acuerdo con Vásquez Velara (2002), si se emplearon unidades de muestreo adicionales y se detectaron fallas puntuales que no debían ser generalizadas, se les asignó un PCI específico o adicional. En este caso, se utiliza un promedio ponderado calculado mediante la fórmula adecuada.

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

Por consiguiente, se obtuvo un **Índice de condición del pavimento de 43.21**, lo que indicó que el pavimento flexible de la carretera Jaén – San Ignacio Km 60+000 – Km 70+000, se encontraba en un **estado regular**.

Seguidamente, se presentan los porcentajes que muestran las diferentes condiciones del pavimento a lo largo de la carretera Jaén – San Ignacio Km 60+000 – Km 70+000.

Tabla 32

Porcentaje que indica el estado del pavimento de la Carretera Jaén-San Ignacio km 60+000 – km 70+000, evaluado mediante el método PCI.

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	UNIDAD DE MUESTREO	% TOTAL DE PCI
Bueno	4	13.33%
Regular	12	40.00%
Malo	11	36.67%
Muy malo	3	10.00%

La tabla 32 indica que la evaluación de las 30 unidades de muestra de la carretera Jaén – San Ignacio km 60+000 – km 70+000, se encuentra en su mayoría en condición regular (40.00%) y mala (36.67%). Solo un 13.33% del pavimento está en buen estado, mientras que el 10.00% está en estado muy malo.

No se registraron tramos en estado excelente, muy bueno o fallado. Esto sugiere que una gran parte del pavimento requiere rehabilitación y mantenimiento

3.3. Comparar el tiempo y precisión de los datos recopilados por el VANT en la detección de la condición del pavimento, contrastándola con los resultados obtenidos mediante el método PCI.

3.3.1. Comparación de tiempo entre la metodología VANT y PCI

Al comparar el tiempo de los datos recopilados por el VANT en la detección de la condición del pavimento con los resultados obtenidos mediante el método tradicional PCI, se obtuvieron diferencias significativas (Ver anexo 7).

El siguiente cuadro indica el tiempo y la cantidad de personal que se requirió para recolectar datos en campo.

Tabla 33

Procesamiento de datos recolectados en campo

Tipo de evaluación	Cant. de personal (H)	Días	Cant. (h/día)	Cant. Horas (H)	Cant. Horas Hombre (HH)	Cantidad UM	Ratio
PCI usando Dron DJI Phantom 4 RTK	2	1	6	6	12	30	0.4
PCI convencional	4	6	7	42	168	30	5.60

La Tabla 33 muestra las horas-hombre empleadas en la recolección de datos en campo. El VANT requirió 12 horas-hombre, mientras que la metodología tradicional necesitó 168 horas-hombre. Esto resultó en un ratio de 0.4 para el VANT y de 5.60 para la metodología tradicional.

En el siguiente cuadro se detalla el tiempo requerido para procesar los datos en gabinete.

Tabla 34

Procesamiento de datos recolectados en gabinete

Tipo de evaluación	Cant. de personal	Días	Cant. (h/día)	Cant. Horas (H)	Cant. Horas Hombre (HH)	Cantidad UM	Ratio
PCI usando Dron DJI Phantom 4 RTK V2.0	2	6	7	42	84	30	2.80
PCI convencional	2	4	7	28	56	30	1.87

La Tabla 34 muestra que la recolección de datos en gabinete requirió 84 horas-hombre para el VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado) y 56 horas-hombre para la metodología

tradicional, resultando en ratios de eficiencia de 2.87 para el VANT y 1.87 para la metodología tradicional.

Tabla 35

Total de horas hombre usadas para las metodologías VANT y PCI.

Tipo de evaluación	Cant. Horas Hombre (HH)		Total (HH)	Cantidad UM	Ratio
	Campo	Gabinete			
PCI usando Dron Phantom 4 RTK V2.0	12	84	96	30	3.20
PCI convencional	168	56	224	30	7.47

La Tabla 35 muestra el total de horas-hombre utilizadas en ambas metodologías, 96 horas-hombre para el VANT y 224 horas-hombre para la metodología tradicional, con ratios de 3.20 para el VANT y 7.47 para el PCI tradicional.

Tabla 36

Rendimiento en horas-hombre para cada metodología

Tipo de evaluación	Área de muestra (m2)	Cantidad de muestras	Total (m2)	Total, de trabajo campo y gabinete (HH)	Rendimiento	Relación HH, DRON Y PCI Convencional	Reducción tiempo del Dron en HH
PCI usando Dron	230	30	6900	96	0.014 hh/m2	43%	57%
PCI convencional				224	0.032 hh/m2		

La Tabla 36 muestra la eficiencia de cada método de inspección al calcular el tiempo requerido por metro cuadrado, revelando que el uso del dron DJI Phantom 4 RTK reduce los tiempos de inspección en un 57% HH en comparación con el método tradicional PCI.

3.3.2. Comparación de precisión entre la metodología VANT y PCI

En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos mediante el Método tradicional PCI y el uso de un dron, los cuales se comparan para calcular el valor absoluto de la diferencia del PCI. (Ver Anexo 7).

Tabla 37*Diferencia de valor absoluto del PCI entre el método tradicional PCI y método VANT*

UM	Área (m ²)	Progresiva		Método usando Dron		Método PCI convencional		Diferencia en valor absoluto
		Inicial	Final	PCI	Clasificación	PCI	Clasificación	
1	230.1	60 + 000.0	60 + 035.4	49	Regular	49	Regular	0
2	230.1	60 + 106.2	60 + 141.6	31	Malo	28	Malo	3
3	230.1	60 + 495.6	60 + 531.0	44	Regular	44	Regular	0
4	230.1	60 + 672.6	60 + 708.0	67	Bueno	64	Bueno	3
5	230.1	60 + 849.6	60 + 885.0	39	Malo	37	Malo	2
6	230.1	61 + 168.2	61 + 203.6	23	Muy Malo	22	Muy malo	1
7	230.1	61 + 345.2	61 + 380.6	52	Regular	50	Regular	2
8	230.1	61 + 593.0	61 + 628.4	36	Malo	33	Malo	3
9	230.1	62 + 017.8	62 + 053.2	53	Regular	52	Regular	1
10	230.1	62 + 159.4	62 + 194.8	42	Regular	41	Regular	1
11	230.1	62 + 442.6	62 + 478.0	49	Regular	47	Regular	2
12	230.1	62 + 690.4	62 + 725.8	52	Regular	52	Regular	0
13	230.1	63 + 079.8	63 + 115.2	50	Regular	48	Regular	2
14	230.1	63 + 363.0	63 + 398.4	60	Bueno	65	Bueno	5
15	230.1	63 + 717.0	63 + 752.4	49	Regular	46	Regular	3
16	230.1	64 + 035.6	64 + 071.0	33	Malo	38	Malo	5
17	230.1	64 + 708.2	64 + 743.6	16	Muy Malo	12	Muy malo	4
18	230.1	65 + 380.8	65 + 416.2	50	Regular	49	Regular	1
19	230.1	65 + 699.4	65 + 734.8	40	Malo	40	Malo	0
20	230.1	65 + 876.4	65 + 911.8	59	Bueno	57	Bueno	2
21	230.1	66 + 053.4	66 + 088.8	34	Malo	35	Malo	1
22	230.1	66 + 619.8	66 + 655.2	45	Regular	43	Regular	2
23	230.1	66 + 726.0	66 + 761.4	65	Bueno	64	Bueno	1
24	230.1	67 + 186.2	67 + 221.6	35	Malo	35	Malo	0
25	230.1	67 + 398.6	67 + 434.0	33	Malo	32	Malo	1
26	230.1	68 + 071.2	68 + 106.6	39	Malo	38	Malo	1
27	230.1	68 + 389.8	68 + 425.2	33	Malo	30	Malo	3
28	230.1	68 + 743.8	68 + 779.2	55	Regular	54	Regular	1
29	230.1	69 + 416.4	69 + 451.8	12	Muy Malo	10	Muy malo	2
30	230.1	69 + 912.0	69 + 947.4	32	Malo	28	Malo	4

La Tabla 37 presenta los resultados de la evaluación de la condición de cada tramo seleccionado, junto con su clasificación correspondiente. Además, muestra la diferencia en valor absoluto entre las distintas metodologías, destacando que los valores más altos de diferencia son 5, 4 y 3.

Tabla 38

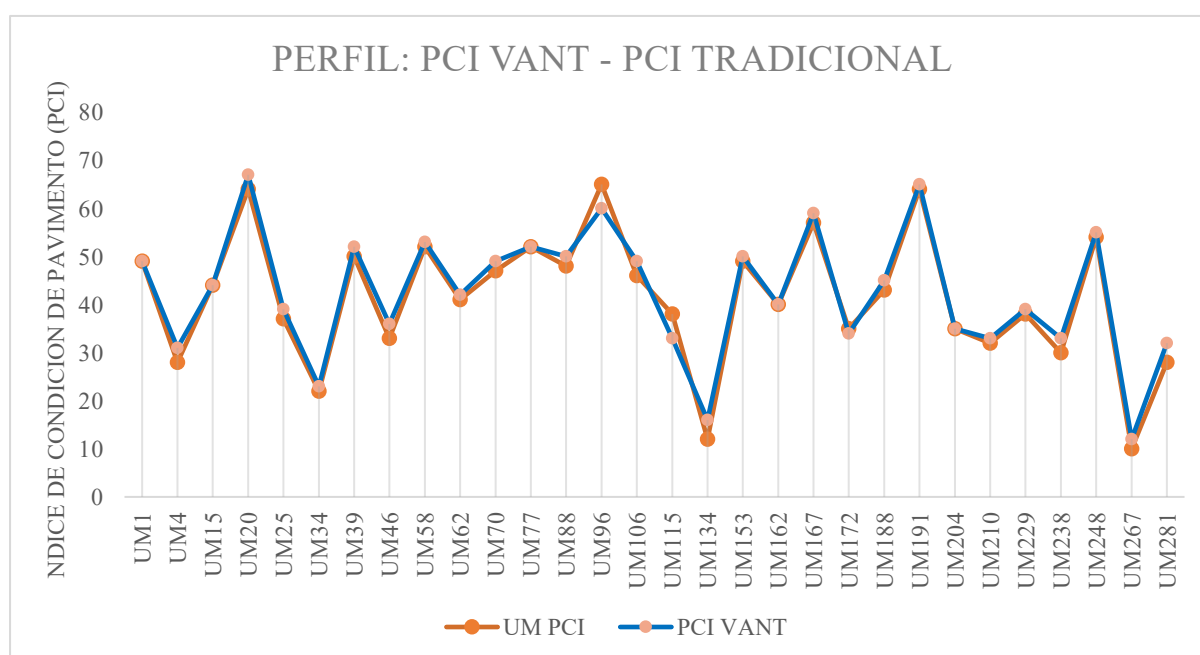
Clasificación de la condición superficial por el método tradicional PCI y método VANT

Tipo de evaluación	Valor PCI	Clasificación
Método tradicional PCI	41	Regular
Método VANT	43	Regular

La Tabla 38 presenta la clasificación de la condición superficial del pavimento. Según el método tradicional PCI, se obtuvo un valor de 41, lo que indica una condición regular. Por otro lado, el método VANT arroja un valor de 43, también indicando una condición regular.

Figura 58

Comparación de los valores de PCI en cada unidad de muestra



En el software IBM SPSS Statistics 21, se generó el siguiente cuadro a partir de la prueba de muestras relacionadas.

Figura 59

Prueba de muestras relacionadas en el software SPSS

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	METODO_VANT - METODO_TRADI	-1,13333	2,08001	,37976	-1,91002	-,35665	-2,984	29	,060	

El p-valor obtenido de significancia fue de 0.060, lo cual es superior al nivel de significancia establecido de $\alpha = 0.05$ ($p\text{-valor} = 0.060 > \alpha = 0.05$). Esto indica que no hay una diferencia significativa entre las medidas de los dos métodos. Confirmando que la metodología VANT presenta datos precisos.

3.4. Zonas de riesgo del pavimento flexible tramo Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 a partir de los datos recopilados del vehículo aéreo no tripulado

3.4.1. Identificación de peligros

Con base en las condiciones físicas naturales encontradas en la zona, los peligros identificados que afectan el lugar de investigación se sintetizan en la tabla 39.

Tabla 39

Peligros detectados en el tramo de estudio

TIPO DE FENÓMENO	PELIGROS PRESENTE EN TALUDES
Fenómenos de geodinámica externa	Deslizamientos de tierra, rocas, erosión
Fenómenos Meteorológicos	Desborde de ríos y quebradas

3.4.1.1. Niveles de peligro

Se calcularon los pesos ponderados de los parámetros relacionados con las pendientes del terreno, las unidades geológicas, las unidades geomorfológicas, la precipitación y la saturación del suelo, en función de los efectos de deslizamientos y las caídas de rocas a lo largo

del tramo en estudio, tal como se muestra en el anexo 8. Con los valores obtenidos, se establecieron escalas de niveles de peligrosidad, las cuales se detallan en la tabla 40.

Tabla 40

Niveles de peligrosidad

NIVEL DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO		
Peligro Muy Alto	Predomina: Saturación del suelo "Altamente Saturado", con pendientes [30°-50°> y pendientes mayores que 50°, unidad geomorfológica RMC-ri: Relieve colinado en rocas intrusivas y RMC-rv: Relieve colinado en rocas volcánicas, unidad geológica NM-be: Formación bellavista, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P<= 19.1 mm"	0.263	≤ P <	0.473
Peligro Alto	Predomina: Saturación del suelo "Muy húmedo", con pendientes [15°-30°>, unidad geomorfológica SCA-rs: Altiplanicie aluvial en rocas sedimentarias, unidad geológica Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P<= 19.1 mm"	0.143	≤ P <	0.263
Peligro Medio	Predomina: Saturación del suelo "Húmedo", con pendientes [5°-15°>, unidad geomorfológica T: Terrazas aluviales, unidad geológica Qp-ta: Formación Tamborapa, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P<= 19.1 mm"	0.077	≤ P <	0.143
Peligro Bajo	Predomina: Saturación del suelo "[0% - 25%>: Seco"] y [25% - 50%>: Húmedo]", con pendientes menores que 5°, unidad geomorfológica Lli: Llanura y Ab: Abanico de piedemonte, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P<= 19.1 mm"	0.043	≤ P <	0.077

Nota. Adaptado de CENEPRED (2014)

De manera particular, al estudiar los fenómenos naturales que ocurren dentro del ámbito del proyecto, se puede destacar lo siguiente:

- Según las pendientes del terreno, la geomorfología y la geología, el peligro de deslizamientos y caídas de rocas se clasifica como "Muy alto" y "Alto".
- Las zonas con mayor peligro potencial y volumen de material susceptible de contribuir a un deslizamiento se encuentran entre las progresivas: Km 61+918.56 al 61+928.98, Km 67+671.22 al 67+800.54, Km 67+899.85 al 68+038.19, Km 69+586.66 al 69+628.91, Km 61+867.62 al 62+070.89, Km 66+802.40 al 66+920.71 y Km 69+572.65 al 69+661.97. , lo cual se aprecia en el mapa del anexo 12.

3.4.2. Identificación de vulnerabilidades

La vulnerabilidad fue evaluada considerando tres aspectos clave: exposición, fragilidad y resiliencia, utilizando el método PAJ para calcular el peso relativo de cada parámetro. Con base en los datos obtenidos y los cálculos detallados en el anexo 8, se elaboró la matriz de valoración de vulnerabilidad, que se presenta en la tabla 41.

Tabla 41

Niveles de vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO		
Muy Alta	<p>Exposición: Ubicación en zona de alta pendiente y taludes inestables. Alta frecuencia de lluvias intensas y sismos. Infraestructuras cercanas a taludes sin medidas de protección. Población altamente expuesta a desastres.</p> <p>Fragilidad: Infraestructuras mal construidas y sin mantenimiento adecuado. Uso agrícola o urbanización intensiva en áreas inestables. Poca o nula gestión del riesgo.</p> <p>Resiliencia: Baja capacidad de respuesta ante emergencias. Escasos recursos para la recuperación y la reconstrucción. Poca o nula preparación en la comunidad. No existe un plan de mitigación.</p>	0.265	$\leq v <$	0.481
Alta	<p>Exposición: Zonas de pendiente moderada a alta, con riesgo de deslizamientos frecuentes debido a lluvias intensas o actividad sísmica. Carreteras y caminos de acceso en riesgo.</p> <p>Fragilidad: Población en riesgo, debido a la falta de planificación en el uso de la tierra y taludes inestables. Infraestructura de transporte y servicios limitados, con protección insuficiente contra desastres.</p> <p>Resiliencia: Existen algunos planes de respuesta, pero son insuficientes. Algunas medidas de protección (barreras o muros de contención), pero con recursos limitados para la respuesta ante desastres.</p>	0.140	$\leq v <$	0.265
Media	<p>Exposición: Áreas con pendiente moderada y algunos taludes estables. Los deslizamientos son menos frecuentes y se producen principalmente por lluvias extremas o actividad</p> <p>Fragilidad: Población rural dispersa y viviendas construidas en zonas de riesgo moderado. Algunas infraestructuras agrícolas o rurales no están protegidas adecuadamente, pero los asentamientos son menos densos.</p> <p>Resiliencia: Planes básicos de respuesta a desastres, pero con capacidades limitadas. La comunidad tiene algún nivel de preparación en términos de evacuación y medidas preventivas, como drenajes o barreras en algunos puntos críticos.</p>	0.073	$\leq v <$	0.140
Baja	<p>Exposición: Zonas rurales de baja pendiente con terreno estable. Deslizamientos muy poco frecuentes. Las vías de acceso son seguras y las precipitaciones no generan grandes riesgos.</p> <p>Fragilidad: Poca densidad poblacional y viviendas dispersas en terrenos seguros. Las viviendas son generalmente más resistentes y los servicios básicos están disponibles.</p> <p>Resiliencia: La comunidad tiene capacidad para enfrentar desastres, acceso a servicios básicos y viviendas de buena calidad. La infraestructura rural está mantenida y con planes de contingencia en caso de desastres.</p>	0.041	$\leq v <$	0.073

Nota. Adaptado de CENEPRED (2014)

3.4.3. Identificación de riesgos

Se identificaron los peligros a los que está expuesta el área geográfica en estudio y se evaluó el nivel de susceptibilidad al deslizamiento, considerando los factores que influyen en la vulnerabilidad. Con esta información, se procedió a integrar los distintos elementos para determinar el nivel de riesgo en la zona analizada, tal como se presenta en el anexo 8. Para este análisis, se utilizó la tabla 42, que muestra la escala de los posibles niveles de riesgo.

Tabla 42

Niveles de riesgo

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGO		
Muy Alto	<p>Predomina: Saturación del suelo "Altamente Saturado", con pendientes [30°-50°> y pendientes mayores que 50°, unidad geomorfológica RMC-ri: Relieve colinado en rocas intrusivas y RMC-rv: Relieve colinado en rocas volcánicas, unidad geológica NM-be: Formación bellavista, con escenario crítico factor+C6:C8 desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm"</p> <p>Fragilidad: Infraestructuras mal construidas y sin mantenimiento adecuado. Uso agrícola o urbanización intensiva en áreas inestables. Poca o nula gestión del riesgo.</p> <p>Resiliencia: Baja capacidad de respuesta ante emergencias. Escasos recursos para la recuperación y la reconstrucción. Poca o nula preparación en la comunidad. No existe un plan de mitigación.</p>	0.077	≤ R <	0.228
Alto	<p>Predomina: Saturación del suelo "Muy húmedo", con pendientes [15°-30°>, unidad geomorfológica SCA-rs: Altiplanicie aluvial en rocas sedimentarias, unidad geológica Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm"</p> <p>Fragilidad: Población en riesgo, debido a la falta de planificación en el uso de la tierra y taludes inestables. Infraestructura de transporte y servicios limitados, con protección insuficiente contra desastres.</p> <p>Resiliencia: Existen algunos planes de respuesta, pero son insuficientes. Algunas medidas de protección (barreras o muros de contención), pero con recursos limitados para la respuesta ante desastres.</p>	0.020	≤ R <	0.077
Medio	<p>Predomina: Saturación del suelo "Húmedo", con pendientes [5°-15°>, unidad geomorfológica T: Terrazas aluviales, unidad geológica Qp-ta: Formación Tamborapa, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm"</p> <p>Fragilidad: Población rural dispersa y viviendas construidas en zonas de riesgo moderado. Algunas infraestructuras agrícolas o rurales no están protegidas adecuadamente, pero los asentamientos son menos densos.</p> <p>Resiliencia: Planes básicos de respuesta a desastres, pero con capacidades limitadas. La comunidad tiene algún nivel de preparación en términos de evacuación y medidas preventivas, como drenajes o barreras en algunos puntos críticos.</p>	0.006	≤ R <	0.020

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGO		
Bajo	<p>Predomina: Saturación del suelo "[0% - 25%>: Seco]" y [25% - 50%>: Húmedo]", con pendientes menores que 5°, unidad geomorfológica Lli: Llanura y Ab: Abanico de piedemonte, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm"</p> <p>Fragilidad: Poca densidad poblacional y viviendas dispersas en terrenos seguros. Las viviendas son generalmente más resistentes y los servicios básicos están disponibles.</p> <p>Resiliencia: La comunidad tiene capacidad para enfrentar desastres, acceso a servicios básicos y viviendas de buena calidad. La infraestructura rural está mantenida y con planes de contingencia en caso de desastres naturales.</p>	0.002	≤ R <	0.006

Nota. Adaptado de CENEPRED (2014)

La Tabla 42 presenta rangos específicos de riesgo, donde el nivel más bajo se encuentra entre 0.002 y 0.006, mientras que el nivel más alto oscila entre 0.077 y 0.228. Esto permite una cuantificación precisa del riesgo en la zona evaluada.

A partir de los datos procesados en el programa ArcGIS 10.5, se generó el mapa de riesgo que muestra los cuatro niveles de riesgo. Los resultados indican que:

- Se identificaron cuatro zonas con riesgo muy alto, caracterizadas por un mayor riesgo potencial y un volumen significativo de material susceptible de contribuir a un deslizamiento. Estas zonas se localizan entre las siguientes progresivas: (Km 61+918.56 – Km 61+928.98), (Km 67+671.22 – Km 67+800.54), (Km 67+899.85 – Km 68+038.19) y (Km 69+586.66 – Km 69+628.91), con rangos de riesgo que varían entre 0.070 y 0.228.
- Se identificaron tres zonas con riesgo alto, donde el volumen de material susceptible de contribuir a un deslizamiento presenta un riesgo potencial significativo. Estas zonas se ubican entre las siguientes progresivas: (Km 61+867.62 – Km 62+070.89), (Km 66+802.40 – Km 66+920.71) y (Km 69+572.65 – Km 69+661.97). Los rangos de riesgo en estas áreas varían entre 0.020 y 0.070, como se detalla en el mapa del anexo 12.

IV. DISCUSIÓN

Según los aportes de esta investigación, las fallas más comunes en la vía evaluada mediante la metodología VANT son las fisuras longitudinales y transversales (41.09%), seguidas del desprendimiento de agregados (29.45%), y las menos frecuentes, las fisuras en bloque (0.85%) y el parcheo (2.52%), el PCI promedio obtenido fue de 43, indicando un estado regular del pavimento. Se confirma la hipótesis planteada, ya que el uso del vehículo aéreo no tripulado permitió clasificar el pavimento como regular. Los hallazgos coinciden con los de Quispe (2021), quien evaluó 33 Unidades de Muestra en la Av. Miraflores, Comas, obteniendo un PCI de 50 y un 48% de grietas longitudinales y transversales, y con Paredes (2022), quien, al evaluar 20 muestras en la Carretera Saramiriza reportó un PCI de 46 y un 10.28% de fisuras longitudinales y transversales, ambos en condición regular. Estas similitudes se deben al uso del dron Phantom a 30 m de altura y el software de procesamiento. Sin embargo, nuestros resultados difieren de los de Ventura (2020), quien utilizó un dron DJI Mavic 2Pro a 27 m de altura en la Circunvalación Este, Huanta, y reportó como falla predominante la piel de cocodrilo 42.8% y un PCI de 23, lo que indica una condición pobre del pavimento. Estas diferencias se deben a las características del pavimento, el tipo de dron, la altura de vuelo y las condiciones específicas de cada estudio, como lo sugiere Malek (2023), ya que estos factores afectan la resolución de las imágenes y la precisión en la detección de fallas.

Según los hallazgos de esta investigación, las fallas más comunes en el pavimento flexible evaluado en 30 unidades muestrales del tramo km 60+000 al km 70+000 de la carretera Jaén - San Ignacio utilizando la metodología tradicional PCI, son las fisuras longitudinales y transversales, que afectan 1847.70 m (41.89%), seguidas por los desprendimientos de agregados, que abarcan 1301.00 m² (29.49%); además, el estado del pavimento se distribuye en 40.00% en estado regular, 36.67% en malo, 13.33% en bueno y 10.00% en muy malo, con un PCI promedio de 43, indicando un estado regular. Estos daños pueden atribuirse a las

condiciones climáticas adversas y un proceso constructivo deficiente. Comparando estos hallazgos difieren con lo investigado por Paliza (2022), quien evaluó un tramo de 32.36 km en la carretera 28G (Cusco – Pisac) y reportó fisuras longitudinales y transversales en el 11.94% de la superficie y desprendimientos de agregados en el 10.45%, con un PCI de 45.80 en estado regular. Asimismo, Cubas (2021) evaluó 18 muestras en la Av. Los Conquistadores, San Isidro, reportando un 36.7% de piel de cocodrilo y un PCI promedio de 59 de estado bueno. A su vez con Campos y Núñez (2021), que analizaron 887.5 m de la Av. Pacasmayo –Callao, obteniendo un PCI de 45 que refleja un estado regular. Las discrepancias con este estudio se deben a las diferencias funcionales entre las vías, ya que la primera es una carretera rural y las otras son avenidas urbanas, lo que, junto a la antigüedad del pavimento y a las variaciones climáticas, explica las diferencias en los resultados.

La evaluación realizada con el dron reveló que el levantamiento de 10 km se completó en 6 horas con 1 piloto y 1 ayudante, seguido de 42 horas para el procesamiento de datos. En comparación, el método tradicional necesitaba 42 horas con 4 operarios para la toma de muestras y 28 horas para procesar los resultados. Como consecuencia, el uso del VANT redujo el tiempo de inspección en un 57%HH. Estos hallazgos difieren con los de Cubas (2021) quien reportó que el vuelo para evaluar 678 m tomó 18.40 min con 1 persona, mientras que el método PCI convencional requirió 14 h con 3 personas para evaluar 18 unidades de muestra. De manera similar, Paredes y Torres (2022) realizaron un levantamiento de 3 km en 1 h y 18 min con 1 piloto, mientras que el procesamiento de los resultados tomó 48 h, en contraste con el método PCI convencional, que requirió 8 días con 3 operarios y 1 día adicional para procesar los resultados. Estas diferencias se deben a que el tiempo de vuelo con el dron está influenciado por las condiciones geométricas de la vía y la cantidad de tramo a evaluar. En cuanto a la precisión, el PCI promedio fue de 41 con el método tradicional y de 43 con el dron Phantom 4 RTK, obteniendo una precisión aproximada del 95% de la metodología VANT respecto a la

tradicional. Asimismo, los resultados son consistentes con los reportados por Fernández et al. (2021) quienes obtuvieron un 94.4% de similitud con el uso de drones y con Quispe (2020) quien obtuvo un 95% de confiabilidad con el uso del dron DJI Phantom 4 Pro. Se corrobora que las similitudes con este estudio se deben a que se evaluó la precisión de los datos de ambos pavimentos flexibles utilizando la misma metodología de prueba de hipótesis y el programa IBM SPSS Statistics.

Según los hallazgos de esta investigación, basándonos en el ortomosaico obtenido mediante dron y utilizando los rangos de ponderación del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ), se identificaron 4 zonas de riesgo muy alto, ubicadas en los tramos (Km 61+918.56 – Km 61+928.98), (Km 67+671.22 – Km 67+800.54), (Km 67+899.85 – Km 68+038.19) y (Km 69+586.66 – Km 69+628.91), con rangos de riesgo que oscilan entre 0.070 y 0.228. También, se detectaron 3 zonas con riesgo alto en los tramos (Km 61+867.62 – Km 62+070.89), (Km 66+802.40 – Km 66+920.71) y (Km 69+572.65 – Km 69+661.97), con rangos de riesgo entre 0.020 y 0.070. Se confirma la hipótesis planteada, ya que el uso del vehículo aéreo no tripulado permitió generar mapas que identifican las zonas de riesgo en el tramo Jaén - San Ignacio. Los hallazgos muestran diferencias con los resultados de Oliva et al. (2019), quienes evaluaron los riesgos de deslizamientos de taludes utilizando la ponderación de Saaty, obteniendo valores entre 0.17 y 0.40, que correspondieron a riesgos medio y muy alto. También difieren con Fierro (2021), quien evaluó un tramo de 37.89 km utilizando el mismo método de ponderación, obteniendo un rango de peligrosidad de 0.181 y un rango de riesgo de 0.027, ambos clasificados como "altos". Estas diferencias coinciden con lo mencionado por Alonso (2021), quien señala que la metodología permite que el agente decisor estructure un modelo jerárquico, lo que implica que los parámetros de identificación no siempre serán los mismos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La evaluación del pavimento flexible en el tramo Jaén - San Ignacio, comprendido entre el Km 60+000 y el Km 70+000, se llevó a cabo utilizando un dron Phantom 4RTK a una altura de 30 metros. Durante el proceso, se capturaron 2,678 imágenes, lo que generó una nube de puntos de 1,431,135,322 unidades que permitió la creación de ortomosaicos para un análisis exhaustivo de las fallas. Los hallazgos indican que las fallas predominantes son las fisuras longitudinales y transversales con 1,746.29 m² (41.09%), desprendimiento de agregados con 1,251.84 m² (29.45%) y exudación de asfalto con 465.82 m² (10.96%); esto resulta en un Índice de Condición del Pavimento (PCI) promedio de 43, catalogando el estado general del pavimento como regular. El uso del dron Phantom 4 RTK es efectivo para evaluar la condición del pavimento, mejora la seguridad de los evaluadores y disminuye la necesidad de cierres parciales en las vías.

La evaluación de la condición superficial del pavimento flexible en el tramo Jaén - San Ignacio, utilizando el método PCI, arrojó un PCI promedio de 41, lo que indica un estado general catalogado como regular. Las principales fallas identificadas incluyen fisuras longitudinales y transversales (41.89%), desprendimiento de agregados (21.49%) y exudación de asfalto (11.16%). Es importante destacar que la inspección visual en campo permite identificar, categorizar y cuantificar de manera adecuada las fallas existentes en la zona de estudio. Sin embargo, esta actividad expone al personal de campo a riesgos debido al tránsito vehicular, que puede ser alto o regular.

El uso del dron DJI Phantom 4 RTK para evaluar el pavimento en el tramo Jaén - San Ignacio (Km 60+000 a Km 70+000) permitió realizar el levantamiento fotogramétrico y procesamiento de datos en 48 horas, en contraste con las 70 horas del método tradicional, lo

que representa un ahorro de 22 horas y una reducción del 57% HH en el tiempo de inspección. Ambos métodos indicaron que el pavimento flexible se encuentra en un estado regular, con un PCI promedio de 43 para el uso del dron y 41 para el método convencional. Al aplicar el análisis estadístico con un 95% de precisión, se concluye que, aunque ambos métodos evalúan aspectos similares, el uso del VANT no solo proporciona resultados consistentes, sino que también optimiza el tiempo y aumenta la eficiencia en el proceso de evaluación del pavimento.

El análisis realizado a partir del ortomosaico obtenido con el dron y los rangos de ponderación del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) ha revelado importantes riesgos en la vía, afectando un 10% de las zonas del pavimento, que presentan un deterioro muy malo con índices de PCI entre 10 y 23. Además, se han identificado peligros en los taludes circundantes, donde se han producido deslizamientos de rocas y tierras, así como erosión fluvial, exacerbados por las lluvias. Estos factores han interrumpido la transitabilidad de las unidades móviles en 7 zonas del tramo en estudio. Jaén-San Ignacio. Dentro de estas zonas, 4 se clasifican en un estado de riesgo muy alto, localizadas en los tramos (Km 61+918.56 – Km 61+928.98), (Km 67+671.22 – Km 67+800.54), (Km 67+899.85 – Km 68+038.19) y (Km 69+586.66 – Km 69+628.91), con rangos de riesgo que oscilan entre 0.070 y 0.228. Por otro lado, 3 zonas presentan un riesgo alto, ubicándose en los tramos (Km 61+867.62 – Km 62+070.89), (Km 66+802.40 – Km 66+920.71) y (Km 69+572.65 – Km 69+661.97), con rangos de riesgo entre 0.020 y 0.070. Por lo tanto, el uso del dron DJI Phantom 4 RTK ha sido fundamental para establecer un diagnóstico preciso sobre las áreas de riesgo y el estado del pavimento.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere realizar la inspección visual del terreno con personal capacitado para reducir errores en la identificación de deficiencias del pavimento. Además, es aconsejable realizar la evaluación de la condición del pavimento y la identificación de zonas de riesgo en condiciones meteorológicas favorables, ya que factores como viento, lluvia o niebla pueden comprometer el rendimiento y la seguridad de los drones.
- Utilizar el dron Phantom 4RTK en la evaluación de tramos de pavimento flexible, realizando comparaciones de vuelos a alturas de 50, 100 y 150 metros que proporcionen datos sobre la estabilidad del dron y la capacidad de la cámara en la captura de detalles relevantes que faciliten la evaluación y la identificación de zonas de riesgo.
- Documentar y comparar los costos de vuelo a diferentes altitudes y condiciones, evaluando la eficiencia de cada método en función de la calidad de los datos obtenidos.
- Integrar sensores multiespectrales en el dron, permitiendo un análisis cuantitativo de la reflectancia del pavimento en diferentes longitudes de onda, lo que puede ayudar a identificar materiales y condiciones de superficie con una precisión mayor al 95%.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASTM International. (2003). *Standard practice for pavement condition index surveys of roads and parking lots* (ASTM D6433-03). American Society for Testing and Materials.
- Alonso Gómez, L. F. ., y Chaves Pabon, S. B. (2021). *Uso de drones y sensores remotos para el monitoreo de laderas: una revisión*. Ingenierías USBMed, 12(2), 65–73.
<https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/5158>
- Campos La Serna, E. y Nuñez Gonzales, J. (2020). *Evaluación superficial del pavimento flexible comparando la metodología del PCI y uso del dron en la av. Pacasmayo – Callao, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75564>
- Contreras, P. y Alindor, Y. (2021). *Evaluación superficial de pavimento rígido, mediante el método PCI del Casco Urbano de Cutervo, Cajamarca, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_a355ac3f281307b0ccee748c5a681a0f
- Cubas Fernández, 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* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29126>
- De Carvalho, ELA, da Cruz Teixeira, N., de Almeida, GAG y de Carvalho, DM (2023). *Detección de Manifestaciones Patológicas en Pavimentos Asfálticos mediante*

Drone. *UNICIÊNCIAS*, 27 (1),

71-76.

<https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/10206>

Fernández, RTV, Cabral, AF, Dantas, GCB, Tinoco, VNV, da Silveira, BDA y Junior, AMS

(2021). Mapeo de manifestaciones patológicas en pavimento asfáltico mediante

drones. *Revista*

ALCONPAT, 11 (1),

61-72.

<https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007->

[68352021000100006&script=sci_arttext&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352021000100006&script=sci_arttext&tlng=es)

Fernández Collantes, P. y Jiménez Elera, R. (2021). *Evaluación superficial del pavimento*

flexible mediante los métodos VIZIR, PCI, IRI en la carretera Bagua Grande-

Cajaruro, Amazonas-2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

Repositorio

Digital

Universidad

César

Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/78503>

Fierro Leon, F. (2021). *Evaluación de riesgos ante deslizamiento de taludes en el diseño*

geométrico del camino vecinal Pampahuasi - Huariños - Santa Virginia distrito de

Panao, provincia de Pachitea - Huánuco, 2021 [Tesis de pregrado, Universidad

Continental].

Repositorio

Institucional

Continental.

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13453>

Flores Díaz, A. (2023). *Análisis de las condiciones asfáltica, por el método índices de*

pavimento flexible, tramo: intersección con la carretera Fernando Belaunde Terry y

el distrito La Coipa km 0+ 000 al km 3+ 000, provincia de San Ignacio, Cajamarca-

2021 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional de

Universidad Nacional de Jaén <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/522>

Gil Merino, J. y Paucar Alhuay, C. (2021). *Evaluación mediante el método PCI para*

determinar el estado superficial del pavimento flexible de la carretera Jaén-

Chamaya, Jaén, Cajamarca-2020 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

Repositorio Digital Universidad César Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61234>

Giler Stalin, F. y Mogrovejo Carrasco, D. (2023). Evaluación funcional del pavimento flexible en la red vial rural de Portoviejo, Ecuador. *Revista científica multidisciplinaria arbitrada YACHASUN-ISSN: 2697-3456*, 7(13), 212-235.

<https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/404/680>

Hernández-Ávila, C. y Escobar, N. A. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta, Revista científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1), 75-79.

<https://camjol.info/index.php/alerta/article/download/7535/7746>

Idrogo Marrufo, J. (2020). *Aplicación de la metodología VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Naranjal, Los Olivos, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/106123/Idrogo_MJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ji, A., Xue, X., Wang, Y., Luo, X. y Wang, L. (2021). Evaluación basada en imágenes del riesgo de grietas en carreteras utilizando una red neuronal convolucional y un vehículo aéreo no tripulado. *Control Estructural y Vigilancia de la Salud*, 28 (7), e2749.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/stc.2749>

Leiva Romero, Y. (2021). *Comparación de la metodología PCI para la evaluación de las condiciones del pavimento de forma convencional y con el uso de un dron, Cajamarca 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional

Universidad Privada del Norte <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29696>

- Martín Rodríguez, D. y Gómez León, C. (2020). *Diagnóstico visual para la estructura del pavimento flexible de la vía “Camino Ganadero” calle 21 sur entre la carrera 22 y la intersección de la avenida los Maracos que comunica la zona sur de Villavicencio* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Institucional Universidad Santo Tomas. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30685/2020duvarmartin.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Małek, A. (2023). Evaluación del uso de vehículos aéreos no tripulados para el estudio del estado del pavimento de carreteras. *Carreteras y Puentes-Drogi i Mosty*, 22 (4), 331-345. <https://www.rabdim.pl/index.php/rb/article/view/804>
- Olaya Álvarez, F. y Ramos Aguirre, R. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible del Paseo Turicarami, Sullana-Piura utilizando tecnología VANT*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69510>
- Oliva, Aldo; Ruiz, Alex, Gallardo, Romel & Jaramillo, Hayde. (2019). *Landslide risk assessment in slopes and hillsides. Methodology and application in a real case*. *Dyna rev.fac.nac.minas* [online]. 2019, vol.86, n.208, pp.143-152. ISSN 0012-7353. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.72341>.
- Paliza Gamarra, V. H., & Chuyacama Caceres, B. J. (2022). *Evaluación del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac)* [Tesis de licenciatura, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio Universidad Andina del Cusco. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/5257>
- Paredes Asalde, C. R., & Torres Alcántara, Y. S. (2022). *Evaluación del pavimento flexible mediante métodos del PCI y VIZIR con dron en un tramo de la carretera Reposo –*

- Saramiriza, Bagua, Amazonas, para una propuesta de mejora* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica del Perú.] Repositorio Universidad Tecnológica del Perú. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7136>
- Pastor, B. F. R. (2019). Población y muestra. *Pueblo continente*, 30(1), 245-247. <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/1269/1099>
- Polanía Reyes, C. L., Cardona Olaya, F. A., Castañeda Gamboa, G. I., Vargas, I. A., Calvache Salazar, O. A., & Abanto Vélez, W. I. (2020). Metodología de investigación Cuantitativa & Cualitativa. <https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/596>
- Quispe Maucaylle, X. R. (2021). *Metodología PCI empleando VANT, para determinar la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida José María Arguedas San Jerónimo, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65540>
- Quispe Enriquez, O. C. (2021). *Evaluación de confiabilidad del Drone Phantom 4 Pro V2. 0 para calcular el índice de condición del pavimento flexible en Av. Miraflores del distrito de Comas, Lima-2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25498>
- Ríos Cotazo, N. X., Bacca Cortés, B., Caicedo Bravo, E. y Orobio Quiñónez, A. (2020). Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 30(2), 109-127. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702020000200109&script=sci_arttext

- Sosa, J., & Campos, M. (2021). *Evaluación de fallas del pavimento flexible comparando los métodos PCI y VIZIR en la carretera Jaén - Aeropuerto en Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/76085/Bustamante_SK-Julon_CHE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Soto Silva, P. E. (2020). *Condición superficial de pavimentos flexibles determinados mediante métodos convencionales empleando un vehículo aéreo no tripulado, carretera anexo Fátima, Piura 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75900>
- Sotomayor, M. P. P., & Torres, B. A. Z. (2020). Empleo de VANT para determinar fallas superficiales en pavimentos flexibles. *Avances Investigación en Ingeniería*, 17(2). <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6626/6219>
- Tocas, T. y Ulises, B. (2021). *Evaluación del estado superficial y análisis estructural en zonas críticas del pavimento flexible de la autopista Chiclayo–Pimentel utilizando el método índice de condición del pavimento, región Lambayeque, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Institucional Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3626>
- Urzola, M. (2020). Métodos inductivo, deductivo y teoría de la pedagogía crítica. *Revista Crítica Transdisciplinar*, 3(1), 36-42. <https://petroglifosrevistacritica.org/wp-content/uploads/2020/08/D-03-01-05.pdf>

- Vargas Cordero, Z.R., (2009). *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Revista Educación, 33(1), 155-165.
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Ventura Fernández, E. (2020). *Evaluación superficial del pavimento flexible con el Método PCI mediante la fotogrametría aérea en la Circunvalación Este, Huanta-Ayacucho-2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51287>
- Villegas Marin, E. (2020). *Evaluación superficial mediante el método VIZIR para mejorar el pavimento flexible de la carretera Celendín-Balsas, Cajamarca-2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58192/Villegas_ME-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por brindarnos la protección, la fortaleza y la vida necesaria para llevar a cabo este proyecto tan anhelado. A nuestros padres, por su apoyo incondicional y por animarnos en cada momento de este proceso, ayudándonos a cumplir nuestro sueño de convertirnos en ingenieros civiles. A nuestros hermanos, por su amor y respaldo constante a lo largo de esta formación.

Extendemos nuestro agradecimiento al Ing. Mg. Cayatopa Calderón Billy Alexis y al Ing. Palomino Ojeda José Manuel por su invaluable apoyo, orientación y asesoramiento durante todo el proceso de investigación.

Agradecemos a los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, quienes con sus conocimientos rigurosos y precisos han dejado una huella significativa en nuestra vida.

Agradecemos profundamente a nuestros amigos por su apoyo y confianza, que fueron cruciales durante este proceso. Reconocemos que el camino no fue fácil, pero logramos superar las adversidades. Este logro nos enseña a nunca rendirse y a luchar por nuestros sueños.

¡Muchas gracias a todos!

Chuquibala Guerrero Karen Jhoana

Guerrero Martinez Isaías

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por brindarme la fortaleza y la determinación necesaria para superar cada desafío en este camino.

A mis padres Lino y Veronica, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi mayor inspiración y pilar en cada etapa de esta aventura.

A mis hermanos Diana y Anthony, por su constante aliento y por ser mi mayor apoyo y motivación.

A mi compañero de tesis, porque con esfuerzo y dedicación alcanzaremos nuestro objetivo.

Karen Jhoana

En primer lugar, a Dios por brindarme salud y protegerme en cada momento.

A mis amados padres Noé Guerrero y Estefanía Martínez, quienes me apoyaron en todo momento, quienes me llevaron por el buen camino y cultivaron en mí buenos valores brindándome su amor, consejos y apoyo constantemente.

A mis tres hermanos Mirian, Jesús Samuel y Eliseo, por su buen ejemplo, por darme las fuerzas y por apoyarme en todo momento.

A mi compañera de tesis Karen Jhoana, con quien con esfuerzo y dedicación alcanzaremos nuestro objetivo.

Isaías

ANEXOS

ANEXO 1

***MATRIZ DE CONSISTENCIA Y
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES***

Tabla 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Variables dependientes	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	METODOLOGÍA	POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO
	Identificar las zonas de riesgo y condición del pavimento flexible Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante vehículo aéreo no tripulado, Jaén 2024.				Dimensionamiento de Fallas	m	Observación			POBLACIÓN
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS			Grietas	Nivel de Severidad	Alto, Medio, Bajo	Observación			
			Condición del Pavimento Flexible		Valor de PCI	0 a 100	Observación	Ficha de obtención de recolección de datos		La población estará compuesta por el tramo de la carretera comprendida entre Jaén – San Ignacio del Km 00+000 al KM 100+000, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca
			Deformaciones		Número de deformaciones por unidad de longitud	Und.	Observación			
	Evaluar la condición superficial del pavimento flexible tramo Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante vehículo aéreo no tripulado, Jaén 2024.		Variables dependientes	Condicion fisica	Estado del pavimento	Excelente, Muy bueno, Bueno, Regular, Malo, Muy malo, Fallado	Observación	Norma ASTM D6433		
					Coordenadas geograficas de las zonas de riesgo	Und.	Posicionamiento de puntos	Drone Phantom 4 RTK		MUESTRA
			Zonas de Riesgo	Ubicación espacial	Area total de las zonas de riesgo	m2	Posicionamiento de puntos	Ficha de recolección de datos		
¿Cuáles son las zonas de riesgo y condición del pavimento flexible Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante Vehículo Aéreo No Tripulado, Jaén 2024?	El uso del vehículo aéreo no tripulado permite clasificar la condición del pavimento como bueno, regular o malo y elaborar mapas que identifican las zonas de riesgo del tramo Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 mediante vehículo aéreo no tripulado, Jaén 2024.			Peligro por Geodinamica externa	Deslizamiento en taludes	Und.	Análisis documental	Dron Phantom 4 RTK. Manual de evaluación de riesgo. CENEPRED. INGEMMET.	Método inductivo, tipo aplicada, enfoque cuantitativo de diseño no experimental	
				Calidad de imágenes georreferenciadas	Resolución de las imágenes capturadas	Pixeles	Monitoreo del vuelo VANT	Drone Phantom 4 RTK		La muestra será un parte de la vía Jaén - San Ignacio, del KM 60+000 al KM 70+000 ubicado específicamente entre el CP. Puerto Tamborapa – CP. Perico.
				Proceso fotogramétrico	Plan de vuelo	Und.	Análisis computacional de datos	IPad 5 Mini, DJI GO 4		
					Ejecución del vuelo	Und.	Monitoreo del vuelo VANT	Dron Phantom 4 RTK		
	Comparar el tiempo y precisión de los datos recopilados por el VANT en la detección de la condición del pavimento, contrastándola con los resultados obtenidos mediante el método PCI.		Variable Independiente	Vehiculo Aéreo No Tripulado	Altitud de Vuelo	30 m	Monitoreo del vuelo VANT	Dron Phantom 4 RTK		MUESTREO
					Tiempo	minutos	Monitoreo del vuelo VANT	Ficha de Inspección		
					Ortomosaico, DEM	Und.	Análisis computacional de datos	Agisoft Metashape Professional		
	Determinar las zonas de riesgo del pavimento flexible tramo Jaén - San Ignacio km 60+000 al 70+000 a partir de los datos recopilados del vehículo aéreo no tripulado, Jaén 2024.			Procesamiento de datos	Inspección de fallas	m2, m	Análisis computacional de datos	Agisoft Metashape Professional, Civil 3D		Deducimos que nuestra investigación se centra en un enfoque probabilístico.

Tabla 2. Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Indicador	Unidad	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de información		
Variables dependientes	Condición del Pavimento Flexible	Dimensionamiento de Fallas	m2, m	Observación			
		Grietas	Nivel de Severidad	Alto, Medio, Bajo	Observación	Ficha de obtención de recolección de datos	
			Valor de PCI	0 a 100	Observación		
		Deformaciones	Número de deformaciones por unidad de longitud	Und.	Observación		
		Condición física	Estado del pavimento	Excelente, Muy bueno, Bueno, Regular, Malo, Muy malo, Fallado	Observación	Norma ASTM D6433	
	Zonas de Riesgo	Ubicación espacial	Coordenadas geograficas de las zonas de riesgo	Und	Posicionamiento de puntos	Drone Phantom 4 RTK	
			Area total de las zonas de riesgo	m2	Posicionamiento de puntos	Fichade recolección de datos	
		Peligro por Geodinamica externa	Deslizamiento en taludes	Und.	Análisis documental	Dron Phantom 4 RTK. Manual de evaluación de riesgo. CENEPRED. INGEMMET.	
			Calidad de imágenes georreferenciadas	Resolución de las imágenes capturadas	Pixeles	Monitoreo del vuelo VANT	Drone Phantom 4 RTK
	Variable Independiente	Vehiculo Aéreo No Tripulado	Proceso fotogramétrico		Plan de vuelo	Und.	Análisis computacional de datos
				Ejecución del vuelo	Und.	Monitoreo del vuelo VANT	Dron Phantom 4 RTK
Altitud de Vuelo			Altura promedio de vuelo del VANT	30 m	Monitoreo del vuelo VANT	Dron Phantom 4 RTK	
Tiempo			Tiempo promedio de vuelo del VANT	minutos	Monitoreo del vuelo VANT	Ficha de Inspección	
Procesamiento de datos			Ortomosaico, DEM	Und.	Análisis computacional de datos	Agisoft Metashape Professional	
		Inspección de fallas	m2, m	Análisis computacional de datos	Agisoft Metashape Professional, Civil 3D		

ANEXO 2

***VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE
INSPECCIÓN***



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **Ing. JOAQUIN FLORENTINO FACUNDO FRIAS**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **FORMATO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA METODOLOGÍA PCI Y VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO (VANT)**

Tesistas del instrumento: **Est. KAREN JHOANA CHUQUIBALA GUERRERO y Est. ISAÍAS GUERRERO MARTINEZ.**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

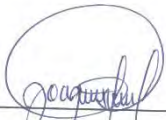
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: VANT.					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: VANT.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: VANT.					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL		50				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento está listo para ser aplicado.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50


 Joaquín Florentino Facundo Frias
 Ingeniero Civil

Validación de instrumento para inspección de campo por experto 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.º 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N.º 002-2018-SUNEDU/CD



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **Ing. WILMER ROJAS PINTADO**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **FORMATO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA METODOLOGÍA PCI Y VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO (VANT)**

Testistas del instrumento: **Est. KAREN JHOANA CHUQUIBALA GUERRERO y Est. ISAÍAS GUERRERO MARTINEZ.**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: VANT.					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: VANT.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: VANT.					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL		50				


(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento está listo para ser aplicado.


PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Ing. Wilmer Rojas Pintado
DNI N.º 41000674
CIP N.º 173245



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - PCI

HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN



PROYECTO DE TESIS: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN INGNACIO KM 60 - 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AEREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024

NOMBRE DEL TRAMO: Jaén - San Ignacio

UNIDAD DE MUESTRO: Cajamarca

PROGRESIVA INICIAL: LUGAR: Est. Karen Rosas Chupaballa Guerrero

PROGRESIVA FINAL: FECHA: Boñis Guerrero Martínez

AREA DE LA UNIDAD: m² EVALUADORES: Est.

Muestra de la vía 10 km				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33		

Unidad de muestra por inspeccionar

Rangos	colores	clasificación
85 - 10		Excelente
70 - 85		Muy bueno
55 - 70		Buena
40 - 55		Regular
25 - 40		Mala
10 - 25		Muy mala
0 - 10		Faltosa

CÁLCULO DEL PCI

Número de datos válidos x 2 (4)

Valor deducido más alto (HDV)

Número máximo de valores deducidos (m)

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

WILMER ROJAS PINTADO
Ingeniero Civil



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **Dra. Ing. ZADITH NANCY GARRIDO CAMPAÑA**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **FORMATO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA METODOLOGÍA PCI Y VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO (VANT)**

Tesistas del instrumento: **Est. KAREN JHOANA CHUQUIBALA GUERRERO y Est. ISAÍAS GUERRERO MARTINEZ.**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: VANT.					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: VANT.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: VANT.					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento está listo para ser aplicado.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Dra. Ing. Zadith Nancy Garrido
Campaña

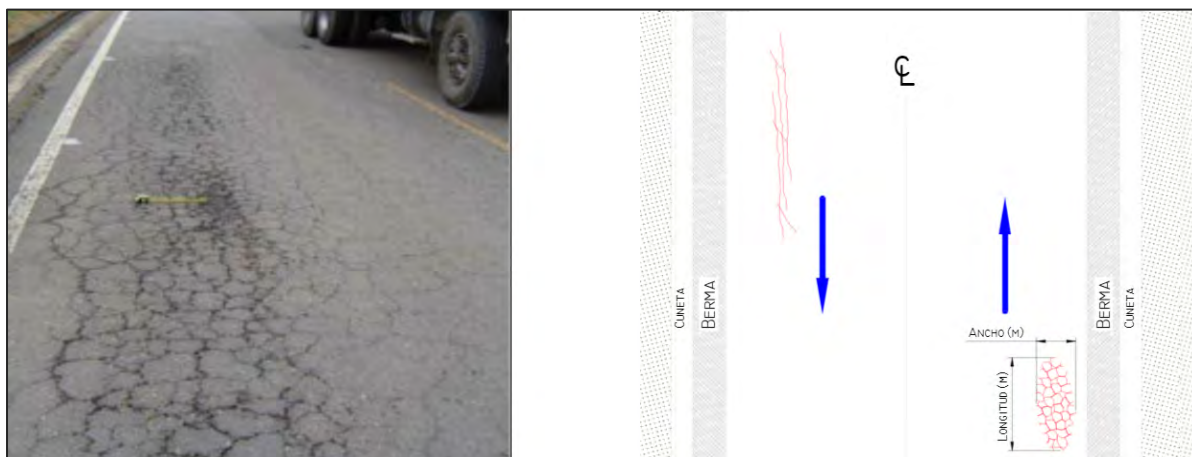
ANEXO 3

CATÁLOGO DE FALLAS EN PAVIMENTOS

1. PIEL DE COCODRILO (m2)	
Son una serie de grietas interconectadas en el pavimento son causadas por el debilitamiento por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo cargas vehiculares repetidas, especialmente en las áreas afectadas por las ruedas. Este problema estructural, a menudo acompañado de ahuellamiento, se caracteriza por grietas cuyo tamaño máximo típico no excede los 0.60 m.	
Sistema de medida	m2 del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	Son grietas delgadas y longitudinales, paralelas y sin descascaramiento entre sus bordes.
M (Medium: Medio):	Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden mostrar ligeramente descamación.
H (High: Alto):	Patrón de grietas con segmentos definidos y descamación en los bordes; algunos segmentos pueden moverse con el tránsito.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna reparación; simplemente se aplica un sellado superficial.
M (Medium: Medio):	Reparación parcial o completa hasta la profundidad total.
H (High: Alto):	Parcheo parcial, carpeta de asfalto o reconstrucción.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Piel de cocodrilo (m²)

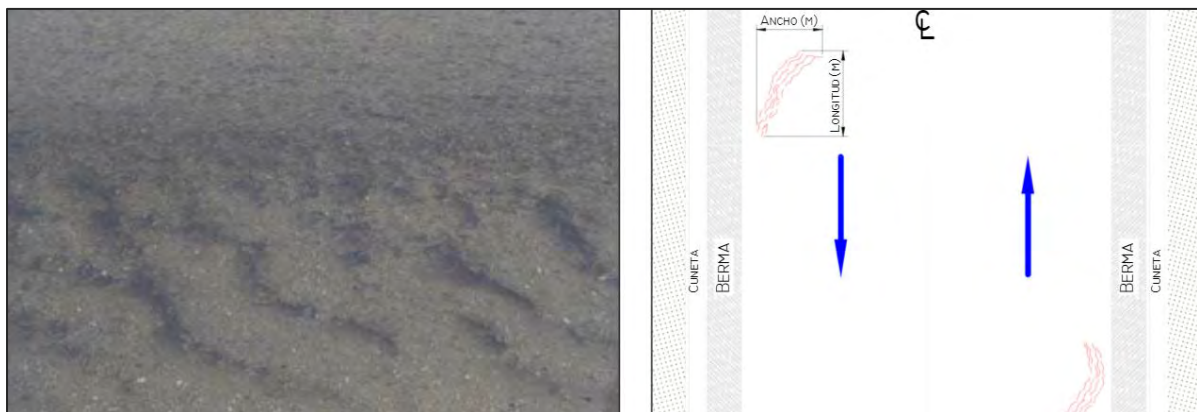


Nota. INVIAS (2006)

2. EXUDACIÓN (m2)	
Es una capa de material bituminoso brillante y reflectante que puede volverse pegajosa en la superficie del pavimento. Esto ocurre por un exceso de asfalto en la mezcla, aplicación excesiva de sellante asfáltico o falta de vacíos de aire adecuados, especialmente en altas temperaturas ambientales, donde el asfalto llena los vacíos de la mezcla y se expande hacia la superficie.	
Sistema de medida:	m2 del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	La exudación es leve y perceptible solo durante algunos días al año, sin adherirse al calzado o vehículos.
M (Medium: Medio):	La exudación ha llegado al punto en el que el asfalto se adhiere a los zapatos y vehículos solo durante algunas semanas al año.
H (High: Alto):	La exudación ha sido significativa, con una cantidad considerable de asfalto que se adhiere a los zapatos y vehículos durante varias semanas al menos cada año.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se lleva a cabo ninguna acción o intervención.
M (Medium: Medio):	Se aplica arena / agregados y cilindrado.
H (High: Alto):	Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Exudación (m2)



Nota. (INVIAS, 2006)

3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	
Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en bloques rectangulares de tamaño variable (0.30 m x 0.30 m hasta 3.0 m x 3.0 m), causadas por la contracción del concreto asfáltico y cambios diarios de temperatura. Este daño puede extenderse ampliamente en el pavimento y se diferencia del agrietamiento en piel de cocodrilo por formar bloques más grandes y uniformes.	
Sistema de medida:	m2 del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.
M (Medium: Medio):	Bloques definidos por grietas de severidad media.
H (High: Alto):	Bloques definidos por grietas de alta severidad.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	Sellado de grietas con ancho superior a 3.0 mm. Riego de sello.
M (Medium: Medio):	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
H (High: Alto):	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Agrietamiento en bloque (m2)

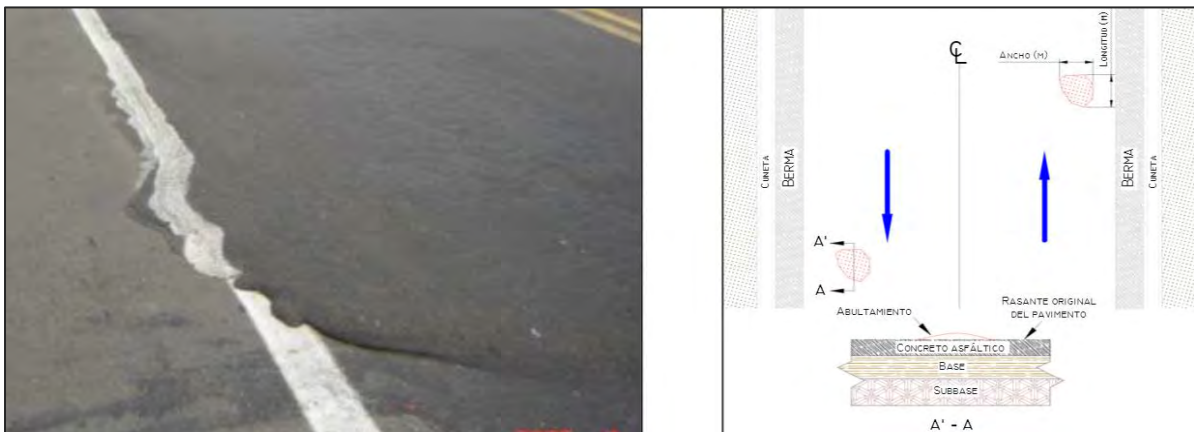


Nota. (INVIAS, 2006)

4. ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (m2)	
Los abultamientos son pequeñas elevaciones localizadas en el pavimento, causadas por factores como el levantamiento de losas de concreto o la expansión debido a la congelación. En contraste, los hundimientos son descensos abruptos en la superficie del pavimento, mientras que las ondulaciones afectan áreas extensas y se conocen como "hinchamientos".	
Sistema de medida:	Su medida es en mL del área superficial afectada
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	Calidad de tránsito de baja severidad.
M (Medium: Medio):	Calidad de tránsito de severidad media.
H (High: Alto):	Calidad de tránsito de severidad alta.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna acción.
M (Medium: Medio):	Reciclado en frío, Parcheo profundo o parcial.
H (High: Alto):	Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Abultamiento (m2)



Nota. (INVIAS, 2006)

5. CORRUGACIÓN (m²)	
La corrugación, conocida coloquialmente como “lavadero”, se refiere a crestas y depresiones que están próximas entre sí, con intervalos regulares menores de 3.0 m y dispuestas perpendicularmente al flujo de tráfico. Este tipo de deterioro suele originarse debido a una base o carpeta inestables afectadas por la carga del tránsito.	
Sistema de medida	Su medida es en m ² del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	Producen una calidad de tránsito de baja severidad.
M (Medium: Medio):	Producen una calidad de tránsito de mediana severidad.
H (High: Alto):	Producen una calidad de tránsito de alta severidad.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna acción.
M (Medium: Medio):	Se procede a realizar la reconstrucción.
H (High: Alto):	Se procede a realizar la reconstrucción.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Corrugación (m²)



Nota. (INVIAS, 2006)

6. DEPRESIÓN (m²)	
Las depresiones son áreas localizadas en la superficie del pavimento que se encuentran ligeramente más bajas que el pavimento circundante. Frecuentemente, estas depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua acumulada forma un "baño de pájaros" (bird bath). En pavimento seco, las depresiones pueden identificarse por las manchas dejadas por el agua acumulada.	
Sistema de medida	Su medida es en m ² del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	El intervalo está entre 13.0 a 25.0 mm
M (Medium: Medio):	El intervalo está entre 25.0 a 51.0 mm.
H (High: Alto):	Más de 51.0 mm.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna acción.
M (Medium: Medio):	Se procede a realizar parcheo superficial, parcial o profundo.
H (High: Alto):	Se procede a realizar parcheo superficial, parcial o profundo.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Depresión (m²)

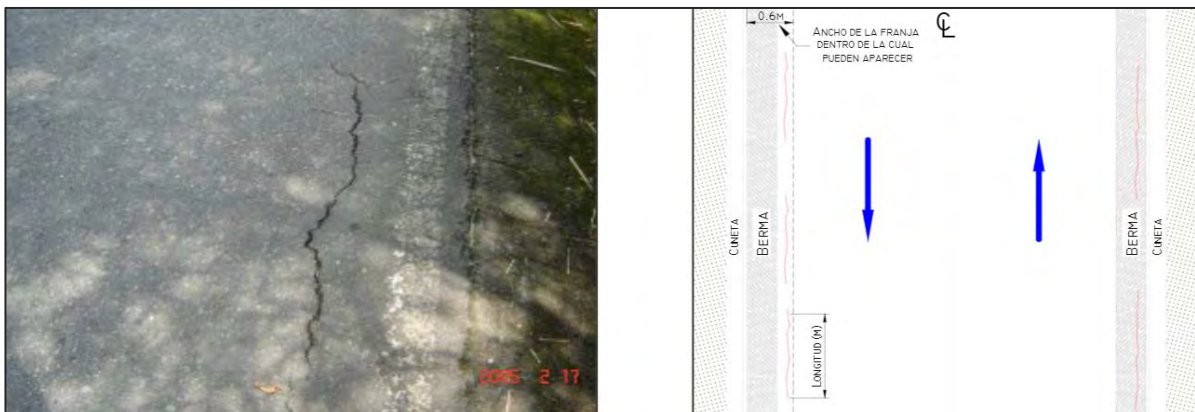


Nota. (INVIAS, 2006)

7. GRIETA DE BORDE (ml)	
Las grietas de borde son paralelas y se encuentran típicamente a una distancia de 0.30 a 0.60 m del borde del pavimento. Este daño es exacerbado por las cargas del tránsito y puede originarse por debilitamiento debido a condiciones climáticas adversas o problemas en la base o subrasante cerca del borde del pavimento.	
Sistema de medida	Su medida es en mL del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	Agrietamiento bajo o moderado sin ruptura ni desprendimiento de fragmentos.
M (Medium: Medio):	Grietas moderadas con cierta fragmentación y desprendimiento.
H (High: Alto):	Fragmentación o desprendimiento significativo a lo largo del borde.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna acción. Se sellan grietas que tienen un ancho superior a 3 mm.
M (Medium: Medio):	Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.
H (High: Alto):	Parcheo parcial – profundo.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Grieta de borde (ml)



Nota. (INVIAS, 2006)

8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (ml)

Son exclusivas de pavimentos con superficie asfáltica sobre losa de concreto de cemento Pórtland. Se originan por el movimiento de la losa de concreto debido a cambios de temperatura o humedad bajo la superficie de concreto asfáltico. Es esencial registrar por separado la longitud y severidad de cada grieta; por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede incluir 3.0 m de grietas de alta severidad, que deben documentarse individualmente.

Sistema de medida	Su medida es en mL del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	<ol style="list-style-type: none"> Grieta < 10.0 mm de ancho sin relleno. Grieta rellena en condiciones satisfactorias, cualquier ancho.
M (Medium: Medio):	<ol style="list-style-type: none"> Grieta sin relleno: ancho de 10.0 mm a 76.0 mm. Grieta sin relleno: cualquier ancho hasta 76.0 mm Grieta rellena: cualquier ancho, con ligero agrietamiento.
H (High: Alto):	<ol style="list-style-type: none"> Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad. Grietas sin relleno que superen los 76.0 mm de ancho.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
M (Medium: Medio):	Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.
H (High: Alto):	Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Grieta de reflexión de junta (ml)



Nota. (INVIAS, 2006)

9. DESNIVEL CARRIL / BERMA	
Es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño ocurre debido a la erosión de la berma, su asentamiento o la adición de capas de pavimento sin ajustar el nivel de la berma.	
Sistema de medida:	Su medida es en mL (metro lineal) del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	La variación en altura entre el borde del pavimento y la berma oscila entre 25.0 y 51.0 mm.
M (Medium: Medio):	La variación está entre 51.0 mm y 102.0 mm.
H (High: Alto):	La variación en elevación es mayor que 102.00 mm.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
M (Medium: Medio):	
H (High: Alto):	

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Desnivel de carril/berma (ml)



Nota. (INVIAS, 2006)

10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (ml)	
Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento y pueden ser causadas por: <ol style="list-style-type: none"> 1. Junta de carril mal construida. 2. Contracción del concreto asfáltico debido a bajas temperaturas, endurecimiento del asfalto o ciclos diarios de temperatura. 3. Grieta de reflexión desde la capa de base, incluyendo grietas en losas de concreto Pórtland, excluyendo juntas de pavimento de concreto. 	
Sistema de medida	Su medida es en mL (metro lineal) del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grieta sin relleno: ancho menor que 10.0 mm. 2. Grieta rellena: cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).
M (Medium: Medio):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grieta sin relleno: ancho de 10.0 mm a 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno: cualquier ancho hasta 76.0 mm 3. Grieta rellena: cualquier ancho, con pequeñas grietas aleatorias cercanas.
H (High: Alto):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grieta rodeada por pequeñas grietas aleatorias de severidad media o alta. 2. Grieta sin relleno: ancho superior a 76.0 mm. 3. Grieta con algunas fracturas en las pulgadas, de cualquier ancho.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se toma ninguna acción. Se sellan las grietas con un ancho superior a 3.0 mm..
M (Medium: Medio):	Se procede al sellado de grietas
H (High: Alto):	Se procede al sellado de grietas. Parcheo parcial.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Grietas longitudinales (ml)



Nota. (INVIAS, 2006)

11. PARCHEO (m²)	
<p>Zona del pavimento que ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Se considera un defecto, sin importar su desempeño, ya que generalmente un área parchada o la adyacente no se comportan tan bien como la sección original del pavimento. Este daño suele estar asociado con alguna rugosidad. Si un único parche presenta áreas con diferentes niveles de severidad, estas deben medirse y registrarse por separado.</p>	
Sistema de medida	m2
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	El parche está en buena condición y es satisfactorio, con una calidad del tránsito calificada como de baja severidad o mejor.
M (Medium: Medio):	El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media
H (High: Alto):	El parche muestra un deterioro significativo o la calidad del tránsito se considera de alta severidad, necesitando ser reemplazado pronto.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se toma ninguna acción.
M (Medium: Medio):	No se toma ninguna acción. Sustitución del parche.
H (High: Alto):	Sustitución del parche.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Parcheo (m²)

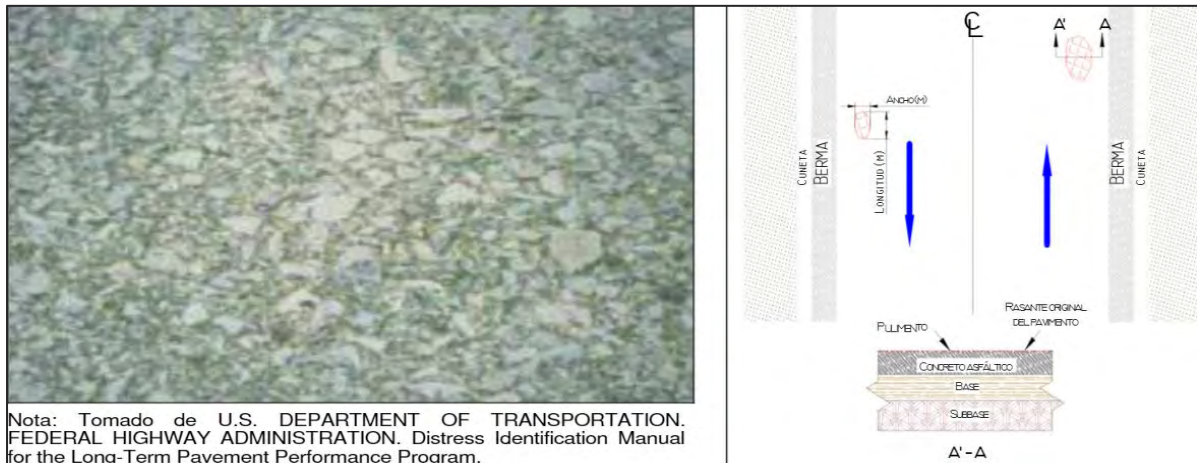


Nota. (INVIAS, 2006)

12. PULIMENTO DE AGREGADOS (m²)	
El pulimento de agregados es causado por la carga repetida del tráfico, suavizando la superficie del agregado y reduciendo la adherencia con las llantas de los vehículos. Cuando hay poco agregado expuesto, la textura del pavimento no ayuda a reducir la velocidad. Se debe considerar el pulimento de agregados si la inspección muestra que el agregado expuesto es susceptible al desgaste y tiene una superficie suave al tacto.	
Sistema de medida	m ² del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	No se especifica un nivel de severidad específico. No obstante, el grado de pulimento debe ser notable antes de ser considerado en una evaluación de la condición y registrado como defecto.
M (Medium: Medio):	
H (High: Alto):	
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se toma ninguna acción. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.
M (Medium: Medio):	
H (High: Alto):	

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Pulimento de agregados (m²)



Nota. (INVIAS, 2006)

13. HUECOS (und)																				
<p>Los huecos son pequeñas depresiones en el pavimento, generalmente con diámetros menores a 0.90 m y forma de tazón, con bordes afilados y lados verticales cerca de la parte superior. Su crecimiento puede acelerarse por la acumulación de agua. Se forman cuando el tráfico desprende fragmentos pequeños de la superficie del pavimento. Si los huecos son causados por una piel de cocodrilo severa, deben ser registrados como huecos y no como meteorización.</p>																				
Sistema de medida:	Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.																			
NIVELES DE SEVERIDAD																				
L (Low: Bajo):	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Profundidad máxima del hueco.</th> <th colspan="3">Diámetro medio (mm)</th> </tr> <tr> <th>102 a 203 mm</th> <th>203 a 457 mm</th> <th>457 a 762 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12.7 a 25.4 mm</td> <td>L</td> <td>L</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>> 25.4 a 50.8 mm</td> <td>L</td> <td>M</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>> 50.8 mm</td> <td>M</td> <td>M</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>	Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)			102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm	12.7 a 25.4 mm	L	L	M	> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H	> 50.8 mm	M	M	H
Profundidad máxima del hueco.			Diámetro medio (mm)																	
		102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm																
12.7 a 25.4 mm		L	L	M																
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H																	
> 50.8 mm	M	M	H																	
M (Medium: Medio):																				
H (High: Alto):																				
OPCIONES DE REPARACIÓN																				
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna acción. Parcheo parcial o profundo.																			
M (Medium: Medio):	Se realiza parcheo parcial o profundo.																			
H (High: Alto):	Se realiza parcheo profundo.																			

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Hueco (und)



Nota. (INVIAS, 2006)

CRUCE DE VÍA FÉRREA (M2)	
Se define como abultamientos o depresiones que se encuentran alrededor o entre los rieles, o ambos.	
Sistema de medida	Su medida es en m ² (metro cuadrado) del área superficial.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	Cuando genera una calidad de tránsito de baja severidad
M (Medium: Medio):	Cuando genera una calidad de tránsito de mediana severidad
H (High: Alto):	Cuando genera una calidad de tránsito de alta severidad
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se hace nada
M (Medium: Medio):	Parqueo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
H (High: Alto):	Parqueo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

Cruce de vía férrea (m2)

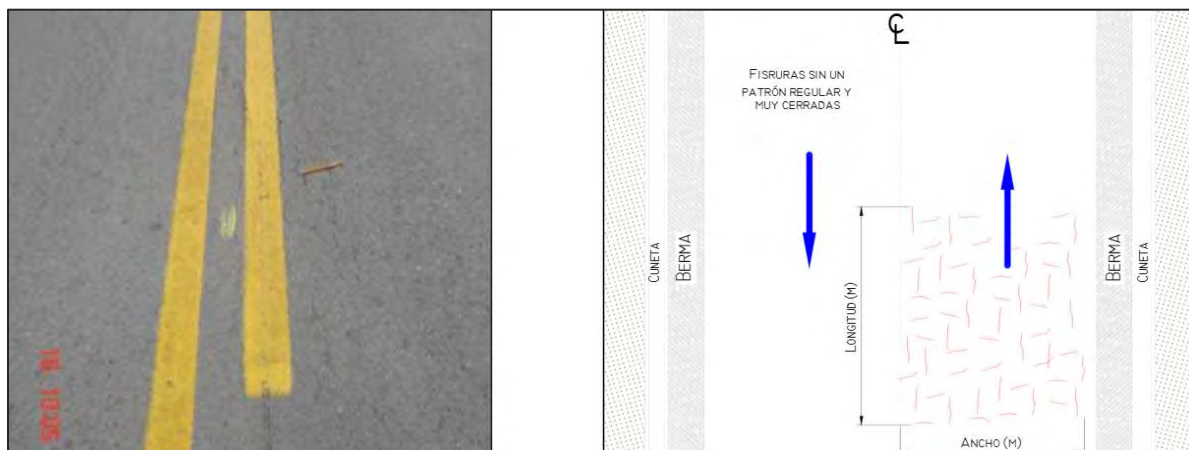


Nota. (INVIAS, 2006)

15. AHUELLAMIENTO (m²)	
Es una depresión en la superficie causada por las huellas de las ruedas, a veces solo visible cuando estas están llenas de agua después de la lluvia. Se origina por deformación permanente en alguna capa del pavimento o subrasante, típicamente debido a la consolidación o desplazamiento lateral de materiales bajo la carga del tránsito. Un ahuellamiento significativo puede provocar una falla estructural considerable en el pavimento.	
Sistema de medida	Su medida es en m ² (metro cuadrado) del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	Se encuentra en el rango de 6.0 a 13.0 mm.
M (Medium: Medio):	Está en el rango >13.0 mm a 25.0 mm.
H (High: Alto):	Se encuentra en un rango > 25.0 mm.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna acción. Fresado y sobrecarpeta.
M (Medium: Medio):	Se realiza parcheo superficial, parcial o profundo.
H (High: Alto):	Fresado y sobrecarpeta.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Ahuellamiento (m²)

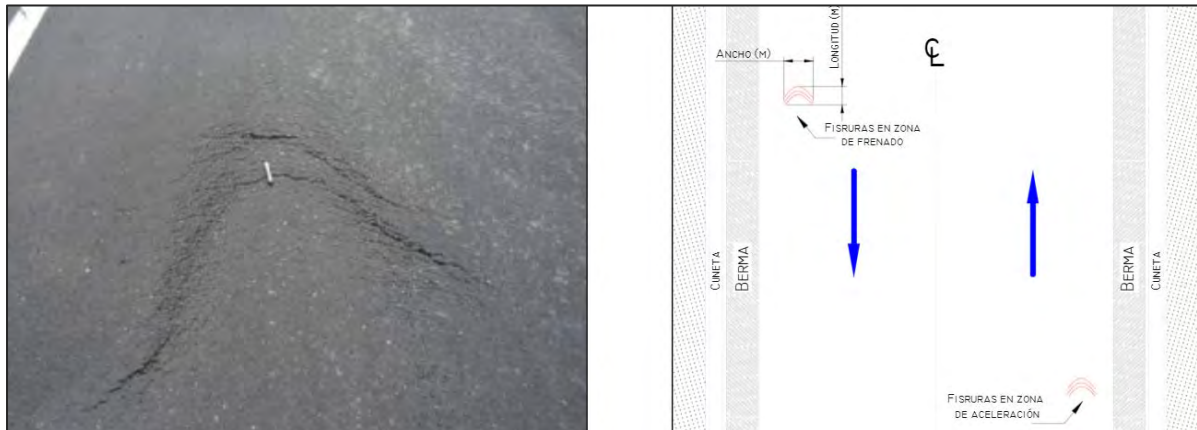


Nota. (INVIAS, 2006)

16. DESPLAZAMIENTO (m²)	
Es el desplazamiento longitudinal y permanente de un área específica de la superficie del pavimento causado por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito ejerce presión sobre el pavimento, genera una onda corta y abrupta en su superficie. Este tipo de daño generalmente ocurre en pavimentos que utilizan mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).	
Sistema de medida	Su medida es en m ² del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	El desplazamiento resulta en una calidad de tránsito de baja severidad.
M (Medium: Medio):	El desplazamiento resulta en una calidad de tránsito de media severidad.
H (High: Alto):	El desplazamiento resulta en una calidad de tránsito de alta severidad.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna acción o Fresado
M (Medium: Medio):	Se realiza fresado.
H (High: Alto):	Parcheo parcial o profundo.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Desplazamiento (m²)



Nota. (INVIAS, 2006)

17. GRIETAS PARABÓLICAS (SLIPPAGE)

Son grietas en forma de media luna creciente causadas por el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento cuando las ruedas frenan o giran. Este tipo de daño suele ocurrir en pavimentos con mezclas asfálticas de baja resistencia o con una unión deficiente entre la superficie y la capa subyacente en la estructura del pavimento.

Sistema de medida	Su medida es en m ² del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	El ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.
M (Medium: Medio):	1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.
H (High: Alto):	1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realizará ninguna acción antes de mejorar el drenaje. Aplicación de emulsión bituminosa para sellar la superficie afectada.
M (Medium: Medio):	Reparación de fisuras con emulsión bituminosa o asfalto líquido. Reparación parcial del pavimento con capa asfáltica utilizando mezclas asfálticas en caliente.
H (High: Alto):	Remoción y reemplazo de la capa asfáltica existente.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Grietas parabólicas (m²)



Nota. (INVIAS, 2006)

18. HINCHAMIENTO (m²)	
Se describe como un levantamiento gradual y largo de la superficie del pavimento, formando una onda con una longitud superior a 3.0 m. Este problema a menudo se presenta junto con grietas superficiales y suele ser causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos que tienen potencial de expansión.	
Sistema de medida	Su medida es en m ² del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	El hinchamiento provoca una calidad de tránsito de baja severidad. A veces, el hinchamiento de baja severidad no es fácil de detectar visualmente, pero puede notarse al conducir a la velocidad límite sobre la sección de pavimento.
M (Medium: Medio):	El hinchamiento resulta en una calidad de tránsito de severidad media.
H (High: Alto):	El hinchamiento conduce a una calidad de tránsito de severidad alta.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna acción.
M (Medium: Medio):	No se realiza ninguna acción; vigilar posible evolución. Perfilado en frío + tratamiento superficial. Bacheo profundo; incluida reposición de base granular.
H (High: Alto):	Reparación profunda de baches, que incluye la reposición de la base granular. Remoción parcial del pavimento existente seguido de reconstrucción con nueva base y capa asfáltica, o aplicación de tratamiento asfáltico según el tráfico. Mejora o renovación del sistema de drenaje superficial y/o profundo, posiblemente combinado con las técnicas mencionadas anteriormente.

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Hinchamiento (m²)

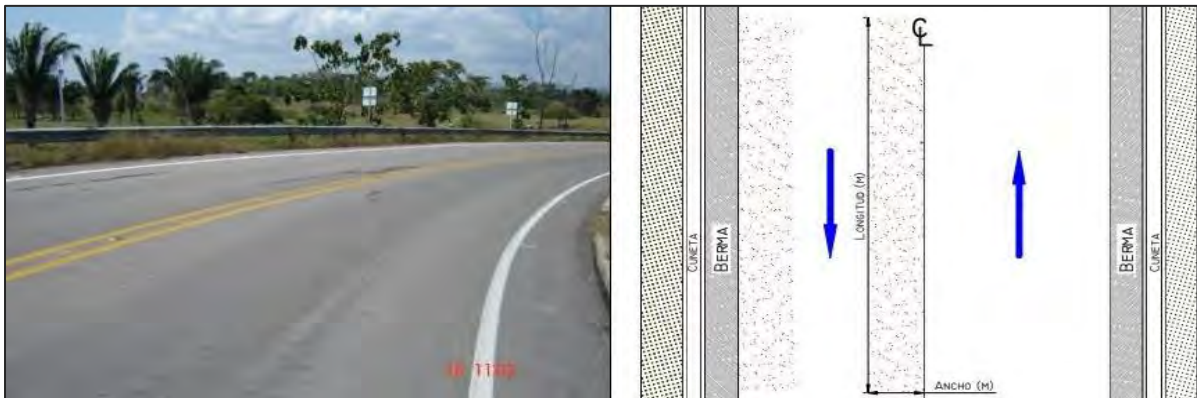


Nota. (INVIAS, 2006)

19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m²)	
Se trata de la pérdida de la capa superficial del pavimento debido a la falta de adherencia del ligante asfáltico y la liberación de partículas de agregado. Este problema indica que el ligante asfáltico ha endurecido en exceso o que la calidad de la mezcla es deficiente. Además, ciertos tipos de tránsito, como vehículos de orugas, pueden causar este desprendimiento.	
Sistema de medida:	Su medida es en m ² del área superficial afectada.
NIVELES DE SEVERIDAD	
L (Low: Bajo):	Hay pérdida de agregados o ligante en algunas áreas, con la superficie comenzando a hundirse. Con derrames de aceite, hay una mancha visible, pero la superficie sigue siendo dura y no se hunde bajo presión de moneda.
M (Medium: Medio):	Se ha producido la pérdida de agregados o ligante, resultando en una textura superficial moderadamente rugosa y ahuecada. En áreas con derrames de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.
H (High: Alto):	Se observa una pérdida considerable de agregados o ligante, resultando en una superficie muy rugosa y profundamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores a 10.0 mm y profundidades de hasta 13.0 mm; las más grandes se clasifican como huecos.
OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo):	No se realiza ninguna acción. Sello superficial. Tratamiento superficial.
M (Medium: Medio):	Sello superficial. Se realiza tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
H (High: Alto):	Bacheo superficial; mezcla asfáltica de frío/en caliente. Sellado de la superficie afectada con material bituminoso y recubrimiento Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica

Nota. (ASTM D6433, 2004)

Desprendimiento de agregados (m²)



Nota. (INVIAS, 2006)

PATRON DE EVALUACIÓN POR CADA TIPO DE FALLA

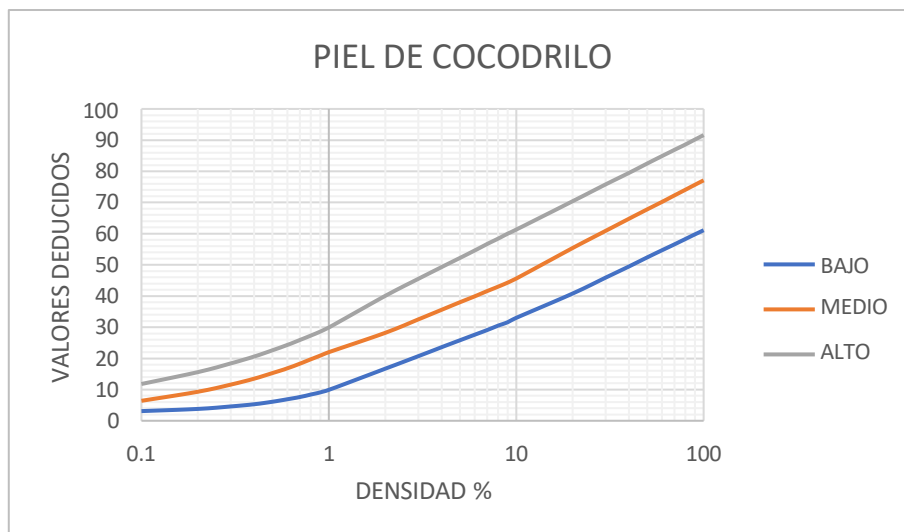
Nº	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					L	M	H
					Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	Severidad de grietas	s < 10mm	10mm < s < 30mm	s > 30mm
				Interconexión	Baja	Definida	Bien definida
				Descascaramientos	NP (no presenta)	Ligero	Bien definido
				Desprendimientos	NP (no presenta)	NP (no presenta)	Bien definido
2	Exudación de asfalto	EX	m2	Grado de exudación	Ligero	Medio	Intenso
				El asfalto se pega a las ruedas de vehículos y zapatos	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año
3	Fisuras en Bloque	BLO	m2	Severidad de grietas que definen los bloques	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m	Severidad del tránsito	baja	media	alta
5	Corrugación	COR	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
6	Depresión	DEP	m2	Severidad del tránsito	13mm < h < 25mm	25mm < h < 51mm	h > 51mm
7	Fisuras de Borde	GB	m	Fragmentación o desprendimientos	NP (no presenta)	Poco Definido	Bien definido
				Severidad	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Agrietamiento	bajo	medio	severo
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	Grieta sin relleno	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Grieta con relleno			
9	Desnivel Carril/ Berma	DN	m	Elevacion entre el borde del pavimento y la berma	25mm < h < 51mm	51mm < h < 102mm	h > 102mm
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	Severidad de las grietas	s < 10mm	10mm < s < 76mm rodeado o no por grietas aleatorias	s > 76mm rodeado por grietas aleatorias de severidad M o H
11	Parcheo	PA	m2	Condición del parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
				Severidad del tránsito	baja	media	alta
12	Pulimento de Agregados	PU	m2	Grado de pulimento deberá ser significativo para ser considerado como defecto.	ND (no definido)	ND (no definido)	ND (no definido)
13	Huecos (Baches)	HUE	unid	Huecos con diametro menor a 762mm (d < 762mm)	102mm < d < 203mm h < 25.4mm	102mm < d < 203mm h > 50.8mm	203mm < d < 457mm h > 50.8mm
					102mm < d < 203mm	203mm < d < 457mm	457mm < d < 762mm
					25.4mm < h < 50.8mm	25.4mm < h < 50.8mm	25.4mm < h < 50.8mm
					203mm < d < 457mm h < 25.4mm	457mm < d < 762mm h < 25.4mm	457mm < d < 762mm h > 50.8mm
				Huecos con diametro mayor a 762mm (d > 762mm) N = A/0.47	No definido	h ≤ 25mm	h ≥ 25mm
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
15	Ahuellamientos	AHU	m2	Profundidad media del ahuellamiento (mm)	6mm < h < 13mm	13mm < h < 25mm	h > 25mm
16	Desplazamientos	DES	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
17	Grieta Parabólica	GP	m2	Severidad de la grieta	s < 10mm	10mm < s < 38mm	s > 38mm
				Área alrededor de la grieta	Normal	Fracturada levemente	Fracturada severamente
18	Hinchamiento	HN	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	Desprendimientos	bajo	regular	considerable
				Textura superficial	Normal	Moderadamente rugosa y ahuecada	Muy rugosa y severamente ahuecada
					No puede penetrarse con una moneda	Puede penetrarse con una moneda	Agregados sueltos

ANEXO 4

***CURVAS DE VALOR DEDUCIDO (VD) Y VALORES
DEDUCIDOS CORREGIDO (VDC) PARA
PAVIMENTOS ASFÁLTICOS***

Datos para valores deducidos de piel de cocodrilo

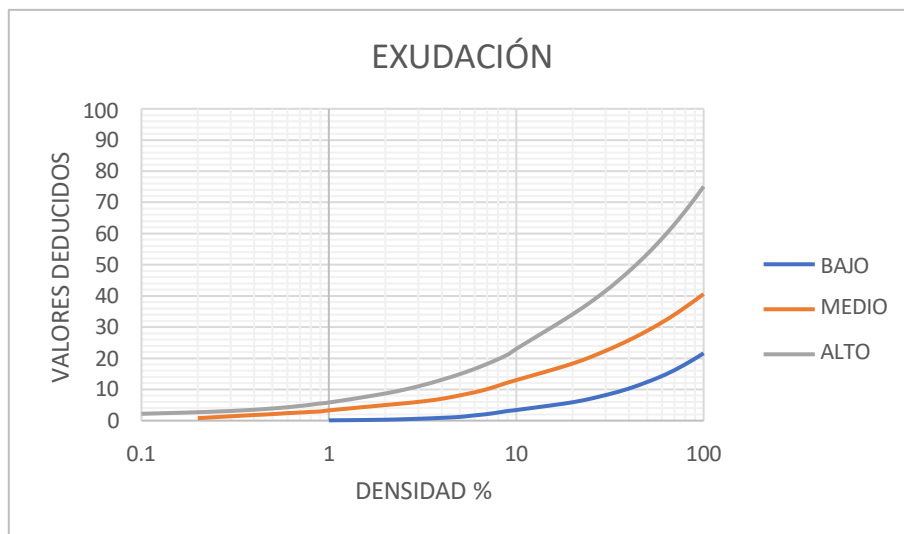
1.- PIEL DE COCODRILO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	3.1	6.4	11.8
0.2	3.8	9.3	15.6
0.3	4.6	11.6	18.4
0.4	5.3	13.5	20.6
0.5	6.1	15.3	22.6
0.6	6.9	16.8	24.3
0.7	7.6	18.3	25.9
0.8	8.4	19.7	27.3
0.9	9.1	20.9	28.6
1	9.9	22	29.9
2	16.7	28.2	40.05
3	20.7	32.5	45.5
4	23.6	35.6	49.3
5	25.8	38	52.2
6	27.6	39.9	54.6
7	29.1	41.6	56.7
8	30.5	43	58.4
9	31.6	44.3	60
10	33	45.6	61.3
20	40.8	55.4	70.4
30	45.9	60.9	75.8
40	49.5	64.8	79.5
50	52.4	67.8	82.5
60	54.7	70.2	84.9
70	56.6	72.3	86.9
80	58.3	74.1	88.6
90	59.8	75.7	90.2
100	61.1	77.1	91.6



Curva para valores deducidos de piel de Cocodrilo

Datos para valores deducidos de exudación

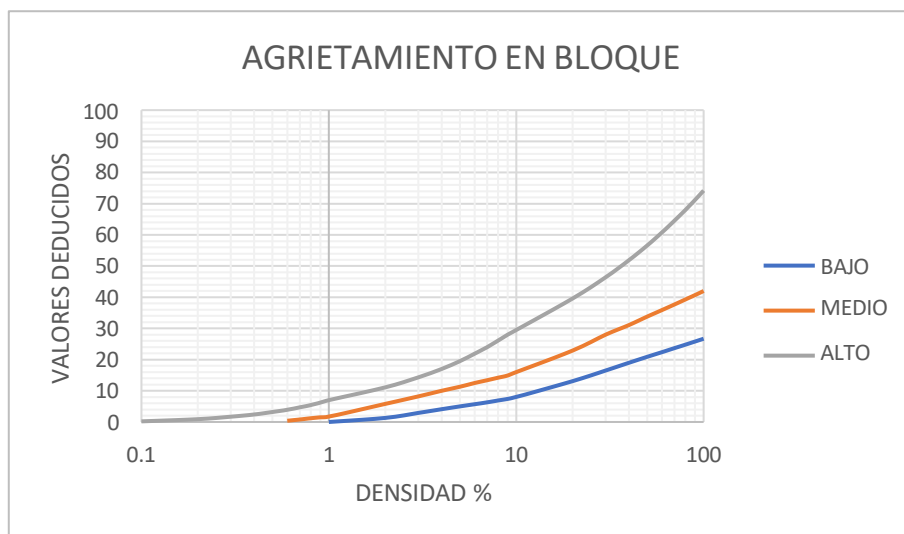
2.- EXUDACION			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			2.2
0.2		0.8	2.7
0.3		1.4	3.1
0.4		1.8	3.5
0.5		2.1	3.9
0.6		2.4	4.3
0.7		2.6	4.7
0.8		2.8	5.1
0.9		2.95	5.5
1	0.1	3.3	5.8
2	0.3	5	8.7
3	0.6	6	11
4	0.9	7	13.1
5	1.2	8.1	14.9
6	1.7	9.1	16.6
7	2.1	10.1	18.2
8	2.6	11.2	19.7
9	3.1	12.2	21.1
10	3.4	13	23
20	5.9	18.3	34.1
30	8.2	22.4	41.6
40	10.3	25.8	47.9
50	12.4	28.8	53.4
60	14.3	31.5	58.4
70	16.2	34	63
80	18.1	36.4	67.3
90	19.9	38.6	71.3
100	21.6	40.6	75.1



Curva para valores deducidos de exudación

Datos para valores deducidos de agrietamiento en bloque

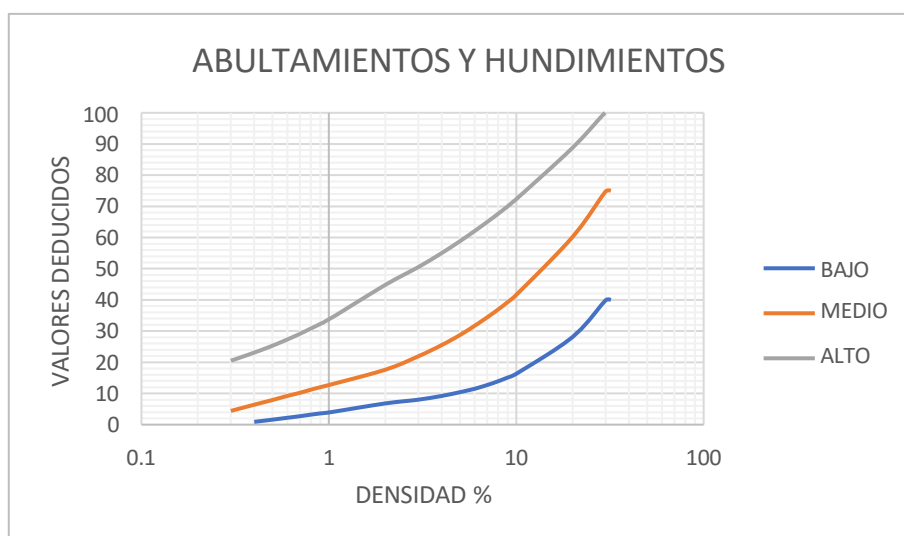
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			0.2
0.2			0.9
0.3			1.7
0.4			2.4
0.5			3.2
0.6		0.4	3.9
0.7		0.8	4.7
0.8		1.2	5.4
0.9		1.5	6.2
1	0	1.7	7
2	1.3	5.8	11.1
3	2.9	8.2	14.3
4	4.1	10	17
5	5	11.3	19.5
6	5.7	12.5	21.9
7	6.3	13.4	24
8	6.9	14.2	26.1
9	7.4	14.9	28
10	8	16	29.5
20	13.1	22.9	39.6
30	16.5	28	46.4
40	19	31.1	51.9
50	20.9	33.8	56.6
60	22.4	35.9	60.8
70	23.7	37.7	64.6
80	24.8	39.3	68
90	25.8	40.7	71.2
100	26.7	42	74.2



Curva para valores deducidos agrietamiento en bloque

Datos para valores deducidos de abultamiento y hundimientos

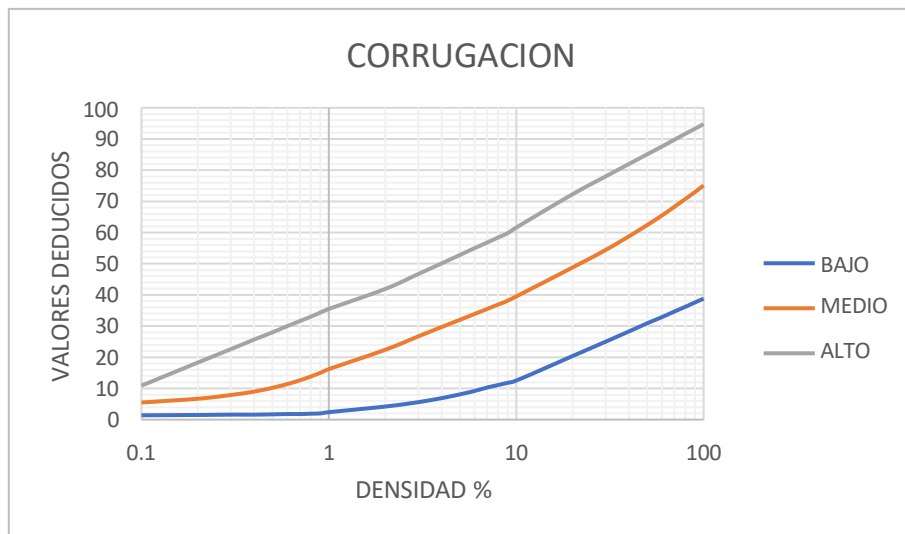
4.- ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3		4.4	20.5
0.4	0.9	6.4	23.1
0.5	1.6	7.9	25.3
0.6	2.2	9.2	27.3
0.7	2.7	10.2	29.1
0.8	3.2	11.2	30.8
0.9	3.6	12	32.3
1	3.9	12.7	33.7
2	6.8	17.6	44.8
3	8	21.9	50.5
4	9.2	25.5	55
5	10.4	28.7	58.8
6	11.5	31.7	62.1
7	12.7	34.4	65
8	13.9	36.9	67.6
9	15.1	39.3	70
10	16.3	41.6	72.3
20	28.1	60.2	88.8
30	39.9	74.8	100.2
32	40	75	100.3
50			
60			
70			
80			
90			
100			



Curva para valores deducidos de abultamientos y hundimientos

Datos para valores deducidos de piel de corrugación

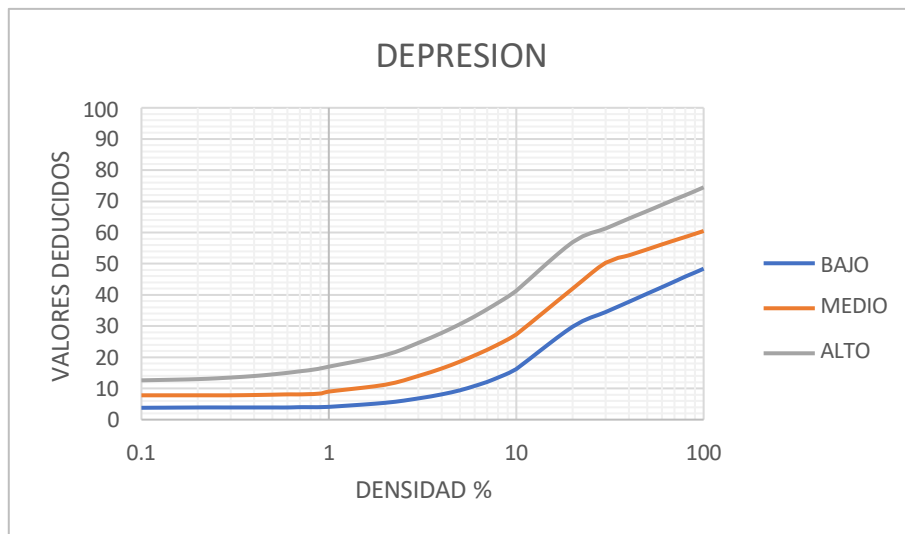
5.- CORRUGACION			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	1.4	5.5	10.9
0.2	1.5	6.7	18.3
0.3	1.6	7.9	22.6
0.4	1.6	9	25.7
0.5	1.7	10.2	28
0.6	1.8	11.4	30
0.7	1.8	12.6	31.6
0.8	1.9	13.8	33
0.9	2	15	34.3
1	2.4	16.2	35.5
2	4.2	22.4	41.9
3	5.6	26.7	46.7
4	6.9	29.7	50.1
5	8.1	32	52.8
6	9.2	33.9	55
7	10.3	35.5	56.8
8	11.1	36.9	58.4
9	11.8	38.1	59.8
10	12.5	39.5	61.6
20	20.4	48.8	72.3
30	25	54.4	78
40	28.3	58.8	82
50	30.9	62.4	85.1
60	32.9	65.5	87.6
70	34.7	68.3	89.8
80	36.2	70.8	91.7
90	37.6	73	93.3
100	38.8	75.1	94.8



Curva para valores deducidos corrugación

Datos para valores deducidos de depresión

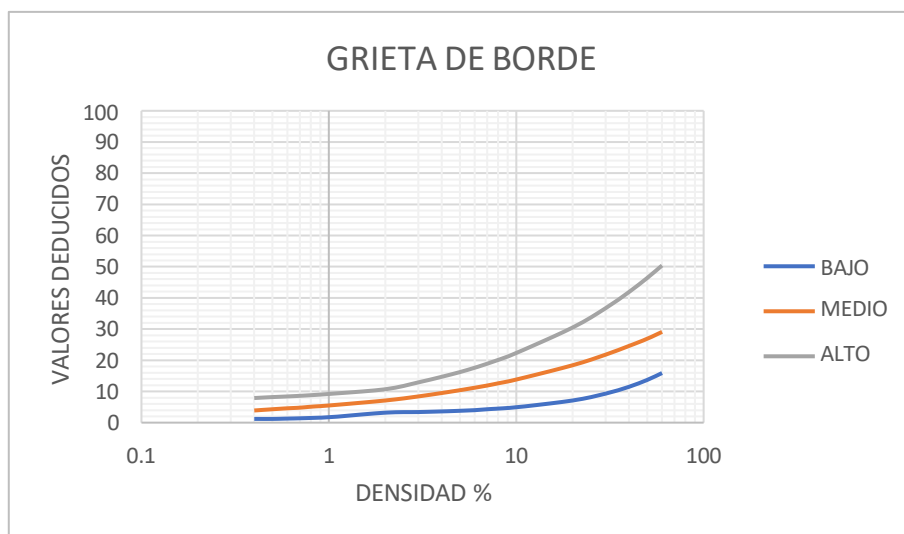
6.- DEPRESION			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	3.8	7.8	12.6
0.2	3.9	7.8	13
0.3	3.9	7.8	13.5
0.4	3.9	7.9	14
0.5	3.9	8	14.5
0.6	3.9	8.1	15
0.7	4	8.1	15.5
0.8	4	8.2	15.9
0.9	4	8.3	16.4
1	4.1	9	17
2	5.4	11.2	20.7
3	6.8	14	24.6
4	8.1	16.4	27.8
5	9.4	18.6	30.6
6	10.8	20.6	33.1
7	12.1	22.4	35.4
8	13.5	24.1	37.5
9	14.8	25.7	39.4
10	16.2	27.3	41.3
20	29.8	42	56.9
30	34.5	50.3	61.3
40	37.8	52.7	64.5
50	40.4	54.6	66.9
60	42.5	56.2	68.9
70	44.3	57.5	70.6
80	45.9	58.6	72
90	47.2	59.6	73.3
100	48.4	60.5	74.5



Curva para valores deducidos agrietamiento en bloque

Datos para valores deducidos de grieta de borde

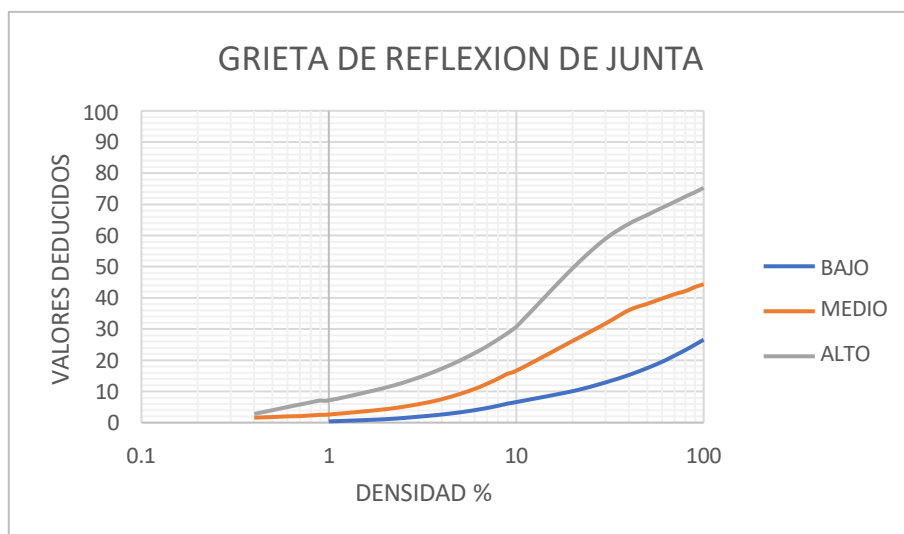
7.- GRIETA DE BORDE			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4	1.2	3.9	7.9
0.5	1.2	4.3	8.2
0.6	1.3	4.6	8.4
0.7	1.4	4.8	8.6
0.8	1.5	5.1	8.8
0.9	1.6	5.3	9
1	1.7	5.5	9.2
2	3.2	7.1	10.7
3	3.4	8.4	12.9
4	3.6	9.5	14.7
5	3.8	10.4	16.2
6	4	11.2	17.6
7	4.3	11.9	18.9
8	4.5	12.6	20.1
9	4.7	13.2	21.2
10	4.9	13.8	22.3
20	7.1	18.4	30.5
30	9.3	21.8	36.7
40	11.5	24.6	41.9
50	13.7	26.9	46.4
60	15.9	29.1	50.4
70			
80			
90			
100			



Curva para valores deducidos grieta de borde

Datos para valores deducidos de grieta de reflexión de junta

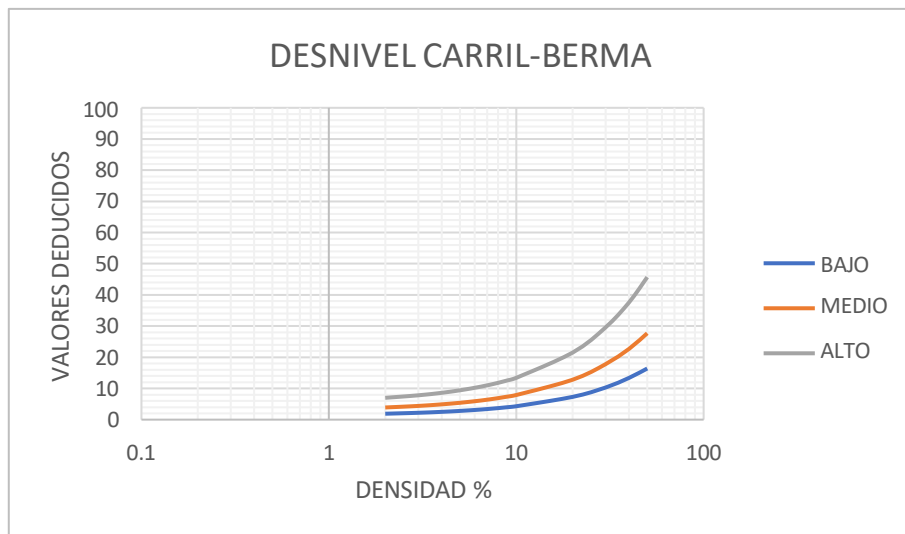
8.- GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4		1.6	2.8
0.5		1.8	4
0.6		2	5
0.7		2.1	5.8
0.8		2.3	6.5
0.9		2.5	7.1
1	0.4	2.6	7.1
2	1.1	4.3	11.2
3	1.9	5.9	14.4
4	2.6	7.5	17.3
5	3.3	9.2	19.9
6	4	10.8	22.3
7	4.7	12.5	24.5
8	5.4	14.1	26.7
9	6.1	15.7	28.7
10	6.6	16.6	30.7
20	10.1	26.2	49.5
30	12.9	31.8	59
40	15.3	36.1	63.8
50	17.5	38.1	66.6
60	19.5	39.8	68.9
70	21.5	41.2	70.8
80	23.3	42.2	72.5
90	25	43.5	73.9
100	26.6	44.4	75.3



Curva para valores deducidos de grieta de reflexión de junta

Datos para valores deducidos de desnivel carril-berma

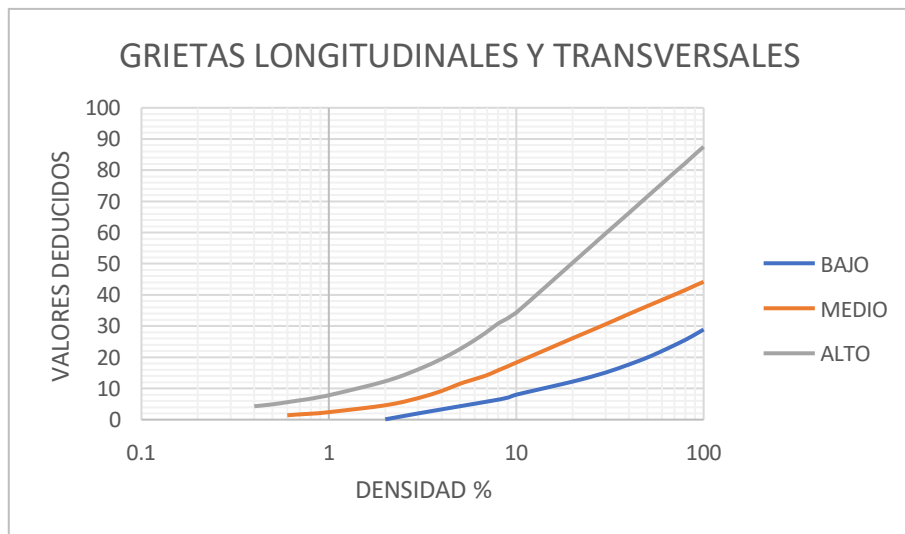
9.- DESNIVEL CARRIL-BERMA			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1			
2	1.9	3.9	7
3	2.2	4.4	7.8
4	2.5	4.9	8.6
5	2.8	5.4	9.4
6	3.1	5.9	10.2
7	3.4	6.4	11
8	3.7	6.9	11.8
9	4	7.4	12.6
10	4.3	7.9	13.4
20	7.3	12.8	21.5
30	10.3	17.8	29.6
40	13.4	22.7	37.6
50	16.4	27.7	45.7
60			
70			
80			
90			
100			



Curva para valores deducidos desnivel carril - berma

Datos para valores deducidos de grietas longitudinales y transversales

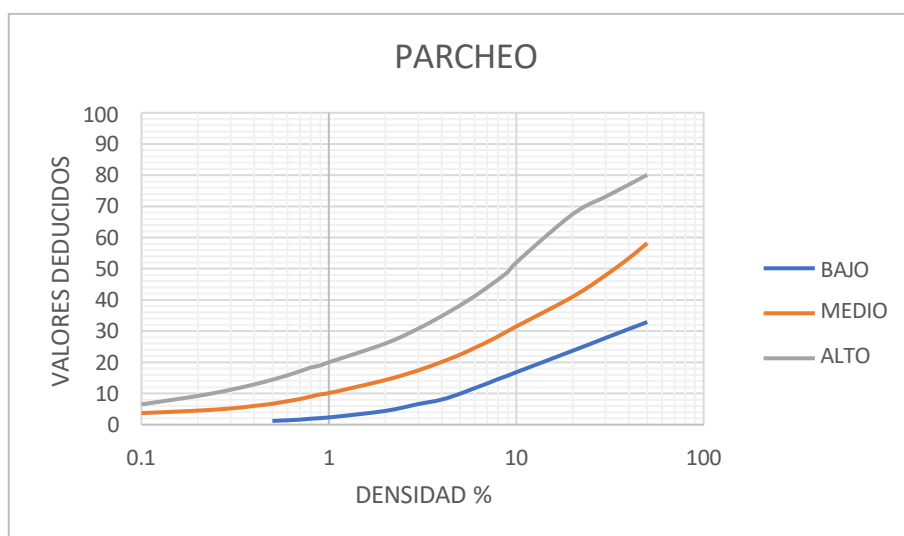
10.- GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			4.3
0.5			4.9
0.6		1.4	5.6
0.7		1.7	6.2
0.8		1.9	6.7
0.9		2.1	7.3
1		2.4	7.8
2	0.1	4.6	12.3
3	2	6.9	16.1
4	3.3	9.2	19.5
5	4.3	11.5	22.6
6	5.1	13	25.5
7	5.8	14.3	28.2
8	6.4	15.8	30.8
9	7	17.1	32.5
10	8	18.3	34.3
20	12.2	26.1	50.3
30	15.1	30.6	59.7
40	17.7	33.9	66.3
50	19.9	36.4	71.5
60	22	38.4	75.7
70	23.9	40.1	79.3
80	25.6	41.6	82.3
90	27.3	43	85.1
100	28.9	44.2	87.5



Curva para valores deducidos de grietas longitudinales y transversales

Datos para valores deducidos de parcheo

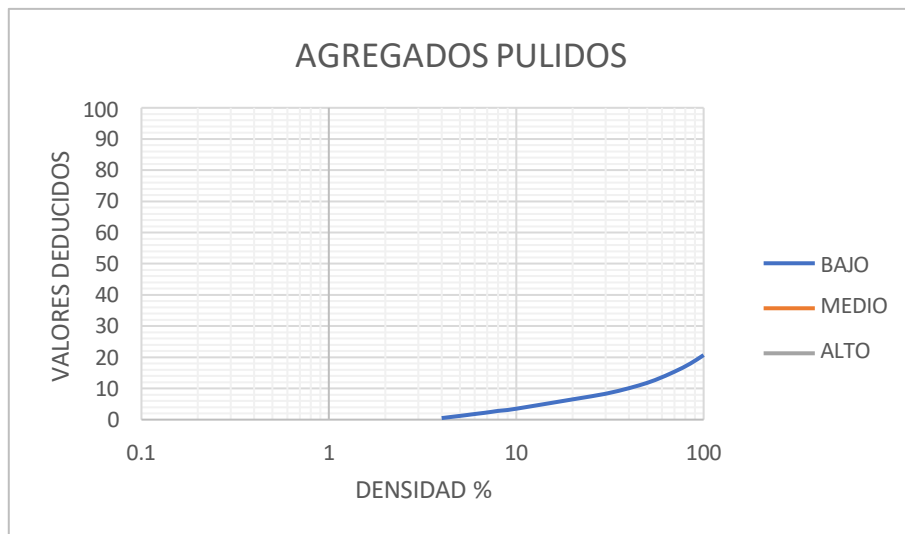
11.- PARCHEO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1		3.7	6.5
0.2		4.5	9.2
0.3		5.2	11.2
0.4		6	12.9
0.5	1.2	6.7	14.4
0.6	1.4	7.5	15.8
0.7	1.6	8.2	17.1
0.8	1.9	9	18.3
0.9	2.1	9.7	19
1	2.3	10.1	20
2	4.4	14.3	26
3	6.6	17.4	30.8
4	8	20.1	34.8
5	9.9	22.4	38.2
6	11.7	24.6	41.2
7	13.2	26.5	44
8	14.6	28.3	46.5
9	15.7	30	48.9
10	16.8	31.5	52
20	23.7	41	67.5
30	27.8	47.9	73.1
40	30.7	53.4	77
50	32.9	58.2	80.1
60			
70			
80			
90			
100			



Curva para valores deducidos de parcheo

Datos para valores deducidos de agregados pulidos

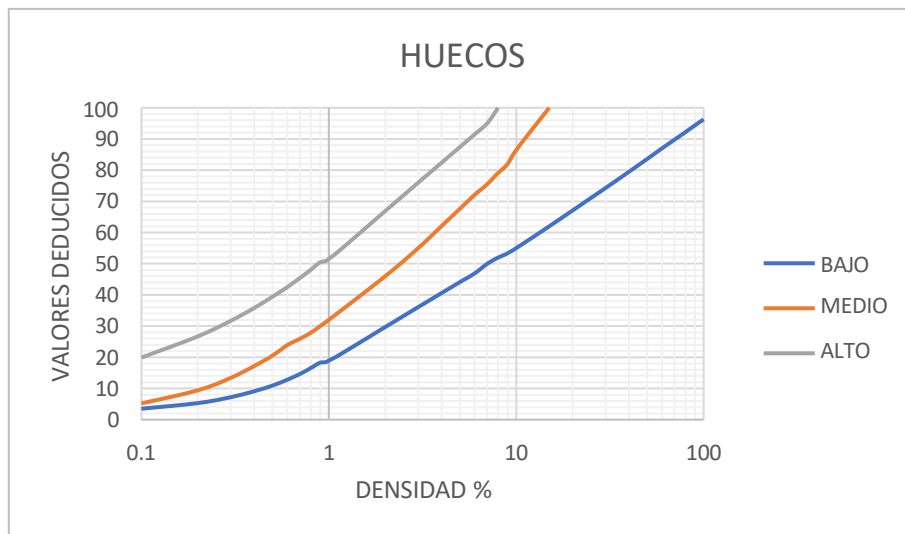
12.- AGREGADOS PULIDOS			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1			
2			
3			
4		0.5	
5		1.2	
6		1.8	
7		2.3	
8		2.8	
9		3.1	
10		3.5	
20		6.5	
30		8.3	
40		10.1	
50		11.8	
60		13.6	
70		15.4	
80		17.1	
90		18.9	
100		20.7	



Curva para valores deducidos de agregados pulidos

Datos para valores deducidos de huecos

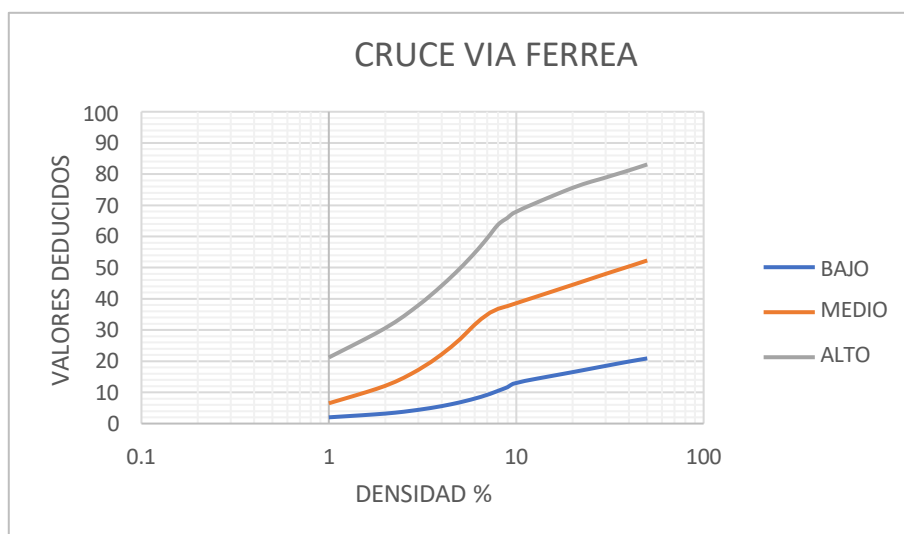
13.- HUECOS			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	3.5	5.2	19.9
0.2	5.3	9.4	26.7
0.3	7.2	13.4	31.7
0.4	9.1	17.2	35.8
0.5	10.9	20.5	39.4
0.6	12.8	23.9	42.5
0.7	14.6	25.9	45.4
0.8	16.5	27.8	48
0.9	18.3	30	50.5
1	18.8	32	51.4
2	29.7	46	66.9
3	36.1	55	76
4	40.6	62.1	82.4
5	44.1	67.6	87.4
6	46.9	72.1	91.5
7	50	75.5	95
8	52	79.1	100
9	53.3	82	
10	55	86.5	
15	62	100	
30	74.3		
40	79.5		
50	83.6		
60	87		
70	89.8		
80	92.2		
90	94.4		
100	96.3		



Curva para valores deducidos de huecos

Datos para valores deducidos de cruce vía férrea

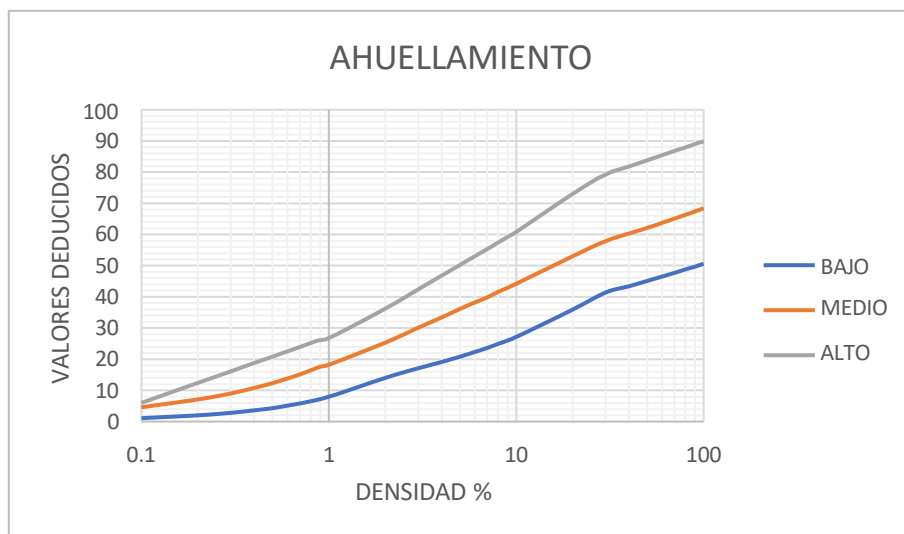
14.- CRUCE VIA FERREA			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1	2	6.5	21.2
2	3.2	12.1	30.6
3	4.4	17.2	37.9
4	5.6	22.2	44.2
5	6.8	27	49.7
6	8	31.7	54.7
7	9.2	35	59.4
8	10.5	36.8	63.8
9	11.7	37.7	66
10	13.1	38.6	68
20	16.5	44.5	75.6
30	18.5	48	78.9
40	19.9	50.4	81.2
50	20.9	52.3	83.1
60			
70			
80			
90			
100			



Curva para valores deducidos de vía férrea

Datos para valores deducidos de ahuellamiento

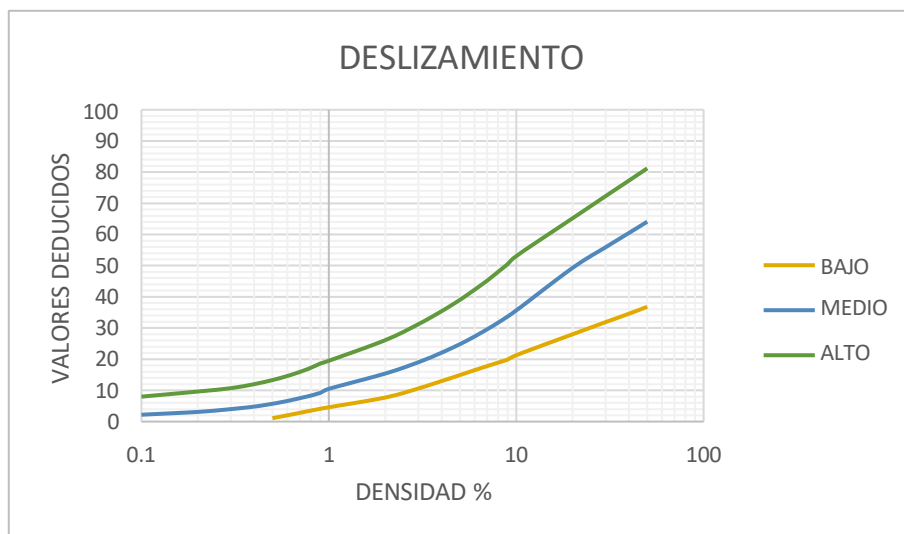
15.- AHUELLAMIENTO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	1.1	4.6	6
0.2	2	7.1	12.4
0.3	2.8	9	16.1
0.4	3.6	10.8	18.8
0.5	4.3	12.3	20.8
0.6	5.1	13.8	22.5
0.7	5.8	15.1	23.9
0.8	6.5	16.4	25.2
0.9	7.2	17.6	26.2
1	7.9	18.2	26.7
2	14	25.3	36.2
3	17.1	30.1	42.4
4	19.1	33.4	46.8
5	20.8	36.1	50.2
6	22.3	38.2	53
7	23.6	39.8	55.3
8	24.9	41.6	57.4
9	26	42.9	59.2
10	27.1	44.2	60.8
20	35.9	53	73
30	41.4	57.9	79.3
40	43.4	60.3	81.8
50	45.1	62.1	83.8
60	46.5	63.7	85.4
70	47.7	65.1	86.8
80	48.8	66.3	87.9
90	49.7	67.4	89
100	50.6	68.4	89.9



Curva para valores deducidos de ahuellamiento

Datos para valores deducidos de deslizamiento

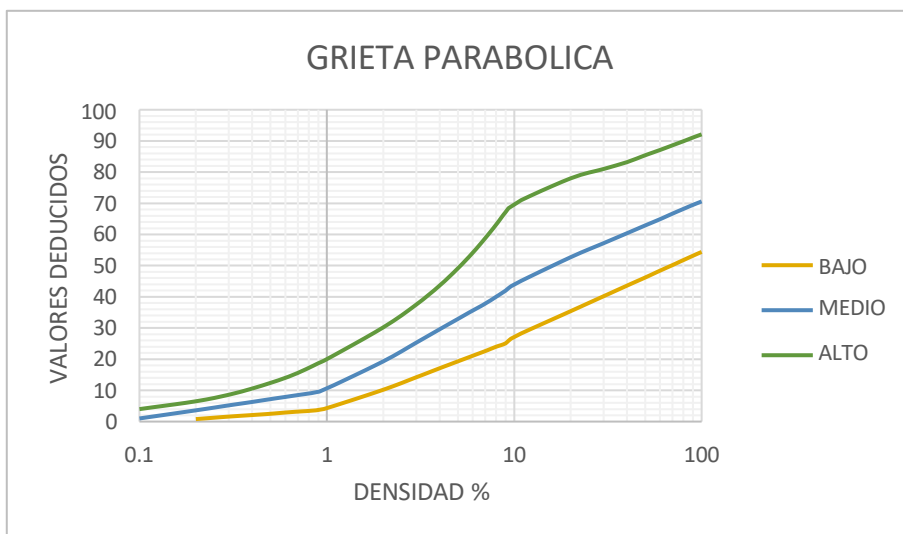
16.- DESLIZAMIENTO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1		2.2	8
0.2		3.1	9.63
0.3		4	10.7
0.4		4.8	12
0.5	1.1	5.7	13.3
0.6	2	6.6	14.6
0.7	2.8	7.5	15.9
0.8	3.5	8.3	17.2
0.9	4.1	9.2	18.6
1	4.6	10.5	19.5
2	7.7	15.4	26.1
3	10.6	19	31.2
4	13	22.1	35.4
5	14.9	24.8	39
6	16.5	27.3	42.3
7	17.8	29.6	45.2
8	18.9	31.7	48
9	19.9	33.7	50.5
10	21.3	35.6	53.1
20	28	49.3	65.2
30	31.9	55.9	72.3
40	34.6	60.5	77.3
50	36.8	64.1	81.2
60			
70			
80			
90			
100			



Curva para valores deducidos de deslizamiento

Datos para valores deducidos de grieta parabólica

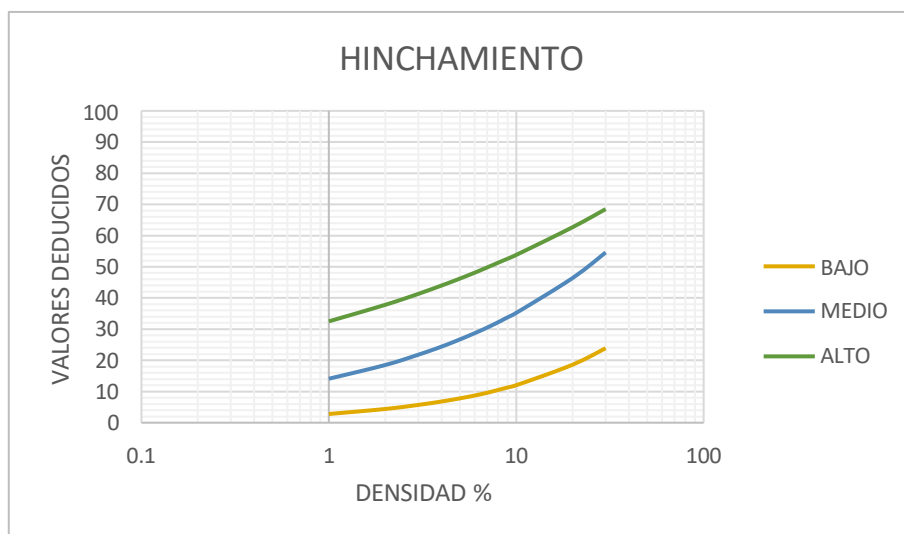
17.- GRIETA PARABOLICA			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1		1	4
0.2	0.8	3.6	6.5
0.3	1.6	5.2	8.6
0.4	2.1	6.3	10.6
0.5	2.5	7.2	12.4
0.6	2.9	7.9	14
0.7	3.2	8.5	15.6
0.8	3.4	9	17.2
0.9	3.7	9.5	18.7
1	4.3	10.6	20
2	10.2	19.3	30.2
3	14.2	25.3	37.5
4	17.1	29.6	43.6
5	19.3	32.9	49.1
6	21.1	35.6	54.1
7	22.6	37.8	58.8
8	24	40	63.1
9	25.1	42	67.2
10	27.2	44	69.9
20	35.4	52.7	78
30	40.2	57.2	81
40	43.6	60.4	83.2
50	46.2	62.9	85.4
60	48.4	64.9	87.1
70	50.2	66.7	88.6
80	51.8	68.2	89.9
90	53.2	69.5	91.1
100	54.4	70.6	92.1



Curva para valores deducidos de grieta de parabólica

Datos para valores deducidos de hinchamiento

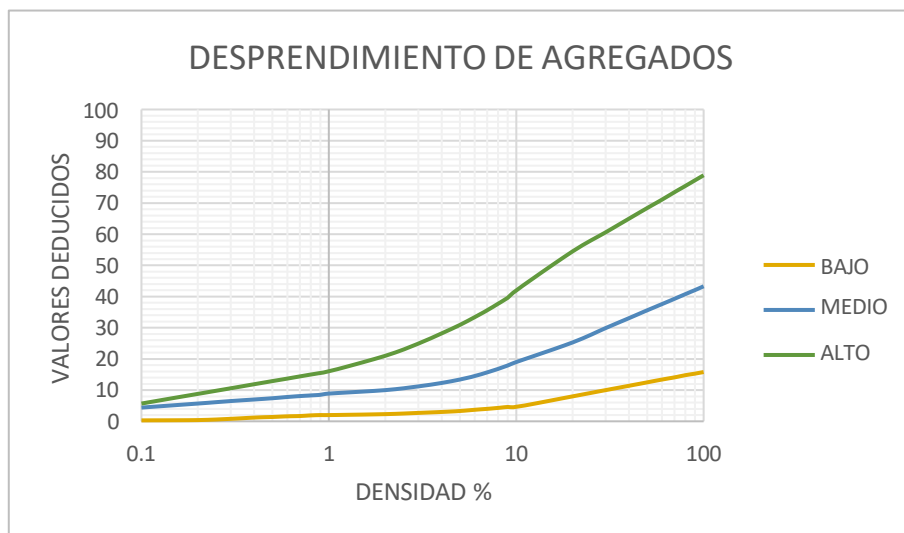
18.- HINCHAMIENTO			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1	2.8	14.1	32.5
2	4.4	18.5	37.8
3	5.7	21.8	41.3
4	6.8	24.4	44
5	7.8	26.7	46.2
6	8.7	28.7	48.1
7	9.6	30.5	49.8
8	10.5	32.2	51.3
9	11.3	33.8	52.6
10	12	35.2	53.8
20	18.6	46.4	62.7
30	23.9	54.6	68.5
40			
50			
60			
70			
80			
90			
100			



Curva para valores deducidos de hinchamiento

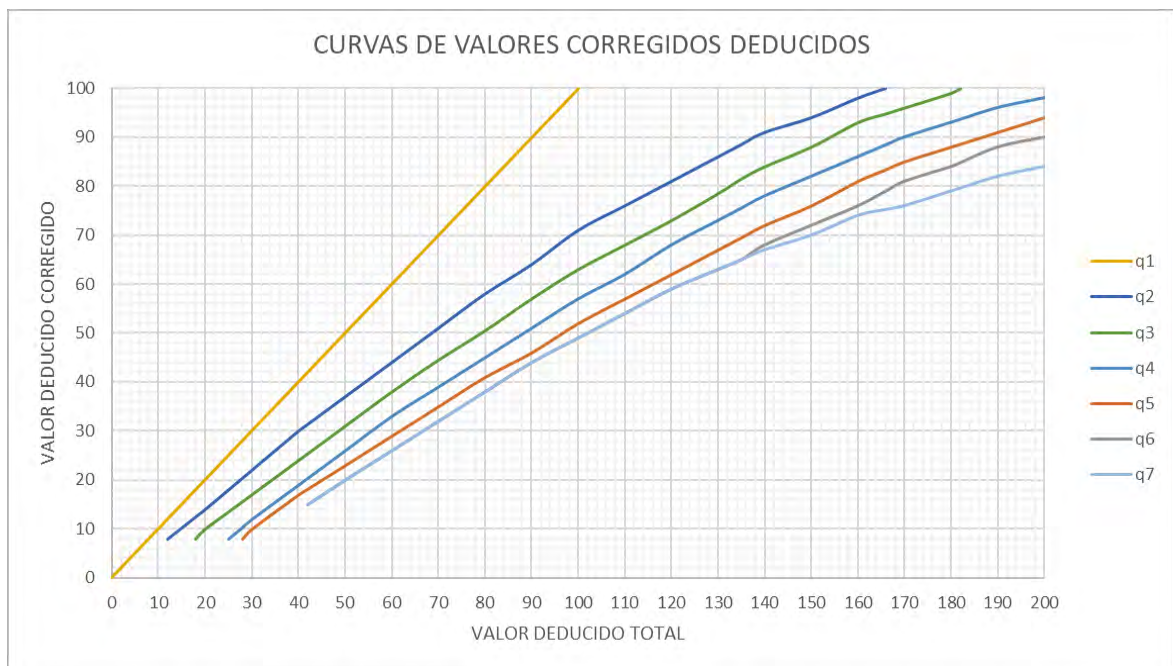
Datos para valores deducidos de agregados

19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.1	0.3	4.4	5.7
0.2	0.4	5.7	8.8
0.3	0.8	6.5	10.6
0.4	1.2	7	11.9
0.5	1.4	7.4	12.9
0.6	1.6	7.8	13.7
0.7	1.7	8.1	14.4
0.8	1.9	8.3	15
0.9	2	8.5	15.5
1	2	8.9	16
2	2.3	10	21
3	2.7	11.2	24.9
4	3	12.3	28.2
5	3.3	13.4	30.9
6	3.7	14.5	33.4
7	4	15.7	35.6
8	4.3	16.8	37.7
9	4.6	17.9	39.6
10	4.6	19	42
20	8	25.3	54.5
30	10	29.9	60.6
40	11.4	33.1	65
50	12.5	35.6	68.4
60	13.4	37.6	71.1
70	14.1	39.3	73.5
80	14.8	40.8	75.5
90	15.3	42.1	77.3
100	15.8	43.3	78.9



Curva para valores deducidos de desprendimiento de agregados

VDT	CURVAS DE VALORES CORREGIDOS DEDUCIDOS						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0	0						
10	10						
12	12	8					
18	18	12.5	8				
20	20	14	10				
25	25	18	13.5	8			
28	28	20.4	15.6	10.4	8		
30	30	22	17	12	10		
40	40	30	24	19	17		
42	42	31.4	25.4	20.4	18.2	15	15
50	50	37	31	26	23	20	20
60	60	44	38	33	29	26	26
70	70	51	44.5	39	35	32	32
80	80	58	50.5	45	41	38	38
90	90	64	57	51	46	44	44
100	100	71	63	57	52	49	49
110		76	68	62	57	54	54
120		81	73	68	62	59	59
130		86	78.5	73	67	63	63
135		88.5	81.5	75.5	69.5	65	65
140		91	84	78	72	68	67
150		94	88	82	76	72	70
160		98	93	86	81	76	74
166		100	94.8	88.4	83.4	79	75.2
170			96	90	85	81	76
180			99	93	88	84	79
182			100	93.6	88.6	84.8	79.6
190				96	91	88	82
200				98	94	90	84



ANEXO 5

***CÁLCULO DE LA CONDICIÓN MEDIANTE VANT
POR UNIDAD DE MUESTRA***

REGISTRO DE VANT

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO:	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA:	UM1	UM Representativas de 10 Km			
EVALUADORES:	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero Est. Isaías Guerrero Martínez	PROGRESIVA:	KM 60+000.0 - KM 60+035.4	UM77	UM96	UM115	UM134
FECHA:	29/07/2024	ANCHO DE CALZADA (m) :	6.5 m	UM153	UM172	UM191	UM210
		ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²	UM229	UM248	UM267	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m ²	11	Parcheo	PA	m ²
2	Exudación de asfalto	EX	m ²	12	Agregados pulidos	AP	m ²
3	Fisuras en bloque	BLO	m ²	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m ²
5	Corrugaciones	COR	m ²	15	Ahuellamiento	AH	m ²
6	Depresiones	DP	m ²	16	Desplazamiento	DZ	m ²
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m ²
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m ²
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m ²
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	Colores	Clasificación
85 - 100	Verde	Excelente
70 - 85	Verde claro	Muy bueno
55 - 70	Amarillo	Bueno
40 - 55	Amarillo claro	Regular
25 - 40	Naranja	Malo
10 - 25	Rojo	Muy malo
0 - 10	Rojo oscuro	Fallado

Niveles de severidad y Unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	L	4.295	10.719	7.858	11.991	2.815		37.68	16.37%	11.00
10	M	2.566	2.502	2.954	31.697			39.72	17.26%	24.00
10	H	4.592	5.580	2.250				12.42	5.40%	25.00
11	M	15.156						15.16	6.59%	26.00
19	L	5.736	15.082	0.937				21.76	9.45%	4.00
19	M	5.080						5.08	2.21%	10.00
2	L	5.736						5.74	2.49%	1.00
									Total VD	101.00

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	6
Valor deducido mas alto (HDV)	26.00
Numero maximo de valores deducidos (mi)	7.80

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	26	25	24	11	10	4	100.00	6	49	
2	26	25	24	11	10	2	98.00	5	51	
3	26	25	24	11	2	2	90.00	4	51	
4	26	25	24	2	2	2	81.00	3	51	
5	26	25	2	2	2	2	59.00	2	43	
6	26	2	2	2	2	2	36.00	1	36	
									MAX VDC	51

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

49
Regular

CONDICION DEL PAVIMENTO

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



LEYENDA

TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA
1. Piel de cocodrilo (m ²)	
2. Exudación de asfalto (m ²)	
3. Fisuras en bloque (m ²)	
4. Abultamiento y Hundimientos (m)	
5. Corrugaciones (m ²)	
6. Depresiones (m ²)	
7. Fisuras de borde (m)	
8. Grietas de reflexiones (m)	
9. Desnivel carril/berma (m)	
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	
11. Parcheo (m ²)	
12. Agregados pulidos (m ²)	
13. Huecos (Baches) (m ²)	
14. Cruce de vía férrea (m ²)	
15. Ahuellamiento (m ²)	
16. Desplazamiento (m ²)	
17. Grieta parabólica (m)	
18. Hinchamiento (m)	
19. Desprendimiento de agregados (m)	

REGISTRO DE VANT

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO:	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA:	UM39	UM Representativas de 10 Km			
EVALUADORES:	Est. Karen Johoana Chuquibala Guerrero Est. Isaias Guerrero Martinez.	PROGRESIVA:	KM 61 + 345.2 - KM 61 + 380.6	UM1	UM20	UM39	UM58
FECHA:	29/07/2024	ANCHO DE CALZADA (m) :	6.5 m	UM77	UM96	UM115	UM134
		ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²	UM153	UM172	UM191	UM210
				UM229	UM248	UM267	

N°	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	N°	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	Colores	Clasificación
85 - 100	Verde	Excelente
70 - 85	Amarillo	Muy bueno
55 - 70	Verde claro	Bueno
40 - 55	Amarillo claro	Regular
25 - 40	Rojo	Malo
10 - 25	Naranja	Muy malo
0 - 10	Negro	Fallado

Niveles de severidad y Unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	L	6.334	12.665	11.308	15.115	9.659	9.822	4.782	2.112	1.992	73.789	32.07%	16.00
10	M	20.608	17.160	17.083	15.794	18.602	10.597				99.844	43.39%	35.00
11	M	5.288	4.483								9.771	4.25%	21.00
19	L	10.186									10.186	4.43%	3.00
19	M	4.252	1.160								5.412	2.35%	10.00
Total VD													85.00

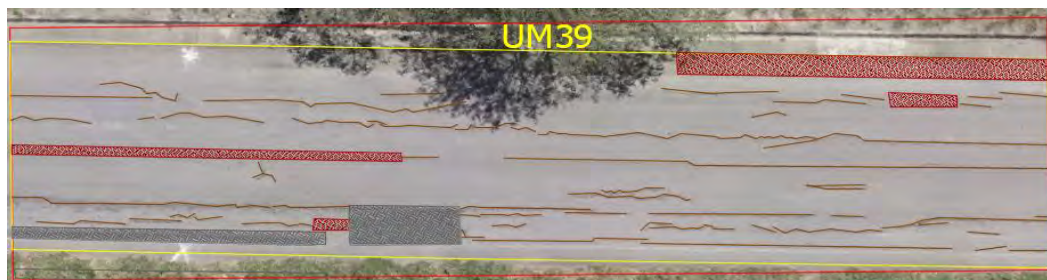
CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido mas alto (HDV)	35.00
Numero maximo de valores deducidos (mi)	6.97

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	35	21	16	10	3		85.00	5	43
2	35	21	16	10	2		84.00	4	47
3	35	21	16	2	2		76.00	3	48
4	35	21	2	2	2		62.00	2	45
5	35	2	2	2	2		43.00	1	43
MAX VDC									48

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI) 52

CONDICION DEL PAVIMENTO Regular

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LEYENDA

TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA
1. Piel de cocodrilo (m2)	
2. Exudación de asfalto (m2)	
3. Fisuras en bloque (m2)	
4. Abultamiento y Hundimientos (m)	
5. Corrugaciones (m2)	
6. Depresiones (m2)	
7. Fisuras de borde (m)	
8. Grietas de reflexiones (m)	
9. Desenivel carril/berma (m)	
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	
11. Parqueo (m2)	
12. Agregados pulidos (m2)	
13. Huecos (Baches) (und)	
14. Cruce de vía férrea (m2)	
15. Ahuellamiento (m2)	
16. Desplazamiento (m2)	
17. Grieta parabólica (m)	
18. Hinchamiento (m)	
19. Desprendimiento de agregados (m)	

REGISTRO DE VANT

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO:	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA:	UM115	UM Representativas de 10 Km			
EVALUADORES:	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero Est. Isaias Guerrero Martínez	PROGRESIVA:	KM 64+035.6 - KM 64+071.0	UM1	UM20	UM39	UM58
FECHA:	30/07/2024	ANCHO DE CALZADA (m) :	6.5 m	UM77	UM96	UM115	UM134
		ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²	UM153	UM172	UM191	UM210
				UM229	UM248	UM267	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m ²	11	Parcheo	PA	m ²
2	Exudación de asfalto	EX	m ²	12	Agregados pulidos	AP	m ²
3	Fisuras en bloque	BLO	m ²	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m ²
5	Corrugaciones	COR	m ²	15	Ahuellamiento	AH	m ²
6	Depresiones	DP	m ²	16	Desplazamiento	DZ	m ²
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m ²
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m ²
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m ²
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	Colores	Clasificación
85 - 100	Verde	Excelente
70 - 85	Amarillo	Muy bueno
55 - 70	Verde claro	Bueno
40 - 55	Amarillo claro	Regular
25 - 40	Rojo	Malo
10 - 25	Naranja	Muy malo
0 - 10	Rojo oscuro	Fallado

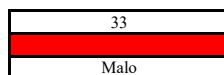
Niveles de severidad y Unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	L	8.026	3.653	6.680	2.638	4.912				25.909	11.26%	9.00
10	M	10.107	6.549	12.158	6.232	9.444	8.735			53.225	23.13%	28.00
7	M	4.957								4.957	2.15%	8.00
5	M	39.557								39.557	17.19%	47.00
19	M	9.960	6.085	4.895						20.94	9.10%	18.00
											Total VD	110.00

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido mas alto (HDV)	47.00
Numero maximo de valores deducidos (mi)	5.87

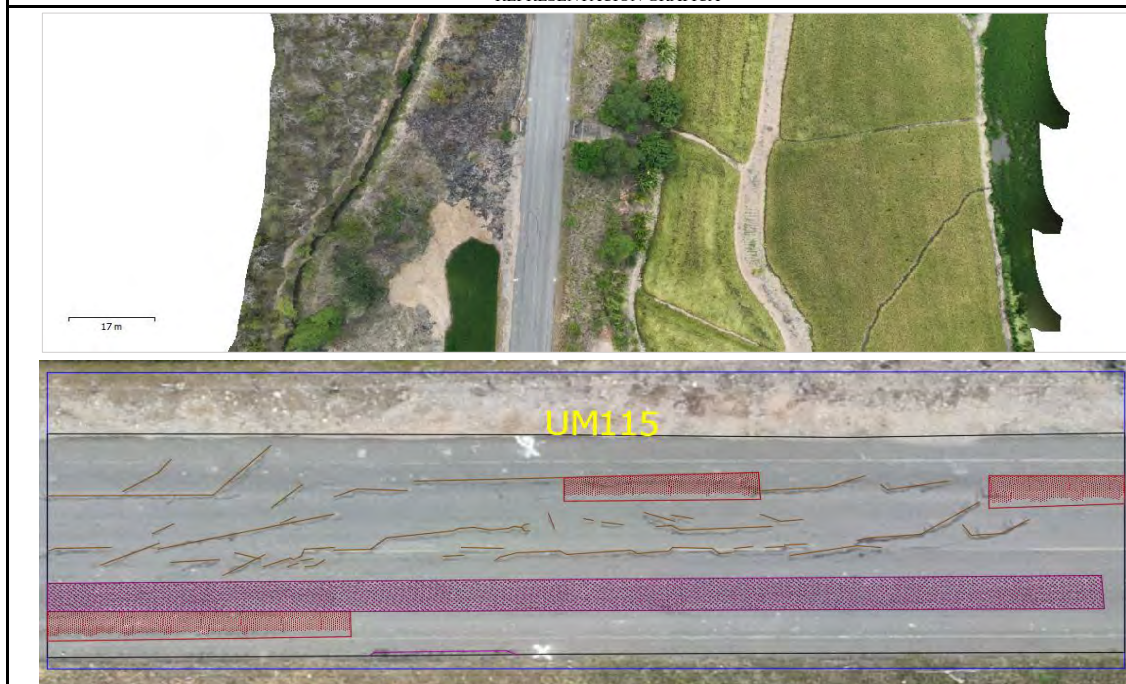
Nº	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	47	28	18	9	8		110.00	5	57	
2	47	28	18	9	2		104.00	4	59	
3	47	28	18	2	2		97.00	3	67	
4	47	28	2	2	2		81.00	2	59	
5	47	2	2	2	2		55.00	1	55	
MAX VDC										67

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)



CONDICION DEL PAVIMENTO

REPRESENTACION GRÁFICA



LEYENDA

TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGIA
1. Piel de cocodrilo (m ²)	[Pattern]
2. Exudación de asfalto (m ²)	[Pattern]
3. Fisuras en bloque (m ²)	[Pattern]
4. Abultamiento y Hundimientos (m)	[Pattern]
5. Corrugaciones (m ²)	[Pattern]
6. Depresiones (m ²)	[Pattern]
7. Fisuras de borde (m)	[Pattern]
8. Grietas de reflexiones (m)	[Pattern]
9. Desenivel carril/berma (m)	[Pattern]
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	[Pattern]
11. Parcheo (m ²)	[Pattern]
12. Agregados pulidos (m ²)	[Pattern]
13. Huecos (Baches) (una)	[Symbol]
14. Cruce de vía férrea (m ²)	[Pattern]
15. Ahuellamiento (m ²)	[Pattern]
16. Desplazamiento (m ²)	[Pattern]
17. Grieta parabólica (m)	[Pattern]
18. Hinchamiento (m)	[Pattern]
19. Desprendimiento de agregados (m)	[Pattern]

REGISTRO DE VANT

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO:	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA:	UM153	UM Representativas de 10 Km			
EVALUADORES:	Est. Karen Johoana Chuquibala Guerrero Est. Isaías Guerrero Martínez.	PROGRESIVA:	KM 65+380.8 - KM 65+416.2	UM1	UM20	UM39	UM58
FECHA:	30/07/2024	ANCHO DE CALZADA (m) :	6.5 m	UM77	UM96	UM115	UM134
		ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²	UM153	UM172	UM191	UM210
				UM229	UM248	UM267	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	Colores	Clasificación
85 - 100		Excelente
70 - 85		Muy bueno
55 - 70		Bueno
40 - 55		Regular
25 - 40		Malo
10 - 25		Muy malo
0 - 10		Fallado

Niveles de severidad y Unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	M	6.256	5.258	11.55	10.374			33.44	14.53%	22.00
10	L	3.967	3.073	5.288				12.33	5.36%	5.00
5	L	11.261						11.26	4.89%	8.00
19	L	6.085	7.782	7.708				21.58	9.38%	4.00
19	H	3.466	1.953	16.955				22.37	9.72%	41.00
Total VD										80.00

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido mas alto (HDV)	41.00
Numero maximo de valores deducidos (mi)	6.42

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	41	22	8	5	4		80.00	5	41
2	41	22	8	5	2		78.00	4	44
3	41	22	8	2	2		75.00	3	47
4	41	22	2	2	2		69.00	2	50
5	41	2	2	2	2		49.00	1	49
MAX VDC									50

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

50

CONDICION DEL PAVIMENTO

Regular

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



LEYENDA

TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA
1. Piel de cocodrilo (m2)	
2. Exudación de asfalto (m2)	
3. Fisuras en bloque (m2)	
4. Abultamiento y Hundimientos(m)	
5. Corrugaciones (m2)	
6. Depresiones (m2)	
7. Fisuras de borde (m)	
8. Grietas de reflexiones (m)	
9. Desenivel carril/berma (m)	
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	
11. Parcheo (m2)	
12. Agregados pulidos (m2)	
13. Huecos (Baches) (und)	
14. Cruce de vía férrea(m2)	
15. Ahuellamiento (m2)	
16. Desplazamiento (m2)	
17. Grieta parabólica (m)	
18. Hinchamiento (m)	
19. Desprendimiento de agregados (m)	



REGISTRO DE VANT

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO:	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA:	UM248	UM Representativas de 10 Km			
EVALUADORES:	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero Est. Isaías Guerrero Martínez	PROGRESIVA:	KM 69+416.4 - KM 69+451.8	UM1	UM20	UM39	UM58
				UM77	UM96	UM115	UM134
FECHA:	31/07/2024	ANCHO DE CALZADA (m) :	6.5 m	UM153	UM172	UM191	UM210
		ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²	UM229	UM248	UM267	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	Colores	Clasificación
85 - 100		Excelente
70 - 85		Muy bueno
55 - 70		Bueno
40 - 55		Regular
25 - 40		Malo
10 - 25		Muy malo
0 - 10		Fallado

Niveles de severidad y unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)	
10	M	9.518								9.52	4.14%	10.00	
10	L	14.000	9.294							23.29	10.12%	9.00	
10	H	15.686								15.69	6.82%	27.00	
5	H	52.737								52.74	22.92%	74.00	
7	L	3.341								3.34	1.45%	3.00	
7	M	7.096	5.992							13.09	5.69%	11.00	
7	H	21.418								21.42	9.31%	22.00	
19	H	56.304	4.991							61.30	26.64%	58.00	
19	L	5.378								5.38	2.34%	3.00	
											Total VD		217.00

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	9
Valor deducido mas alto (HDV)	74.00
Numero maximo de valores deducidos (mi)	3.39

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	74	58	10.53		143	3	85	
2	74	58	2		134	2	88	
3	74	2	2		78	1	78	
							MAX VDC	88

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI) 12
CONDICION DEL PAVIMENTO Muy Malo

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LEYENDA

TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA
1. Piel de cocodrilo (m2)	
2. Exudación de asfalto (m2)	
3. Fisuras en bloque (m2)	
4. Abultamiento y Hundimientos(m)	
5. Corrugaciones (m2)	
6. Depresiones (m2)	
7. Fisuras de borde (m)	
8. Grietas de reflexiones (m)	
9. Densivel carril/berma (m)	
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	
11. Parqueo (m2)	
12. Agregados pulidos (m2)	
13. Huecos (Baches) (und)	
14. Cruce de vía férrea(m2)	
15. Ahuellamiento (m2)	
16. Desplazamiento (m2)	
17. Grieta parabólica (m)	
18. Hinchamiento (m)	
19. Desprendimiento de agregados (m)	



REGISTRO DE VANT

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO:	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA:	UM4	UM No Representativas de 10 Km			
EVALUADORES:	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero Est. Isaías Guerrero Martínez.	PROGRESIVA:	KM 60+106.2- KM 60+141.6	UM4	UM15	MU25	MU34
		ANCHO DE CALZADA (m) :	6.5 m	UM106	UM162	UM167	UM188
FECHA:	01/08/2024	ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²	UM204	UM238	UM281	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	Colores	Clasificación
85 - 100		Excelente
70 - 85		Muy bueno
55 - 70		Bueno
40 - 55		Regular
25 - 40		Malo
10 - 25		Muy malo
0 - 10		Fallado

Niveles de severidad y Unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	M	9.376	11.869	6.362	16.214	14.253	7.638		65.712	28.56%	15.00
10	H	17.766	17.728	18.240	18.141				71.875	31.24%	61.00
7	M	17.966	3.221						21.187	9.21%	13.00
19	L	14.053	2.049						16.102	7.00%	4.00
19	M	4.875	14.892	5.500	4.455	3.691			33.413	14.52%	22.00
Total VD											115.00

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido mas alto (HDV)	61.00
Numero maximo de valores deducidos (mi)	4.58

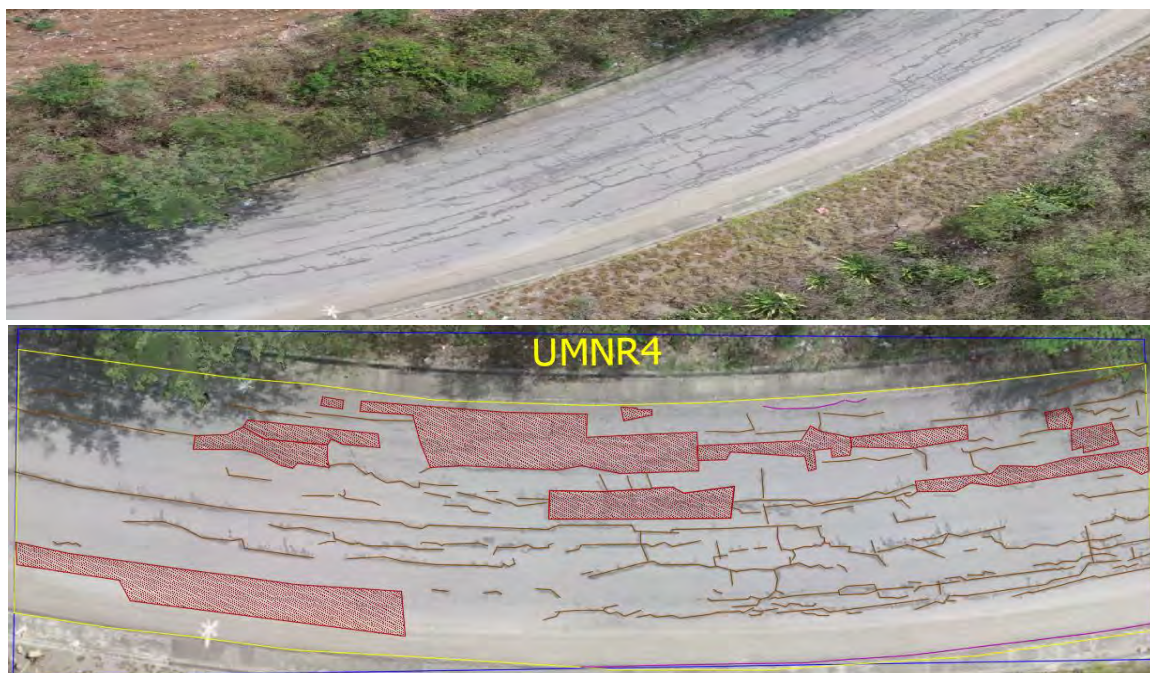
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	61	22	15	13	4		115.0	5	59
2	61	22	15	13	2		113.0	4	64
3	61	22	15	2	2		102.0	3	65
4	61	22	2	2	2		89.0	2	63
5	61	2	2	2	2		69.0	1	69
MAX VDC									69

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

31
Malo

CONDICION DEL PAVIMENTO

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LEYENDA

TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA
1. Piel de cocodrilo (m2)	
2. Exudación de asfalto (m2)	
3. Fisuras en bloque (m2)	
4. Abultamiento y Hundimientos(m)	
5. Corrugaciones (m2)	
6. Depresiones (m2)	
7. Fisuras de borde (m)	
8. Grietas de reflexiones (m)	
9. Desenivel carril/berma (m)	
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	
11. Parcheo (m2)	
12. Agregados pulidos (m2)	
13. Huecos (Baches) (und)	
14. Cruce de vía férrea(m2)	
15. Ahuellamiento (m2)	
16. Desplazamiento (m2)	
17. Grieta parabólica (m)	
18. Hinchamiento (m)	
19. Desprendimiento de agregados (m)	

REGISTRO DE VANT

PROYECTO DE TESIS:

"IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO:	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA:	UM15	UM No Representativas de 10 Km			
EVALUADORES:	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero Est. Isaías Guerrero Martínez	PROGRESIVA:	KM 60+495.6 - KM 60+531.0	UM4	UM15	UM25	UM34
		ANCHO DE CALZADA (m) :	6.5 m	UM106	UM162	UM167	UM188
FECHA:	01/08/2024	ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²	UM204	UM238	UM281	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	Colores	Clasificación
85 - 100		Excelente
70 - 85		Muy bueno
55 - 70		Bueno
40 - 55		Regular
25 - 40		Malo
10 - 25		Muy malo
0 - 10		Fallado

Niveles de severidad y Unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	L	4.832	6.547							11.379	4.95%	4
19	H	22.656	0.566							23.222	10.09%	43
10	L	7.286	5.614	9.427	7.529	6.684	8.835			45.375	19.72%	11
10	M	10.904	10.393	14.570	13.524	2.949				52.34	22.75%	28
2	L	19.552								19.552	8.50%	3
Total VD											89	

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido mas alto (HDV)	43.00
Numero maximo de valores deducidos (mi)	6.23

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	43	28	11	4	3		89	5	45
2	43	28	11	4	2		88	4	50
3	43	28	11	2	2		86	3	54
4	43	28	2	2	2		77	2	56
5	43	2	2	2	2		51	1	51
MAX VDC									56

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

44

CONDICION DEL PAVIMENTO

Regular

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



LEYENDA

TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA
1. Piel de cocodrilo (m2)	
2. Exudación de asfalto (m2)	
3. Fisuras en bloque (m2)	
4. Abultamiento y Hundimientos (m)	
5. Corrugaciones (m2)	
6. Depresiones (m2)	
7. Fisuras de borde (m)	
8. Grietas de reflexiones (m)	
9. Desenivel carril/berma (m)	
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	
11. Parqueo (m2)	
12. Agregados pulidos (m2)	
13. Huecos (Baches) (und)	
14. Cruce de vía férrea (m2)	
15. Ahuellamiento (m2)	
16. Desplazamiento (m2)	
17. Grieta parabólica (m)	
18. Hinchamiento (m)	
19. Desprendimiento de agregados (m)	



REGISTRO DE VANT

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO:	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA:	UM204	UM No Representativas de 10 Km			
EVALUADORES:	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero Est. Isaias Guerrero Martinez.	PROGRESIVA:	KM 67+186.2 - KM 67+221.6	UM4	UM15	UM25	UM34
FECHA:	03/08/2024	ANCHO DE CALZADA (m) :	6.5 m	UM106	UM162	UM167	UM188
		ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²	UM204	UM238	UM281	

N°	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	N°	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	Colores	Clasificación
85 - 100	Verde	Excelente
70 - 85	Amarillo	Muy bueno
55 - 70	Verde claro	Bueno
40 - 55	Amarillo claro	Regular
25 - 40	Naranja	Malo
10 - 25	Rojo	Muy malo
0 - 10	Negro	Fallado

Niveles de severidad y Unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	M	15.418	6.487							21.905	9.52%	19
19	H	38.572	7.338	21.294						67.204	29.21%	61
10	M	2.726								2.726	1.18%	3
											Total VD	83

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido mas alto (HDV)	61.00
Numero maximo de valores deducidos (mi)	4.58

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC	
1	61	19	3						83	3	52	
2	61	19	2						82	2	60	
3	61	2	2						65	1	65	
											MAX VDC	65

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

35
Malo

CONDICION DEL PAVIMENTO

REPRESENTACIÓN GRAFICA



LEYENDA

TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA
1. Piel de cocodrilo (m2)	[Symbol]
2. Exudación de asfalto (m2)	[Symbol]
3. Fisuras en bloque (m2)	[Symbol]
4. Abultamiento y Hundimientos(m)	[Symbol]
5. Corrugaciones (m2)	[Symbol]
6. Depresiones (m2)	[Symbol]
7. Fisuras de borde (m)	[Symbol]
8. Grietas de reflexiones (m)	[Symbol]
9. Desenivel carril/berma (m)	[Symbol]
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	[Symbol]
11. Parcheo (m2)	[Symbol]
12. Agregados pulidos (m2)	[Symbol]
13. Huecos (Baches) (und)	[Symbol]
14. Cruce de vía férrea(m2)	[Symbol]
15. Ahuellamiento (m2)	[Symbol]
16. Desplazamiento (m2)	[Symbol]
17. Grieta parabólica (m)	[Symbol]
18. Hinchamiento (m)	[Symbol]
19. Desprendimiento de agregados (m)	[Symbol]

REGISTRO DE VANT

PROYECTO DE TESIS:

"IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024"

NOMBRE DEL TRAMO:	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA:	UM238	UM No Representativas de 10 Km			
EVALUADORES:	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero Est. Isaias Guerrero Martínez	PROGRESIVA:	KM 68+389.8 - KM 68+425.2	UM4	UM15	UM25	UM34
FECHA:	03/08/2024	ANCHO DE CALZADA (m) :	6,5 m	UM106	UM162	UM167	UM188
		ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²	UM204	UM238	UM281	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m ²	11	Parqueo	PA	m ²
2	Exudación de asfalto	EX	m ²	12	Agregados pulidos	AP	m ²
3	Fisuras en bloque	BLO	m ²	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m ²
5	Corrugaciones	COR	m ²	15	Ahuellamiento	AH	m ²
6	Depresiones	DP	m ²	16	Desplazamiento	DZ	m ²
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m ²
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m ²
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m ²
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	Colores	Clasificación
85 - 100	Verde	Excelente
70 - 85	Amarillo	Muy bueno
55 - 70	Verde claro	Bueno
40 - 55	Amarillo claro	Regular
25 - 40	Naranja	Malo
10 - 25	Rojo	Muy malo
0 - 10	Negro	Fallado

Niveles de severidad y Unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
10	L	44.549							44.549	19.36%	11
10	M	31.938							31.938	13.88%	20
10	H	50.333							50.333	21.87%	52
19	L	0.979							0.979	0.43%	1
19	M	7.141							7.141	3.10%	12
19	H	12.552							12.552	5.46%	32
7	L	8.151							8.151	3.54%	4
2	L	33.427							33.427	14.53%	5
Total VD											137

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	7
Valor deducido mas alto (HDV)	52.00
Numero maximo de valores deducidos (m)	5.41

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	52	32	20	12	5		121	5	62
2	52	32	20	12	2		118	4	67
3	52	32	20	2	2		108	3	67
4	52	32	2	2	2		90	2	64
5	52	2	2	2	2		60	1	60
MAX VDC									67

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

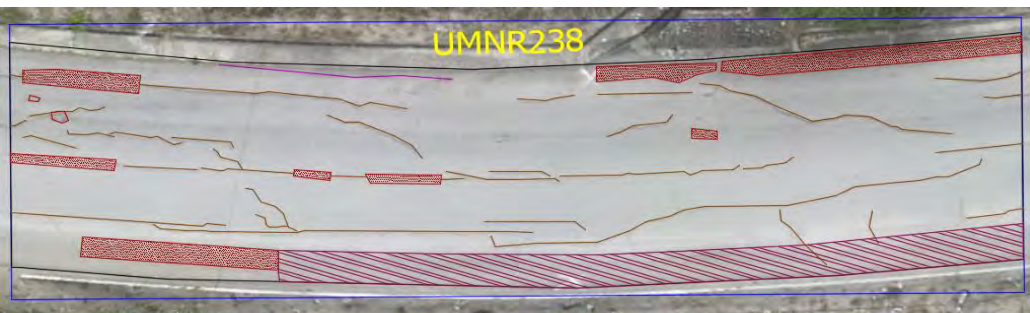
33

CONDICION DEL PAVIMENTO

Malo

REPRESENTACIÓN GRAFICA

LEYENDA



TIPO DE FALLAS	SIMBOLOGÍA
1. Piel de cocodrilo (m ²)	
2. Exudación de asfalto (m ²)	
3. Fisuras en bloque (m ²)	
4. Abultamiento y Hundimientos (m)	
5. Corrugaciones (m ²)	
6. Depresiones (m ²)	
7. Fisuras de borde (m)	
8. Grietas de reflexiones (m)	
9. Desnivel carril/berma (m)	
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)	
11. Parqueo (m ²)	
12. Agregados pulidos (m ²)	
13. Huecos (Baches) (und)	
14. Cruce de vía férrea (m ²)	
15. Ahuellamiento (m ²)	
16. Desplazamiento (m ²)	
17. Grieta parabólica (m)	
18. Hinchamiento (m)	
19. Desprendimiento de agregados (m)	

ANEXO 6

***CÁLCULO DE LA CONDICIÓN MEDIANTE PCI POR
UNIDAD DE MUESTRA***



HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM58
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero Est. Isaías Guerrero Martinez	PROGRESIVA:	KM 62+ 017.8 - KM 62+053.2
FECHA :	03/07/2024	ANCHO DE CALZADA :	6.5 m
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m2		

UM Representativas de 10 Km			
UM1	MU20	MU39	UM58
UM77	UM96	UM115	UM134
UM153	UM172	UM191	UM210
UM229	UM248	UM267	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	colores	clasificación
85 -- 10		Excelente
70 -- 85		Muy bueno
55 -- 70		Bueno
40 -- 55		Regular
25 -- 40		Malo
10 -- 25		Muy malo
0 -- 10		Fallado

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 1			Nº = 7			Nº = 10			Nº = 19		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
	9.65				18.20		11.00					36.15
	25.15											
TOTAL POR FALLA	34.80				18.20		11.00					36.15

VALOR DEDUCIDO	
	38
	13
	4
	23
VDT =	78

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	4
Valor deducido mas alto (HDV)	38
Numero maximo de valores deducidos (m)	6.69

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
1	L	34.80	15.12%
7	M	18.20	7.91%
10	L	11.00	4.78%
19	M	36.15	15.71%

Niveles de severidad y unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
1	38	23	13	4		78	4	44
2	38	23	13	2		76	3	48
3	38	23	2	2		65	2	47
4	38	2	2	2		44	1	44
MAX CDV								48

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	52
CONDICION DEL PAVIMENTO	Regular



HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM77
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero	PROGRESIVA:	KM 62+690.4 - KM 62+725.8
	Est. Isaías Guerrero Martinez		
FECHA :	03/07/2024	ANCHO DE CALZADA :	6.5 m
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²		
UM Representativas de 10 Km			
		UM1	MU20
		UM77	MU39
		UM153	UM58
		UM229	UM134
		UM172	UM115
		UM191	UM134
		UM210	UM210
		UM248	UM267

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	colores	clasificación
85 -- 100		Excelente
70 -- 85		Muy bueno
55 -- 70		Bueno
40 -- 55		Regular
25 -- 40		Malo
10 -- 25		Muy malo
0 -- 10		Fallado

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 1			Nº = 2			Nº = 7			Nº = 19		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
	41.00			6.30					22.80	22.00	29.80	
TOTAL POR FALLA	41.00			6.30					22.80	22.00	29.80	
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

VALOR DEDUCIDO	
	39
	1
	14
	5
	21
VDT =	80

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	4
Valor deducido mas alto (HDV)	39
Numero maximo de valores deducidos (m)	6.60

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
1	L	41.00	17.82%
2	L	6.30	2.74%
7	M	22.80	9.91%
19	L	22.00	9.56%
19	M	29.80	12.95%

Niveles de severidad y unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
1	39	21	14	5		79	4	44
2	39	21	14	2		76	3	48
3	39	21	2	2		64	2	46
4	39	2	2	2		45	1	45
MAX CDV								48

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	52
CONDICION DEL PAVIMENTO	Regular



HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM115	UM Representativas de 10 Km			
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero Est. Isaías Guerrero Martinez	PROGRESIVA:	KM 64+035.6 - KM 64+071.0	UM1	MU20	MU39	UM58
FECHA :	04/07/2024	ANCHO DE CALZADA :	6.5 m	UM77	UM96	UM115	UM134
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²			UM153	UM172	UM191	UM210
				UM229	UM248	UM267	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	colores	clasificación
85 -- 10		Excelente
70 -- 85		Muy bueno
55 -- 70		Bueno
40 -- 55		Regular
25 -- 40		Malo
10 -- 25		Muy malo
0 -- 10		Fallado

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 5			Nº = 7			Nº = 10			Nº = 19		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
		40.00			5.00		7.50	24.10			4.80	
							10.20	12.00			10.00	
							8.00	16.50			6.00	
TOTAL POR FALLA		40.00			5.00		25.70	52.60			20.80	
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

VALOR DEDUCIDO	
	46
	8
	9
	28
	19
VDT =	110

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	5
Valor deducido mas alto (HDV)	46
Numero maximo de valores deducidos (m)	5.96

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
5	M	40.00	17.38%
7	M	5.00	2.17%
10	L	25.70	11.17%
10	M	52.60	22.86%
19	M	20.80	9.04%

Niveles de severidad y unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
1	46	28	19	8	3	104	5	54
2	46	28	19	8	2	103	4	58
3	46	28	19	2	2	97	3	62
4	46	28	2	2	2	80	2	58
5	46	2	2	2	2	54	1	54
							MAX CDV	62

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI) 38

CONDICION DEL PAVIMENTO Malo



HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM134
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero	PROGRESIVA:	KM 64+708.2 - KM 64+743.6
	Est. Isaías Guerrero Martinez		
FECHA :	04/07/2024	ANCHO DE CALZADA :	6.5 m
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²		
UM Representativas de 10 Km			
		UM1	MU20
		UM77	MU96
		UM153	MU172
		UM229	MU248
		MU39	MU115
		UM134	UM134
		UM191	UM210
		UM267	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	colores	clasificación
85 -- 100		Excelente
70 -- 85		Muy bueno
55 -- 70		Bueno
40 -- 55		Regular
25 -- 40		Malo
10 -- 25		Muy malo
0 -- 10		Fallado

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 2			Nº = 10			Nº = 11			Nº = 19		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
			23.80	13.8	13.80		4.20		35.70			14.60
			5.50	5.00	9.50		4.00					15.80
				10.00	5.00		4.30					10.00
TOTAL POR FALLA			29.30	28.80	28.30		12.50		35.70			40.40
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

VALOR DEDUCIDO	
	27
	10
	38
	23
	60
	48
VDT =	206

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	6
Valor deducido mas alto (HDV)	60
Numero maximo de valores deducidos (m)	4.67

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
2	H	29.30	12.73%
10	L	28.80	12.52%
10	M	28.30	12.30%
11	M	12.50	5.43%
11	H	35.70	15.51%
19	H	40.40	17.56%

Niveles de severidad y unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
1	60	48	38	18.09		164.09	4	88
2	60	48	38	2		148	3	87
3	60	48	2	2		112	2	77
4	60	2	2	2		66	1	66
MAX CDV								88

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

12
Muy malo

CONDICION DEL PAVIMENTO



HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM172			
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero	PROGRESIVA:	KM 66+053.4 - KM 66+088.8			
	Est. Isaías Guerrero Martinez					
FECHA :	04/07/2024	ANCHO DE CALZADA :	6.5 m			
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²					
		UM Representativas de 10 Km				
		UM1	UM20	UM39	UM58	
		UM77	UM96	UM115	UM134	
		UM153	UM172	UM191	UM210	
		UM229	UM248	UM267		

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	colores	clasificación
85 -- 100	Verde	Exelente
70 -- 85	Amarillo	Muy bueno
55 -- 70	Naranja	Bueno
40 -- 55	Rojo	Regular
25 -- 40	Naranja oscuro	Malo
10 -- 25	Rojo oscuro	Muy malo
0 -- 10	Negro	Fallado

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 1			Nº = 5			Nº = 10			Nº = 19		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
		8.80			5.60			5.30	22.00		4.50	8.00
					4.00			7.50	19.00		1.00	12.00
								9.90	15.60		5.60	
TOTAL POR FALLA		8.80			9.60			22.70	56.60		11.10	20.00
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

VALOR DEDUCIDO	
	35
	30
	8
	28
	4
	18
VDT =	123

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	6
Valor deducido mas alto (HDV)	35
Numero maximo de valores deducidos (m)	6.97

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
1	M	8.80	3.82%
5	M	9.60	4.17%
10	L	22.70	9.87%
10	M	56.60	24.60%
19	L	11.10	4.82%
19	M	20.00	8.69%

Niveles de severidad y unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
1	35	30	28	18	8	4	123	6	60
2	35	30	28	18	8	2	121	5	62
3	35	30	28	18	2	2	115	4	65
4	35	30	28	2	2	2	99	3	62
5	35	30	2	2	2	2	73	2	53
6	35	2	2	2	2	2	45	1	45
								MAX CDV	65

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

35
Malo

CONDICION DEL PAVIMENTO



HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM210
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero	PROGRESIVA:	KM 67+398.6 - KM 67+434.0
	Est. Isaías Guerrero Martinez		
FECHA :	05/07/2024	ANCHO DE CALZADA :	6.5 m
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²		
UM Representativas de 10 Km			
		UM1	MU20
		UM77	MU96
		UM153	MU172
		UM229	MU248
		MU39	MU115
		UM58	UM134
		UM191	UM210
		UM267	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos (%)	colores	clasificación
85 -- 100		Excelente
70 -- 85		Muy bueno
55 -- 70		Bueno
40 -- 55		Regular
25 -- 40		Malo
10 -- 25		Muy malo
0 -- 10		Fallado

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 2			Nº = 10			Nº = 19			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
				8.70	13.35	9.05	10.00			11.25		
				15.75	18.25	3.70	2.35			5.40		
				23.40	20.55	5.25	4.55			7.25		
TOTAL POR FALLA	31.85			47.85	52.15	18.00	16.90			23.90		
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

VALOR DEDUCIDO	
	16
	14
	28
	30
	5
	43
VDT =	136

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	6
Valor deducido mas alto (HDV)	43
Numero maximo de valores deducidos (m)	6.23

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
2	M	31.85	13.84%
10	L	47.85	20.80%
10	M	52.15	22.66%
10	H	18.00	7.82%
19	L	16.90	7.34%
19	H	23.90	10.39%

Niveles de severidad y unid. de medida	
L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
1	43	30	28	16	14	5	136	6	66
2	43	30	28	16	14	2	133	5	68
3	43	30	28	16	2	2	121	4	68
4	43	30	28	2	2	2	107	3	66
5	43	30	2	2	2	2	81	2	57
6	43	2	2	2	2	2	53	1	53
								MAX CDV	68

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

32

CONDICION DEL PAVIMENTO

Malo

HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM No Representativas de 10 Km
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero	PROGRESIVA: KM 61+168.2 - KM 61+203.6	UM4 UM15 MU25 MU34
	Est. Isaías Guerrero Martinez		UM46 UM62 UM70 UM88
FECHA :	06/07/2024	ANCHO DE CALZADA : 6.5 m	UM106 UM162 UM167 UM188
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m2		UM204 UM238 UM281

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos(%)	colores	clasificación
85 -- 10		Excelente
70 -- 85		Muy bueno
55 -- 70		Bueno
40 -- 55		Regular
25 -- 40		Malo
10 -- 25		Muy malo
0 -- 10		Fallado

Niveles de severidad y unid. de medida

L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 2			Nº = 10			Nº = 11			Nº = 19		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
		36.00		11.70		23.40	2.00		9.00	2.70		0.50
				15.30		13.50	10.70			1.50		3.20
				8.90		13.00	12.70					
TOTAL POR FALLA		36.00		35.90		49.90	25.40		9.00	4.20		3.70
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

VALOR DEDUCIDO	
	5
	11
	52
	33
	34
	10
	19
VDT =	164

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	7
Valor deducido mas alto (HDV)	52
Numero maximo de valores deducidos (m)	5.41

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
2	M	36.00	15.65%
10	L	35.90	15.60%
10	H	49.90	21.69%
11	M	25.40	11.04%
11	H	9.00	3.91%
19	M	4.20	1.83%
19	H	3.70	1.61%

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	CDV
1	52	34	33	19	4.51	143	73
2	52	34	33	19	2	140	78
3	52	34	33	2	2	123	74
4	52	34	2	2	2	92	66
5	52	2	2	2	2	60	60
MAX CDV							78

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

22

CONDICION DEL PAVIMENTO

Muy malo



HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM70
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero	PROGRESIVA:	KM 62+442.6 - KM 62+478.0
	Est. Isaías Guerrero Martinez		
FECHA :	07/07/2024	ANCHO DE CALZADA :	6.5 m
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²		

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos(%)	colores	clasificación
85 -- 100		Excelente
70 -- 85		Muy bueno
55 -- 70		Bueno
40 -- 55		Regular
25 -- 40		Malo
10 -- 25		Muy malo
0 -- 10		Fallado

Niveles de severidad y unid. de medida

L	Low (bajo)
M	Medium (medio)
H	High (alto)

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 1			Nº = 5			Nº = 19			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
	9.15			6.80			5.25					
	11.00			9.45			10.55					
TOTAL POR FALLA	20.15			16.25			15.80					

	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

VALOR DEDUCIDO	
	32
	36
	16
VDT =	84

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	3
Valor deducido mas alto (HDV)	36
Numero maximo de valores deducidos (m)	6.88

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
1	L	20.15	8.76%
5	M	16.25	7.06%
19	M	15.80	6.87%

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	CDV
1	36	32	16		84	3	53
2	36	32	2		70	2	51
3	36	2	2		40	1	40
MAX CDV							53

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

47
Regular

CONDICION DEL PAVIMENTO



HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM162
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero	PROGRESIVA:	KM 65+699.4 - KM 65+734.8
	Est. Isaias Guerrero Martinez		
FECHA :	07/07/2024	ANCHO DE CALZADA :	6.5 m
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²		
UM No Representativas de 10 Km			
		UM4	UM15
		UM25	UM34
		UM46	UM62
		UM70	UM88
		UM106	UM162
		UM167	UM188
		UM204	UM238
		UM281	

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos(%)	colores	clasificación
85 -- 100		Excelente
70 -- 85		Muy bueno
55 -- 70		Bueno
40 -- 55		Regular
25 -- 40		Malo
10 -- 25		Muy malo
0 -- 10		Fallado
Niveles de severidad y unid. de medida		
L		Low (bajo)
M		Medium (medio)
H		High (alto)

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 2			Nº = 7			Nº = 10			Nº = 19		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
		40.00		12.40			8.40	14.90		18.50		37.00
		2.80								9.80		
										12.00		
TOTAL POR FALLA		42.80		12.40			8.40	14.90		40.30		37.00
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

VALOR DEDUCIDO	
	17
	4
	3
	14
	7
	50
VDT =	95

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	6
Valor deducido mas alto (HDV)	50
Numero maximo de valores deducidos (m)	5.59

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
2	M	42.8	18.60%
7	L	12.4	5.39%
10	L	8.4	3.65%
10	M	14.9	6.48%
19	L	40.3	17.51%
19	H	37	16.08%

Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
1	50	17	14	7	4	3	95	6	46
2	50	17	14	7	4	2	94	5	48
3	50	17	14	7	2	2	92	4	52
4	50	17	14	2	2	2	87	3	55
5	50	17	2	2	2	2	75	2	55
6	50	2	2	2	2	2	60	1	60
MAX CDV									60

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

40

CONDICION DEL PAVIMENTO

Malo



HOJA DE REGISTRO DE INSPECCIÓN

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

NOMBRE DEL TRAMO :	CARRETERA JAÉN - SAN IGNACIO	UNIDAD DE MUESTRA :	UM188
EVALUADORES :	Est. Karen Jhoana Chuquibala Guerrero	PROGRESIVA:	KM 66+619.8 - KM 66+655.2
	Est. Isaías Guerrero Martinez		
FECHA :	08/07/2024	ANCHO DE CALZADA :	6.5 m
ÁREA DE LA MUESTRA :	230.10 m ²		
UM No Representativas de 10 Km			
		UM4	UM15
		UM46	UM62
		UM106	UM162
		UM204	UM238
		MU25	MU34
		UM70	UM88
		UM167	UM188

Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.	Nº	TIPOS DE FALLAS	CODIGO	UND.
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PA	m2
2	Exudación de asfalto	EX	m2	12	Agregados pulidos	AP	m2
3	Fisuras en bloque	BLO	m2	13	Huecos (Baches)	HUE	Und.
4	Abultamientos y Hundimientos	AH	m	14	Cruce de vía férrea.	CVF	m2
5	Corrugaciones	COR	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
6	Depresiones	DP	m2	16	Desplazamiento	DZ	m2
7	Fisuras de borde	FB	m	17	Grieta parabólica	GP	m2
8	Grietas de reflexiones de juntas	GRJ	m	18	Hinchamiento	HN	m2
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de agregados	DG	m2
10	Fisuras longitudinales y transversales	FLT	m				

Rangos(%)	colores	clasificación
85 -- 100		Excelente
70 -- 85		Muy bueno
55 -- 70		Bueno
40 -- 55		Regular
25 -- 40		Malo
10 -- 25		Muy malo
0 -- 10		Fallado
Niveles de severidad y unid. de medida		
L		Low (bajo)
M		Medium (medio)
H		High (alto)

	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	Nº = 2			Nº = 7			Nº = 19			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
		25.30		6.40			19.20	15.30				
							24.90	22.40				
TOTAL POR FALLA		25.30		6.40			44.10	37.70				
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												
	Nº =			Nº =			Nº =			Nº =		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
TOTAL POR FALLA												

VALOR DEDUCIDO	
	14
	4
	24
	50
VDT =	92

CALCULO DEL PCI	
Número de deducidos > 2 (q)	4
Valor deducido mas alto (HDV)	50
Numero maximo de valores deducidos (m)	5.59

FALLA	SEVERIDAD	AREA m2	DENSIDAD
2	M	25.30	11.00%
7	L	6.40	2.78%
19	M	44.10	19.17%
19	H	37.70	16.38%

Nº	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	CDV
1	50	24	14	4	92	4	52
2	50	24	14	2	90	3	57
3	50	24	2	2	78	2	56
4	50	2	2	2	56	1	56
MAX CDV							57

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	43
CONDICION DEL PAVIMENTO	Regular

ANEXO 7
REGISTRO DE TIEMPO Y PRECISIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



REGISTRO DE TIEMPO

PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN INGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

TAREA	SEMANAS	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL DE HORAS
PCI -TRADICIONAL									
Ubicación de puntos haciendo uso de una estación total insitu	Semana 1							7.00	7.00
Medicion y seccionamiento de las unidades de muestreo insitu	Semana 2				7.00				7.00
Medición y toma de datos de las fallas insitu	semana 3	7.00				7.00	7.00	7.00	28.00
Procesamiento de datos en formato excel	semana 4	7.00				7.00	7.00	7.00	28.00
TOTAL DE HORAS									70.00
VEHICULO AEREO NO TRIPULADO (VANT)									
Planificación del vuelo	Semana 5	2.00							2.00
Ejecución del vuelo y captura de imágenes georreferencias	Semana 6		6.00						6.00
Procesamiento de datos en Agishoft Metashape	Semana 7						10.00	9.00	19.00
Medicion de fallas en civil 3D	Semana 8		5.00						5.00
Procesamiento de fallas en formato excel				7.00	9.00				16.00
TOTAL DE HORAS									48.00

REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE PRECISIÓN

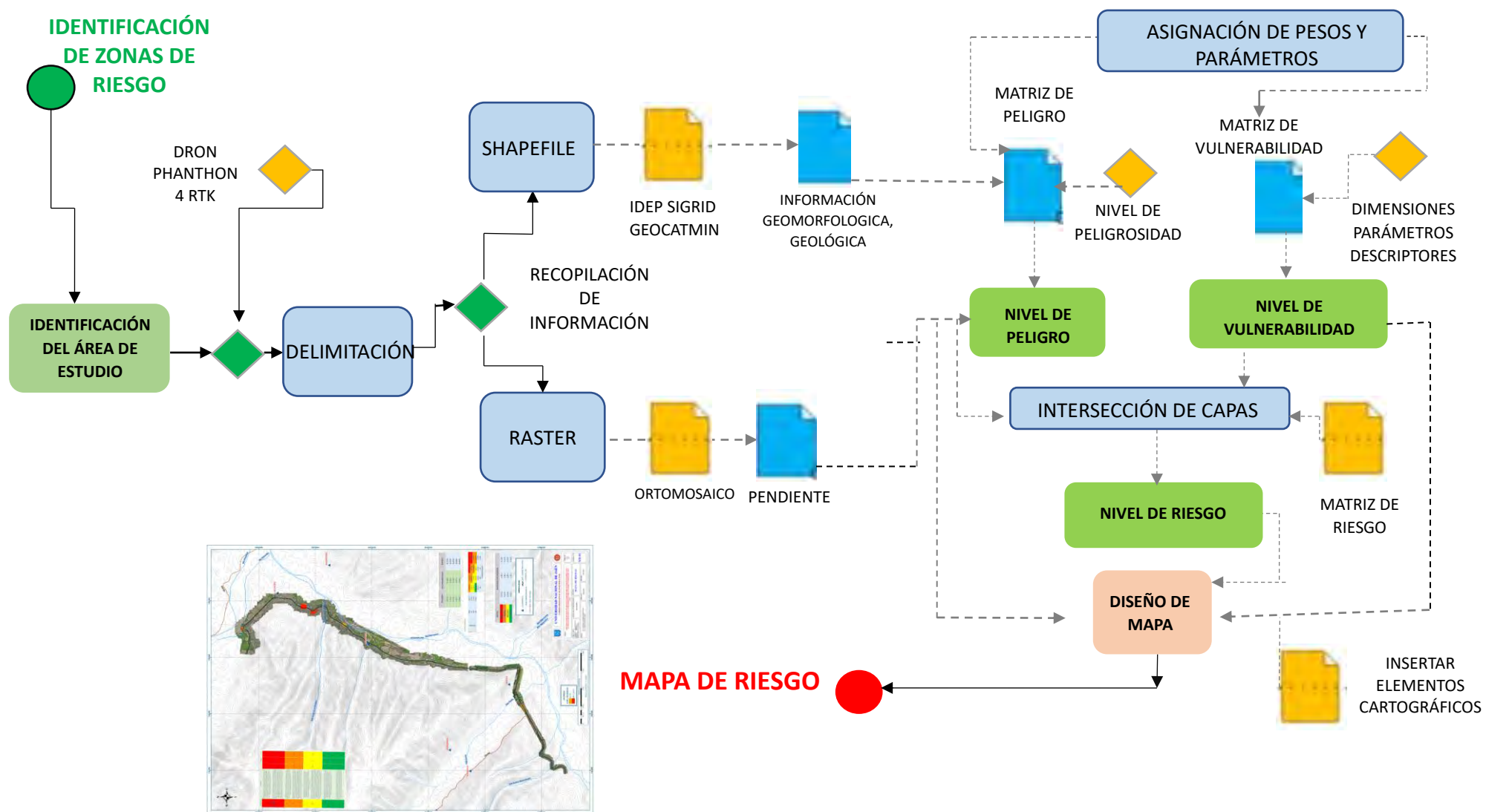
PROYECTO DE TESIS: "IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN INGNACIO KM 60 + 000 AL KM 70 + 000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024 "

Resultado PCI Tradicional	Resultado PCI VANT	Resultado de diferencia
49	49	0
28	31	-3
44	44	0
64	67	-3
37	39	-2
22	23	-1
50	52	-2
33	36	-3
52	53	-1
41	42	-1
47	49	-2
52	52	0
48	50	-2
65	60	5
46	49	-3
38	33	5
12	16	-4
49	50	-1
40	40	0
57	59	-2
35	34	1
43	45	-2
64	65	-1
35	35	0
32	33	-1
38	39	-1
30	33	-3
54	55	-1
10	12	-2
28	32	-4

ANEXO 8

***PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO EN LA
IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE RIESGO***

Figura 1: Diagrama de flujo de las actividades



Nota. Adaptado de CENEPRED, 2014

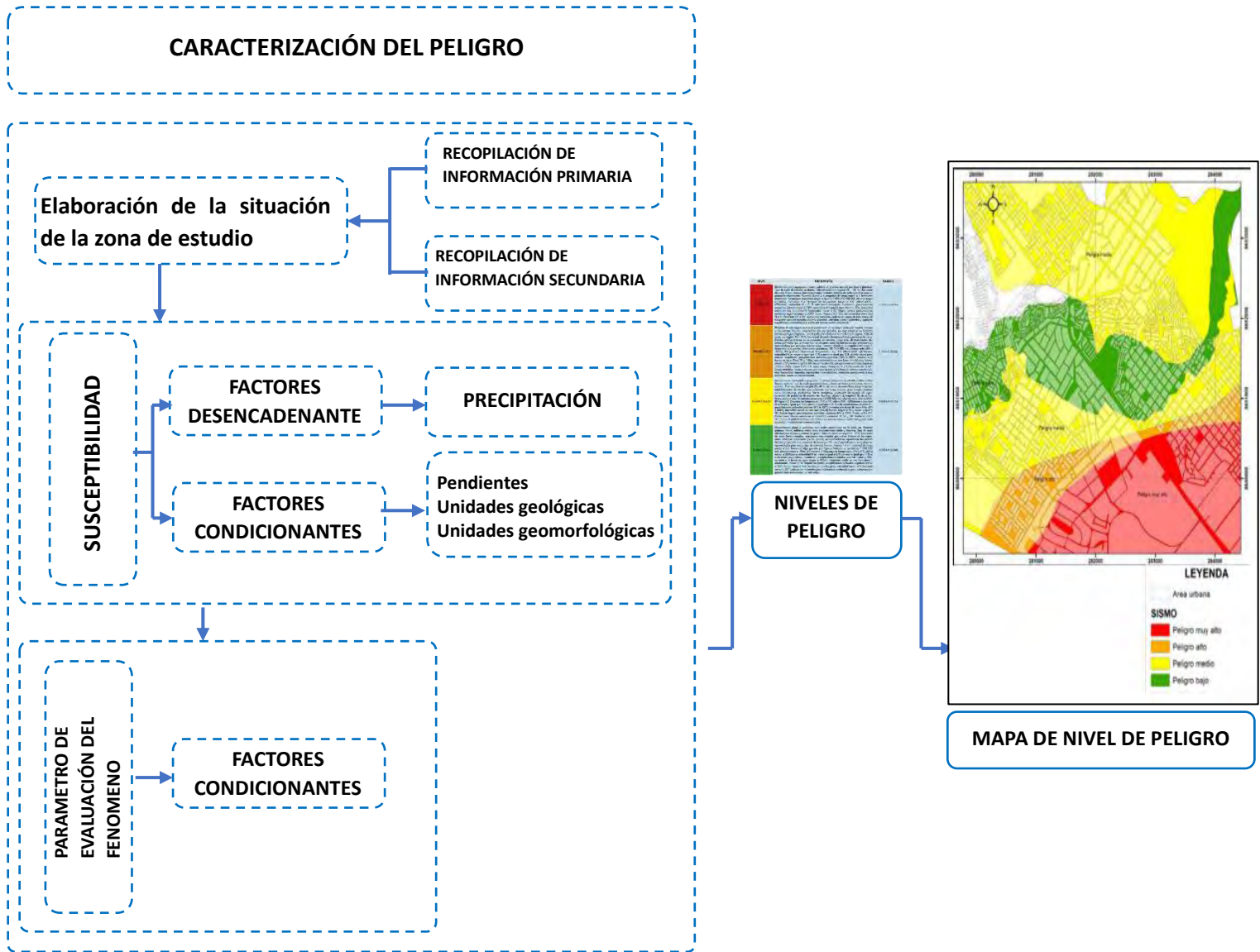
Figura 2. Escala numérica de Saaty

ESCALA DE SAATY		
ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo mas importante que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo.
5	Mas importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: Saaty (1980)

Nota. (CENEPRED, 2014)

Figura 3. *Determinación de niveles de peligro*



Nota. Metodología tomada de CENEPRED, 2014

DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

1.0. PARÁMETROS Y DESCRIPTORES

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	FACTORES CONDICIONANTES			FACTOR DESENCADENANTE
PE	FC1	FC2	FC3	FD
SATURACION DEL SUELO	PENDIENTES DEL TERRENO	UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	PRECIPITACIÓN
[95% - 100%]: Saturado	Pendientes >40°	Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales	RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas	Extremadamente lluvioso P >36 mm
[80% - 95%]: Altamente saturado	Pendientes [20°-40°>	Nm-be: Formación Bellavista	SCA-rs: Superficie colinada aluvial en rocas sedimentarias	Muy lluvioso 19.1 mm < P <= 36 mm
[50% - 80%]: Muy Húmedo	Pendientes [10°-20°>	Qp-ta: Formación Tamborapa	T: Terrazas aluviales	Lluvioso 13.5 mm < P <= 19.1 mm
[25% - 50%]: Húmedo	Pendientes [5°-10°>	Ji-o: Formación Oyotún	Ab: Abanicos de piedemonte	Moderadamente lluvioso 7.1 mm < RR <= 13.5 mm
[0% - 25%]: Seco	Pendientes < 5°	Ps-mi: Gpo. Mitu	Lli: Llanura o Planicie inundable	Lluvia usual > 7.1 mm

2.0. PONDERACIÓN - PARÁMETRO DE EVALUACIÓN Y FACTOR DESENCADENANTE

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	FACTOR DESENCADENANTE	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)
PE		FD	
SATURACION DEL SUELO		PRECIPITACIÓN	
[95% - 100%]: Saturado	0.481	Extremadamente lluvioso P >36 mm	0.489
[80% - 95%]: Altamente saturado	0.269	Muy lluvioso 19.1 mm < P <= 36 mm	0.256
[50% - 80%]: Muy Húmedo	0.139	Lluvioso 13.5 mm < P <= 19.1 mm	0.141
[25% - 50%]: Húmedo	0.071	Moderadamente lluvioso 7.1 mm < RR <= 13.5 mm	0.076
[0% - 25%]: Seco	0.040	Lluvia usual > 7.1 mm	0.038

3.0. PONDERACIÓN - PARÁMETRO DE EVALUACIÓN Y FACTOR DESENCADENANTE

FC1	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	FC2	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	FC3	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)
PENDIENTES DEL TERRENO		UNIDADES GEOLÓGICAS		UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	
Pendientes >40°	0.444	Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales	0.468	RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas	0.503
Pendientes [20°-40°>	0.262	Nm-be: Formación Bellavista	0.268	SCA-rs: Superficie colinada aluvial en rocas sedimentarias	0.260
Pendientes [10°-20°>	0.153	Qp-ta: Formación Tamborapa	0.144	T: Terrazas aluviales	0.134
Pendientes [5°-10°>	0.089	Ji-o: Formación Oyotún	0.076	Ab: Abanicos de piedemonte	0.068
Pendientes < 5°	0.053	Ps-mi: Gpo. Mitu	0.044	Lli: Llanura o Planicie inundable	0.035

PONDERACIÓN DE PARAMETROS DE , FACTORES CONDICIONANTES

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

4.0. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES , FACTORES CONDICIONANTES

FAC. CONDICIONANTES	PENDIENTES DEL TERRENO	UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLOGICAS
PENDIENTES DEL TERRENO	1.00	2.00	5.00
UNIDADES GEOLÓGICAS	0.50	1.00	2.00
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	0.20	0.50	1.00
Suma	1.70	3.50	8.00
1/suma	0.59	0.29	0.13

5.0. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES , FACTORES CONDICIONANTES

FAC. CONDICIONANTES	PENDIENTES DEL TERRENO	UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
PENDIENTES DEL TERRENO	0.59	0.57	0.63	0.595	59.5%
UNIDADES GEOLÓGICAS	0.29	0.29	0.25	0.277	27.7%
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	0.12	0.14	0.13	0.129	12.9%
				1.00	100%

6.0. VECTOR SUMA PONDERADA Y " $\lambda_{\text{máx}}$ ", FACTORES CONDICIONANTES

Vector suma ponderada (VSP)	λ	$\lambda_{\text{máx}}$
1.79	3.01	3.01
0.83	3.00	
0.39	3.00	

7.0. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - , FACTORES CONDICIONANTES

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.003	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA<0.10	R	0.005	

8.0. PESOS DE VALORES FC, FD, SD Y PE

PESO VALOR SUSCEPTIBILIDAD	PVAL_SD =	0.700	70%
PESO VALOR FACTOR CONDICIONANTE	PVAL_FC =	0.600	60%
PESO VALOR FACTOR DESENCADENANTE	PVAL_FD =	0.400	40%
PESO VALOR PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	PVAL_PE =	0.300	30%

FACTOR CONDICIONANTE N°01: PENDIENTES DEL TERRENO

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

1.0. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES PENDIENTES DEL TERRENO

PENDIENTES DEL TERRENO	Pendientes >40°	Pendientes [20°-40°>	Pendientes [10°-20°>	Pendientes [5°-10°>	Pendientes < 5°
Pendientes >40°	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Pendientes [20°-40°>	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Pendientes [10°-20°>	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Pendientes [5°-10°>	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Pendientes < 5°	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
Suma	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/suma	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

2.0. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES PENDIENTES DEL TERRENO

PENDIENTES DEL TERRENO	Pendientes >40°	Pendientes [20°-40°>	Pendientes [10°-20°>	Pendientes [5°-10°>	Pendientes < 5°	VALOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Pendientes >40°	0.46	0.50	0.44	0.43	0.39	0.444	44.4%
Pendientes [20°-40°>	0.23	0.25	0.29	0.26	0.28	0.262	26.2%
Pendientes [10°-20°>	0.15	0.12	0.15	0.17	0.17	0.153	15.3%
Pendientes [5°-10°>	0.09	0.08	0.07	0.09	0.11	0.089	8.9%
Pendientes < 5°	0.07	0.05	0.05	0.04	0.06	0.053	5.3%
						1.00	100%

3.0. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}" PENDIENTES DEL TERRENO

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ _{máx}
2.24	5.05	5.03
1.32	5.04	
0.77	5.02	
0.45	5.01	
0.26	5.02	

4.0. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - PENDIENTES DEL TERRENO

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.007	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.006	

FACTOR CONDICIONANTE N°02: UNIDADES GEOLÓGICAS

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

1.0. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES UNIDADES GEOLÓGICAS

UNIDADES GEOLÓGICAS	Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales	Nm-be: Formación Bellavista	Qp-ta: Formación Tamborapa	Ji-o: Formación Oyotún	Ps-mi: Gpo. Mitu
Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Nm-be: Formación Bellavista	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Qp-ta: Formación Tamborapa	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Ji-o: Formación Oyotún	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Ps-mi: Gpo. Mitu	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
Suma	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/suma	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

2.0. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES UNIDADES GEOLÓGICAS

UNIDADES GEOLÓGICAS	Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales	Nm-be: Formación Bellavista	Qp-ta: Formación Tamborapa	Ji-o: Formación Oyotún	Ps-mi: Gpo. Mitu	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales	0.49	0.51	0.52	0.44	0.38	0.468	46.8%
Nm-be: Formación Bellavista	0.24	0.26	0.26	0.30	0.29	0.268	26.8%
Qp-ta: Formación Tamborapa	0.12	0.13	0.13	0.15	0.19	0.144	14.4%
Ji-o: Formación Oyotún	0.08	0.06	0.06	0.07	0.10	0.076	7.6%
Ps-mi: Gpo. Mitu	0.06	0.04	0.03	0.04	0.05	0.044	4.4%
						1.00	100%

3.0. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}" UNIDADES GEOLÓGICAS

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ _{máx}
2.39	5.10	5.05
1.36	5.06	
0.72	5.04	
0.38	5.02	
0.22	5.01	

4.0. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - UNIDADES GEOLÓGICAS

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.012	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.010	

FACTOR CONDICIONANTE N°03: UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

1.0. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas	SCA-rs: Superficie colinada aluvial en rocas sedimentarias	T: Terrazas aluviales	Ab: Abanicos de piedemonte	Lli: Llanura o Planicie inundable
RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
SCA-rs: Superficie colinada aluvial en rocas sedimentarias	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
T: Terrazas aluviales	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Ab: Abanicos de piedemonte	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Lli: Llanura o Planicie inundable	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

2.0. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas	SCA-rs: Superficie colinada aluvial en rocas sedimentarias	T: Terrazas aluviales	Ab: Abanicos de piedemonte	Lli: Llanura o Planicie inundable	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50.3%
SCA-rs: Superficie colinada aluvial en rocas sedimentarias	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26.0%
T: Terrazas aluviales	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13.4%
Ab: Abanicos de piedemonte	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	6.8%
Lli: Llanura o Planicie inundable	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.5%
						1.00	100%

3.0. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λmáx" UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λmáx
2.74	5.46	5.24
1.41	5.43	
0.70	5.20	
0.34	5.03	
0.18	5.09	

4.0. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.054	

FACTOR DESENCADENANTE: PRECIPITACIÓN

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

1.0. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES PRECIPITACIÓN

PRECIPITACIÓN	Extremadam ente lluvioso P >36 mm	Muy lluvioso 19.1 mm < P <= 36 mm	Lluvioso 13.5 mm < P<= 19.1 mm	Moderadame nte lluvioso 7.1 mm < RR <= 13.5 mm	Lluvia usual > 7.1 mm
Extremadamente lluvioso P >36 mm	1.00	3.00	4.00	6.00	9.00
Muy lluvioso 19.1 mm < P <= 36 mm	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Moderadamente lluvioso 7.1 mm < RR <= 13.5 mm	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Lluvia usual > 7.1 mm	0.11	0.17	0.25	0.33	1.00
Suma	1.86	4.75	8.58	14.33	23.00
1/suma	0.54	0.21	0.12	0.07	0.04

2.0. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES PRECIPITACIÓN

PRECIPITACIÓN	Extremadam ente lluvioso P >36 mm	Muy lluvioso 19.1 mm < P <= 36 mm	Lluvioso 13.5 mm < P<= 19.1 mm	Moderadame nte lluvioso 7.1 mm < RR <= 13.5 mm	Lluvia usual > 7.1 mm	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Extremadamente lluvioso P >36 mm	0.54	0.63	0.47	0.42	0.39	0.489	48.9%
Muy lluvioso 19.1 mm < P <= 36 mm	0.18	0.21	0.35	0.28	0.26	0.256	25.6%
Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm	0.13	0.07	0.12	0.21	0.17	0.141	14.1%
Moderadamente lluvioso 7.1 mm < RR <= 13.5 mm	0.09	0.05	0.04	0.07	0.13	0.076	7.6%
Lluvia usual > 7.1 mm	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.038	3.8%
						1.00	100%

3.0. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}" PRECIPITACIÓN

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ_{máx}
2.62	5.36	5.21
1.38	5.38	
0.73	5.18	
0.38	5.02	
0.20	5.13	

4.0. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - PRECIPITACIÓN

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.054	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.048	

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN: SATURACION DEL SUELO

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

1.0. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES PRECIPITACIÓN

SATURACION DEL SUELO	[95% - 100%]: Saturado	[80% - 95%>:Altamente saturado	[50% - 80%>:Muy Húmedo	[25% - 50%>: Húmedo	[0% - 25%>: Seco
[95% - 100%]: Saturado	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
[80% - 95%>:Altamente saturado	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
[50% - 80%>:Muy Húmedo	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
[25% - 50%>: Húmedo	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
[0% - 25%>: Seco	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
Suma	2.00	3.89	7.75	14.50	23.00
1/suma	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

2.0. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES PRECIPITACIÓN

SATURACION DEL SUELO	[95% - 100%]: Saturado	[80% - 95%>:Altamente saturado	[50% - 80%>:Muy Húmedo	[25% - 50%>: Húmedo	[0% - 25%>: Seco	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
[95% - 100%]: Saturado	0.50	0.51	0.52	0.48	0.39	0.481	48.1%
[80% - 95%>:Altamente saturado	0.25	0.26	0.26	0.28	0.30	0.269	26.9%
[50% - 80%>:Muy Húmedo	0.12	0.13	0.13	0.14	0.17	0.139	13.9%
[25% - 50%>: Húmedo	0.07	0.06	0.06	0.07	0.09	0.071	7.1%
[0% - 25%>: Seco	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.040	4.0%
						1.00	100%

3.0. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}" PRECIPITACIÓN

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ _{máx}
2.44	5.07	5.03
1.35	5.04	
0.70	5.03	
0.36	5.02	
0.20	5.01	

4.0. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - PRECIPITACIÓN

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.008	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA<0.10	R	0.007	

CÁLCULO DE PELIGRO

1.0. CÁLCULO DEL VALOR DE FACTOR CONDICIONANTE

	PENDIENTES DEL TERRENO		UNIDADES GEOLÓGICAS		UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		FACTOR CONDICIONANTE	
	VAL_FC1	PVAL_FC1	VAL_FC2	PVAL_FC2	VAL_FC3	PVAL_FC3	VAL_FC	PVAL_FC
D1	0.444	0.595	0.468	0.277	0.503	0.129	0.458	0.600
D2	0.262		0.268		0.260		0.263	
D3	0.153		0.144		0.134		0.148	
D4	0.089		0.076		0.068		0.083	
D5	0.053		0.044		0.035		0.048	

2.0. CÁLCULO DEL VALOR DE SUSCEPTIBILIDAD

FACTOR CONDICIONANTE		FACTOR DESENCADENANTE		SUSCEPTIBILIDAD	
VAL_FC	PVAL_FC	PRECIPITACIÓN		VAL_SD	PVAL_SD
		VAL_FD	PVAL_FD		
0.458	0.600	0.489	0.400	0.470	0.700
0.263		0.256		0.260	
0.148		0.141		0.145	
0.083		0.076		0.080	
0.048		0.038		0.044	

3.0. NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD

NIVEL	RANGOS DE SUSCEPTIBILIDAD		
MUY ALTO	0.260	< S ≤	0.470
ALTO	0.145	< S ≤	0.260
MEDIO	0.080	< S ≤	0.145
BAJO	0.044	< S ≤	0.080

4.0. CÁLCULO DEL PELIGRO (MATRIZ)

SUSCEPTIBILIDAD		PARÁMETRO DE EVALUACIÓN		PELIGRO	
VAL_SD	PVAL_SD	SATURACION DEL SUELO		VAL_SD	PVAL_SD
		VAL_PE	PVAL_PE		
0.470	0.700	0.481	0.300	0.473	47.35%
0.260		0.269		0.263	26.29%
0.145		0.139		0.143	14.32%
0.080		0.071		0.077	7.75%
0.044		0.040		0.043	4.30%
				1.000	100.00%

5.0. NIVELES DE PELIGRO

NIVEL DE PELIGRO	RANGOS DE PELIGRO		
MUY ALTO	0.263	≤ P <	0.473
ALTO	0.143	≤ P <	0.263
MEDIO	0.077	≤ P <	0.143
BAJO	0.043	≤ P <	0.077

ESCENARIO GENERAL DE IMPORTANCIA

1.0. RESÚMEN PARA ESCENARIO

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN		FACTORES CONDICIONANTES						FACTOR DESENCADENANTE		VAL. SUSCEP.	PELIGRO
SATURACION DEL SUELO		PENDIENTES DEL TERRENO		UNIDADES GEOLÓGICAS		UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		FD			
DESC_PE	VAL_PE	DESC_FC1	VAL_FC1	DESC_FC2	VAL_FC2	DESC_FC3	VAL_FC3	DESC_FD	VAL_FD		
[95% - 100%]: Saturado	0.481	Pendientes >40°	0.444	Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales	0.468	RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas	0.503	Extremadamente lluvioso P >36 mm	0.489	0.470	0.473
[80% - 95%]: Altamente saturado	0.269	Pendientes [20°-40°>	0.262	Nm-be: Formación Bellavista	0.268	SCA-rs: Superficie colinada aluvial en rocas sedimentarias	0.260	Muy lluvioso 19.1 mm < P <= 36 mm	0.256	0.260	0.263
[50% - 80%]: Muy Húmedo	0.139	Pendientes [10°-20°>	0.153	Qp-ta: Formación Tamborapa	0.144	T: Terrazas aluviales	0.134	Lluvioso 13.5 mm < P <= 19.1 mm	0.141	0.145	0.143
[25% - 50%]: Húmedo	0.071	Pendientes [5°-10°>	0.089	Ji-o: Formación Oyoún	0.076	Ab: Abanicos de piedemonte	0.068	Moderadamente lluvioso 7.1 mm < RR <= 13.5 mm	0.076	0.080	0.077
[0% - 25%]: Seco	0.040	Pendientes < 5°	0.053	Ps-mi: Gpo. Mitu	0.044	Lli: Llanura o Planicie inundable	0.035	Lluvia usual > 7.1 mm	0.038	0.044	0.043

2.0. ESCENARIO MÁS CRÍTICO

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN		FACTORES CONDICIONANTES						FACTOR DESENCADENANTE		VAL. SUSCEP.	PELIGRO
SATURACION DEL SUELO		PENDIENTES DEL TERRENO		UNIDADES GEOLÓGICAS		UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		FD			
PVAL_PE	VAL_PE	PVAL_FC1	VAL_FC1	PVAL_FC2	VAL_FC2	PVAL_FC3	VAL_FC3	DESC_FD	VAL_FD		
[50% - 80%]: Muy Húmedo		Pendientes >40°		Qp-ta: Formación Tamborapa		RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas		Lluvioso 13.5 mm < P <= 19.1 mm			
0.300	0.139	0.595	0.444	0.277	0.144	0.129	0.134	0.400	0.489	0.300	0.313

ESTRATIFICACIÓN DE PELIGRO

Nivel de Peligro	Descripción	Rango		
Peligro Muy Alto	Predomina: Saturación del suelo "Altamente Saturado", con pendientes [30°-50°> y pendientes mayores que 50°, unidad geomorfológica RMC-ri: Relieve colinado en rocas intrusivas y RMC-rv: Relieve colinado en rocas volcánicas, unidad geológica NM-be: Formación bellavista, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P <= 19.1 mm"	0.263	≤ P <	0.473
Peligro Alto	Predomina: Saturación del suelo "Muy húmedo", con pendientes [15°-30°>, unidad geomorfológica SCA-rs: Altiplanicie aluvial en rocas sedimentarias, unidad geológica Qp-fa: Depósitos fluvioaluviales, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P <= 19.1 mm"	0.143	≤ P <	0.263
Peligro Medio	Predomina: Saturación del suelo "Húmedo", con pendientes [5°-15°>, unidad geomorfológica T: Terrazas aluviales, unidad geológica Qp-ta: Formación Tamborapa, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P <= 19.1 mm"	0.077	≤ P <	0.143
Peligro Bajo	Predomina: Saturación del suelo "[0% - 25%>: Seco]" y "[25% - 50%>: Húmedo]", con pendientes menores que 5°, unidad geomorfológica Lli: Llanura y Ab: Abanico de piedemonte, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P <= 19.1 mm"	0.043	≤ P <	0.077

PONDERACIÓN SAATY - FACTORES DE VULNERABILIDAD

1. PONDERACIÓN: FACTORES

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

1.1. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES FACTORES

FACTORES	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	RESILIENCIA
EXPOSICIÓN	1.00	2.00	4.00
FRAGILIDAD	0.50	1.00	2.00
RESILIENCIA	0.25	0.50	1.00
Suma	1.75	3.50	7.00
1/suma	0.57	0.29	0.14

1.2. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES FACTORES

FAC. CONDICIONANTES	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	RESILIENCIA	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
EXPOSICIÓN	0.57	0.57	0.57	0.571	57.1%
FRAGILIDAD	0.29	0.29	0.29	0.286	28.6%
RESILIENCIA	0.14	0.14	0.14	0.143	14.3%
				1.00	100%

1.3. VECTOR SUMA PONDERADA Y " $\lambda_{\text{máx}}$ " FACTORES

Vector suma ponderada (VSP)	λ	$\lambda_{\text{máx}}$
1.71	3.00	3.00
0.86	3.00	
0.43	3.00	

1.4. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - FACTORES

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.000	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.000	

2. PONDERACIÓN SAATY - VULNERABILIDAD ECONÓMICA

2.1. PARÁMETROS Y DESCRIPTORES

EXPOSICIÓN ECONÓMICA	FRAGILIDAD ECONÓMICA			RESILIENCIA ECONÓMICA
EX_EC	FR_EC1	FR_EC2	FR_EC3	RE_EC
RELIEVE DEL TERRENO	CONDICIÓN DE LA VÍA	DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL	DRENAJE PLUVIAL	MONITOREO Y PREDICCIÓN TEMPRANA
Muy escarpado	Bueno	Muy alta	No cuenta con drenaje	Ninguno
Moderadamente escarpado	Regular	Alta	Cuenta con cuneta insuficiente	Observación manual
Inclinado	Malo	Notable	Cuenta con cuneta de tierra	Sensores básicos
Suavemente inclinado	Muy malo	Leve	Cuenta con cuneta de concreto en mal estado	Sensores automáticos
Llano o casi llano	Fallado	Baja	Cuenta con cuneta de concreto.	Inteligencia artificial

2.2. PONDERACIÓN - EXPOSICIÓN Y RESILIENCIA ECONÓMICA

EXPOSICIÓN ECONÓMICA	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	RESILIENCIA ECONÓMICA	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)
EX_EC		RE_EC	
RELIEVE DEL TERRENO		MONITOREO Y PREDICCIÓN TEMPRANA	
Muy escarpado	0.481	Ninguno	0.270
Moderadamente escarpado	0.269	Observación manual	0.145
Inclinado	0.139	Sensores básicos	0.077
Suavemente inclinado	0.071	Sensores automáticos	0.046
Llano o casi llano	0.040	Inteligencia artificial	1.000

2.3. PONDERACIÓN - FRAGILIDAD ECONÓMICA

FR_EC1	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	FR_EC2	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	FR_EC3	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)
CONDICIÓN DE LA VÍA		DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL		ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Bueno	0.503	Muy alta	0.468	No cuenta con drenaje	0.451
Regular	0.260	Alta	0.268	Cuenta con cuneta insuficiente	0.259
Malo	0.134	Notable	0.144	Cuenta con cuneta de tierra	0.151
Muy malo	0.068	Leve	0.076	Cuenta con cuneta de concreto en mal estado	0.088
Fallado	0.035	Baja	0.044	Cuenta con cuneta de concreto.	0.050

PONDERACIÓN: FRAGILIDAD ECONÓMICA

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

2.4. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES

FAC. CONDICIONANTES	CONDICIÓN DE LA VIA	DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL	DRENAJE PLUVIAL
CONDICIÓN DE LA VIA	1.00	2.00	5.00
DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL	0.50	1.00	2.00
DRENAJE PLUVIAL	0.20	0.50	1.00
Suma	1.70	3.50	8.00
1/suma	0.59	0.29	0.13

2.5. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES

FAC. CONDICIONANTES	CONDICIÓN DE LA VIA	DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL	DRENAJE PLUVIAL	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
CONDICIÓN DE LA VIA	0.59	0.57	0.63	0.595	59.5%
DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL	0.29	0.29	0.25	0.277	27.7%
DRENAJE PLUVIAL	0.12	0.14	0.13	0.129	12.9%
				1.00	100%

2.6. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}"

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ _{máx}
1.79	3.01	
0.83	3.00	3.01
0.39	3.00	

2.7. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) -

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.003	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.005	

EXPOSICIÓN ECONÓMICA: RELIEVE DEL TERRENO

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

2.8. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES RELIEVE DEL TERRENO

RELIEVE DEL TERRENO	Muy escarpado	Moderadamente escarpado	Inclinado	Suavemente inclinado	Llano o casi llano
Muy escarpado	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Moderadamente escarpado	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
Inclinado	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Suavemente inclinado	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
Llano o casi llano	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
Suma	2.00	3.89	7.75	14.50	23.00
1/suma	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

2.9. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES RELIEVE DEL TERRENO

RELIEVE DEL TERRENO	Muy escarpado	Moderadamente escarpado	Inclinado	Suavemente inclinado	Llano o casi llano	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Muy escarpado	0.50	0.51	0.52	0.48	0.39	0.481	48.1%
Moderadamente escarpado	0.25	0.26	0.26	0.28	0.30	0.269	26.9%
Inclinado	0.12	0.13	0.13	0.14	0.17	0.139	13.9%
Suavemente inclinado	0.07	0.06	0.06	0.07	0.09	0.071	7.1%
Llano o casi llano	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.040	4.0%
						1.00	100%

2.10. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}" RELIEVE DEL TERRENO

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ _{máx}
2.44	5.07	
1.35	5.04	
0.70	5.03	5.03
0.36	5.02	
0.20	5.01	

2.11. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - RELIEVE DEL TERRENO

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.008	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.007	

FRAGILIDAD ECONÓMICA 01: CONDICIÓN DE LA VIA

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

2.12. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES CONDICIÓN DE LA VIA

CONDICIÓN DE LA VIA	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Fallado
Bueno	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Regular	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Malo	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Muy malo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Fallado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

2.13. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES CONDICIÓN DE LA VIA

CONDICIÓN DE LA VIA	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Fallado	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Bueno	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50.3%
Regular	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26.0%
Malo	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13.4%
Muy malo	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	6.8%
Fallado	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.5%
						1.00	100%

2.14. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λmáx" CONDICIÓN DE LA VIA

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λmáx
2.74	5.46	
1.41	5.43	
0.70	5.20	5.24
0.34	5.03	
0.18	5.09	

2.15. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - CONDICIÓN DE LA VIA

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA<0.10	R	0.054	

FRAGILIDAD ECONÓMICA 02: DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

2.16. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL

DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL	Muy alta	Alta	Notable	Leve	Baja
Muy alta	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Alta	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Notable	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Leve	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Baja	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
Suma	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/suma	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

2.17. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL

DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL	Muy alta	Alta	Notable	Leve	Baja	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Muy alta	0.49	0.51	0.52	0.44	0.38	0.468	46.8%
Alta	0.24	0.26	0.26	0.30	0.29	0.268	26.8%
Notable	0.12	0.13	0.13	0.15	0.19	0.144	14.4%
Leve	0.08	0.06	0.06	0.07	0.10	0.076	7.6%
Baja	0.06	0.04	0.03	0.04	0.05	0.044	4.4%
						1.00	100%

2.18. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λmáx" DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λmáx
2.39	5.10	
1.36	5.06	
0.72	5.04	5.05
0.38	5.02	
0.22	5.01	

2.19. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - DEPENDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VÍAL

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.012	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.010	

FRAGILIDAD ECONÓMICA 03: DRENAJE PLUVIAL

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

2.20. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DRENAJE PLUVIAL

DRENAJE PLUVIAL	No cuenta con drenaje	Cuenta con cuneta insuficiente	Cuenta con cuneta de tierra	Cuenta con cuneta de concreto en mal estado	Cuenta con cuneta de concreto.
No cuenta con drenaje	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
Cuenta con cuneta insuficiente	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Cuenta con cuneta de tierra	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Cuenta con cuneta de concreto en mal estado	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Cuenta con cuneta de concreto.	0.13	0.20	0.33	0.50	1.00
Suma	2.16	4.03	6.83	11.50	19.00
1/suma	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

2.21. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DRENAJE PLUVIAL

DRENAJE PLUVIAL	No cuenta con drenaje	Cuenta con cuneta insuficiente	Cuenta con cuneta de tierra	Cuenta con cuneta de concreto en mal estado	Cuenta con cuneta de concreto.	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
No cuenta con drenaje	0.46	0.50	0.44	0.43	0.42	0.451	45.1%
Cuenta con cuneta insuficiente	0.23	0.25	0.29	0.26	0.26	0.259	25.9%
Cuenta con cuneta de tierra	0.15	0.12	0.15	0.17	0.16	0.151	15.1%
Cuenta con cuneta de concreto en mal estado	0.09	0.08	0.07	0.09	0.11	0.088	8.8%
Cuenta con cuneta de concreto.	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.050	5.0%
						1.00	100%

2.22. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}" DRENAJE PLUVIAL

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ _{máx}
2.27	5.03	
1.30	5.03	
0.76	5.02	5.02
0.44	5.01	
0.25	5.02	

2.23. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - DRENAJE PLUVIAL

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.005	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.004	

3. PONDERACIÓN SAATY - VULNERABILIDAD AMBIENTAL

3.1. PARÁMETROS Y DESCRIPTORES

EXPOSICIÓN AMBIENTAL	FRAGILIDAD AMBIENTAL	RESILIENCIA AMBIENTAL
EXP_AMB	FRA_AMB	RES_AMB
PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO	PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL	RESTAURACIÓN DE VIA Y ECOLOGÍA
Alta(0-50 metros)	Extremo	Muy baja
Moderada (50-100 metros)	Alta	Baja
Lejana (100-200 m)	Notable	Moderada
Baja (200-500 m)	Leve	Buena
Proximidad (>500 m)	Minimo	Alta

3.2. PONDERACIÓN - EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD Y RESILIENCIA AMBIENTAL

EXPOSICIÓN AMBIENTAL	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	FRAGILIDAD AMBIENTAL	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	RESILIENCIA AMBIENTAL	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)
EXP_AMB		FRA_AMB		RES_AMB	
PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO		PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL		RESTAURACIÓN DE VIA Y ECOLOGÍA	
Alta(0-50 metros)	0.474	Extremo	0.461	Muy baja	0.472
Moderada (50-100 metros)	0.271	Alta	0.264	Baja	0.278
Lejana (100-200 m)	0.140	Notable	0.147	Moderada	0.140
Baja (200-500 m)	0.072	Leve	0.081	Buena	0.070
Proximidad (>500 m)	0.042	Minimo	0.047	Alta	0.040

EXPOSICIÓN AMBIENTAL: PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

3.3. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO

PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO	Alta(0-50 metros)	Moderada (50-100 metros)	Lejana (100-200 m)	Baja (200-500 m)	Proximidad (>500 m)
Alta(0-50 metros)	1.00	2.00	4.00	7.00	8.00
Moderada (50-100 metros)	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
Lejana (100-200 m)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Baja (200-500 m)	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
Proximidad (>500 m)	0.13	0.14	0.25	0.50	1.00
Suma	2.02	3.89	7.75	14.50	22.00
1/suma	0.50	0.26	0.13	0.07	0.05

3.4. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO

PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO	Alta(0-50 metros)	Moderada (50-100 metros)	Lejana (100-200 m)	Baja (200-500 m)	Proximidad (>500 m)	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Alta(0-50 metros)	0.50	0.51	0.52	0.48	0.36	0.474	47.4%
Moderada (50-100 metros)	0.25	0.26	0.26	0.28	0.32	0.271	27.1%
Lejana (100-200 m)	0.12	0.13	0.13	0.14	0.18	0.140	14.0%
Baja (200-500 m)	0.07	0.06	0.06	0.07	0.09	0.072	7.2%
Proximidad (>500 m)	0.06	0.04	0.03	0.03	0.05	0.042	4.2%
						1.00	100%

3.5. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}" PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ _{máx}
2.42	5.10	
1.37	5.05	
0.71	5.04	5.05
0.36	5.04	
0.21	5.01	

3.6. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO

INDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.012	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA<0.10	R	0.011	

FRAGILIDAD AMBIENTAL: PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

3.7. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL

PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL	Extremo	Alta	Notable	Leve	Minimo
Extremo	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
Alta	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Notable	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Leve	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Minimo	0.13	0.20	0.25	0.50	1.00
Suma	2.08	3.95	7.75	12.50	20.00
1/suma	0.48	0.25	0.13	0.08	0.05

3.8. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL

PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL	Extremo	Alta	Notable	Leve	Minimo	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Extremo	0.48	0.51	0.52	0.40	0.40	0.461	46.1%
Alta	0.24	0.25	0.26	0.32	0.25	0.264	26.4%
Notable	0.12	0.13	0.13	0.16	0.20	0.147	14.7%
Leve	0.10	0.06	0.06	0.08	0.10	0.081	8.1%
Minimo	0.06	0.05	0.03	0.04	0.05	0.047	4.7%
						1.00	100%

3.9. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}" PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ _{máx}
2.36	5.11	
1.35	5.09	
0.74	5.05	5.06
0.41	5.02	
0.23	5.03	

3.10. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.015	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.013	

RESILIENCIA AMBIENTAL: RESTAURACIÓN DE VIA Y ECOLÓGIA

n	3	4	5
IA	0.525	0.882	1.115

3.11. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES RESTAURACIÓN DE VIA Y ECOLÓGIA

RESTAURACIÓN DE VIA Y ECOLÓGIA	Muy baja	Baja	Moderada	Buena	Alta
Muy baja	1.00	2.00	5.00	6.00	8.00
Baja	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Moderada	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Buena	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00
Alta	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
Suma	1.99	3.84	8.70	14.50	23.00
1/suma	0.50	0.26	0.11	0.07	0.04

3.12. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES RESTAURACIÓN DE VIA Y ECOLÓGIA

RESTAURACIÓN DE VIA Y ECOLÓGIA	Muy baja	Baja	Moderada	Buena	Alta	VECTOR PRIORIZACIÓN (Ponderación)	PORCENTAJE
Muy baja	0.50	0.52	0.57	0.41	0.35	0.472	47.2%
Baja	0.25	0.26	0.23	0.34	0.30	0.278	27.8%
Moderada	0.10	0.13	0.11	0.14	0.22	0.140	14.0%
Buena	0.08	0.05	0.06	0.07	0.09	0.070	7.0%
Alta	0.06	0.04	0.02	0.03	0.04	0.040	4.0%
						1.00	100%

3.13. VECTOR SUMA PONDERADA Y "λ_{máx}" RESTAURACIÓN DE VIA Y ECOLÓGIA

Vector suma ponderada (VSP)	λ	λ _{máx}
2.47	5.23	
1.42	5.12	
0.71	5.09	5.11
0.35	5.08	
0.20	5.02	

3.14. ÍNDICE (IC) Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA (R) - RESTAURACIÓN DE VIA Y ECOLÓGIA

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.028	OK
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.10	R	0.025	

TESIS: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN IGNACIO KM 60+000 AL 70+000 MEDIANTE VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO, JAÉN 2024

CÁLCULO DE VULNERABILIDAD

4.1. MATRIZ VULNERABILIDAD ECONÓMICA

	EXPOSICIÓN ECONÓMICA		PARÁMETROS FRAGILIDAD ECONÓMICA						FRAGILIDAD ECONÓMICA		VULNER ECONÓMICA
	V_EXPEC	PV_EXPEC	V_FREQ1	PV_FREQ1	V_FREQ2	PV_FREQ2	V_FREQ3	PV_FREQ3	V_FREQ	PV_FREQ	
	RELIEVE DEL TERRENO		CONDICIÓN DE LA VÍA		CONDICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA		DRENAJE PLUVIAL		V_FREQ	PV_FREQ	
D1	0.481	0.571	0.503	0.595	0.468	0.277	0.451	0.129	0.487	0.286	0.414
D2	0.269		0.260		0.268		0.259		0.262		0.229
D3	0.139		0.134		0.144		0.151		0.139		0.119
D4	0.071		0.068		0.076		0.088		0.073		0.061
D5	0.040		0.035		0.044		0.050		0.039		0.034

4.2. MATRIZ VULNERABILIDAD AMBIENTAL

	EXPOSICIÓN AMBIENTAL		FRAGILIDAD AMBIENTAL		VULNER AMBIENTAL
	V_EXPAM	PV_EXPAM	V_FRAAM	PV_FRAAM	
	PROXIMIDAD A VÍA DE TRANSITO		PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL		
D1	0.474	0.571	0.461	0.286	0.403
D2	0.271		0.264		0.231
D3	0.140		0.147		0.122
D4	0.072		0.081		0.064
D5	0.042		0.047		0.037

4.3. MATRIZ VULNERABILIDAD

VULNER ECONÓMICA	VULNER AMBIENTAL	VALOR DE VULNERABILIDAD
0.414	0.403	0.481
0.229	0.231	0.265
0.119	0.400	0.140
0.061	0.064	0.073
0.034	0.037	0.041

4.4. NIVELES DE VULNERABILIDAD

NIVEL	RANGOS DE VULNERABILIDAD		
NOV. ALTO	0.265	≤ v <	0.481
ALTO	0.140	≤ v <	0.265
MEDIO	0.073	≤ v <	0.140
BAJO	0.041	≤ v <	0.073

ESTRATIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO		
Muy Alta	<p>La vía está en riesgo significativo debido a deslizamientos de masa que podrían causar costos extremadamente altos en reparación y mantenimiento. La dependencia económica es crítica y los recursos financieros son insuficientes para manejar emergencia. La vulnerabilidad ambiental es alta, con graves impactos en el ecosistema. La condición del pavimento se encuentra a nivel de base debido a deslizamientos de masas. Presenta dificultades severas para implementar medidas de mitigación debido a la falta de monitoreo y predicción temprana.</p>	0.265	≤ v <	0.481
Alta	<p>La vía enfrenta costos elevados para reparación y mantenimiento debido a deslizamientos de masa. La economía local muestra una alta dependencia de la vía, con recursos financieros limitados para manejar emergencias, lo que puede resultar en pérdidas económicas significativas. Socialmente, se observan impactos severos, con una reducción considerable en la calidad de vida y servicios comunitarios. Los impactos ambientales son graves, con una alta vulnerabilidad del ecosistema local y desafíos importantes para la adaptación a cambios ambientales.</p>	0.140	≤ v <	0.265
Media	<p>Los costos de reparación y mantenimiento son significativos, y la economía local tiene una dependencia notable de la vía. Los recursos financieros para emergencias son moderados, lo que puede causar dificultades en la gestión de crisis económicas, la calidad de vida y los servicios comunitarios. Presenta una capacidad notable para adaptarse a cambios ambientales. Se requiere de tiempo y un esfuerzo significativo para implementar medidas de mitigación.</p>	0.073	≤ v <	0.140
Baja	<p>En este nivel, los costos de reparación y mantenimiento son mínimos, y la economía local tiene una baja dependencia de la vía, con suficientes recursos financieros para manejar emergencias. Los impactos sociales son mínimos. La resiliencia es alta, con una recuperación económica, social y ambiental rápida y una buena capacidad para implementar medidas de mitigación efectivas.</p>	0.041	≤ v <	0.073

PONDERACIÓN SAATY - FACTORES DE RIESGO

1.0. CÁLCULO DE RIESGO

PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
0.473	0.481	0.228
0.263	0.265	0.070
0.143	0.140	0.020
0.077	0.073	0.006
0.043	0.041	0.002

2.0. MATRIZ DE RIESGO

PELIGRO	PMA	0.473	0.035	0.066	0.125	0.228
	PA	0.263	0.019	0.037	0.070	0.127
	PM	0.143	0.010	0.020	0.038	0.069
	PB	0.077	0.006	0.011	0.021	0.037
		0.073	0.140	0.265	0.481	
	VB	VM	VA	VMA		

3.0. NIVELES DE RIESGO

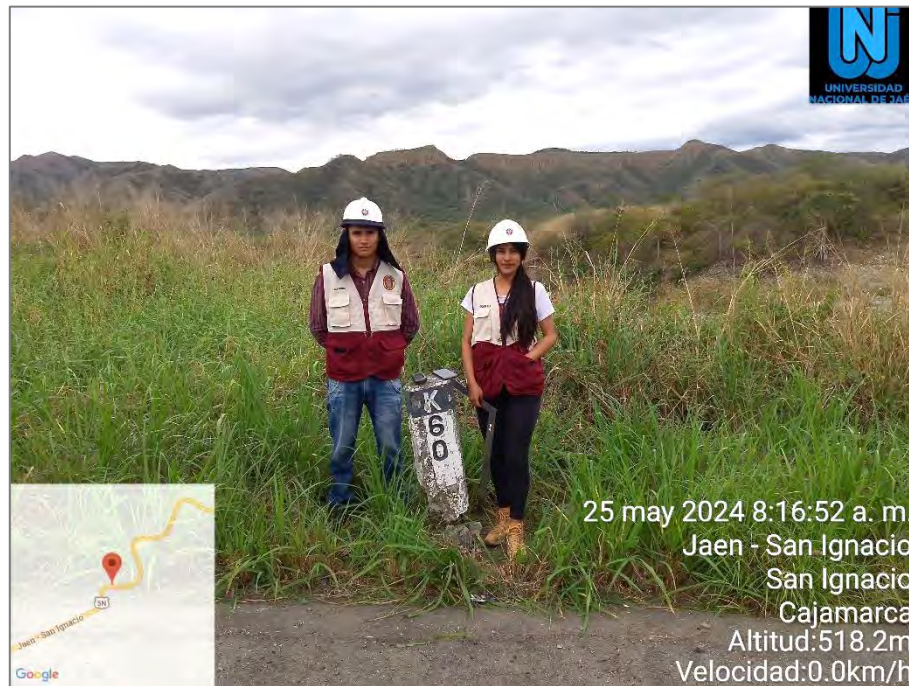
NIVEL	RANGOS DE RIESGO		
MUY ALTO	0.070	$\leq R <$	0.228
ALTO	0.020	$\leq R <$	0.070
MEDIO	0.006	$\leq R <$	0.020
BAJO	0.002	$\leq R <$	0.006

ESTRATIFICACIÓN DE RIESGO

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGO		
Muy Alto	<p>Predomina: Saturación del suelo "Altamente Saturado", con pendientes [30°-50°> y pendientes mayores que 50°, unidad geomorfológica RMC-ri: Relieve colinado en rocas intrusivas y RMC-rv: Relieve colinado en rocas volcánicas, unidad geológica NM-be: Formación bellavista, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm"</p> <p>Fragilidad: Infraestructuras mal construidas y sin mantenimiento adecuado. Uso agrícola o urbanización intensiva en áreas inestables. Poca o nula gestión del riesgo.</p> <p>Resiliencia: Baja capacidad de respuesta ante emergencias. Escasos recursos para la recuperación y la reconstrucción. Poca o nula preparación en la comunidad. No existe un plan de mitigación.</p>	0.077	≤ R <	0.270
Alto	<p>Predomina: Saturación del suelo "Muy húmedo", con pendientes [15°-30°>, unidad geomorfológica SCA-rs: Altiplanicie aluvial en rocas sedimentarias, unidad geológica Qp-fa: Depósitos fluvioaluviales, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm"</p> <p>Fragilidad: Población en riesgo, debido a la falta de planificación en el uso de la tierra y taludes inestables. Infraestructura de transporte y servicios limitados, con protección insuficiente contra desastres.</p> <p>Resiliencia: Existen algunos planes de respuesta, pero son insuficientes. Algunas medidas de protección (barreras o muros de contención), pero con recursos limitados para la respuesta ante desastres.</p>	0.020	≤ R <	0.077
Medio	<p>Predomina: Saturación del suelo "Húmedo", con pendientes [5°-15°>, unidad geomorfológica T: Terrazas aluviales, unidad geológica Qp-ta: Formación Tamborapa, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm"</p> <p>Fragilidad: Población rural dispersa y viviendas construidas en zonas de riesgo moderado. Algunas infraestructuras agrícolas o rurales no están protegidas adecuadamente, pero los asentamientos son menos densos.</p> <p>Resiliencia: Planes básicos de respuesta a desastres, pero con capacidades limitadas. La comunidad tiene algún nivel de preparación en términos de evacuación y medidas preventivas, como drenajes o barreras en algunos puntos críticos.</p>	0.006	≤ R <	0.020
Bajo	<p>Predomina: Saturación del suelo "[0% - 25%>: Seco]" y [25% - 50%>: Húmedo]", con pendientes menores que 5°, unidad geomorfológica Lli: Llanura y Ab: Abanico de piedemonte, con escenario crítico factor desencadenante umbral de precipitación de la estación Meteorológica San Ignacio "Lluvioso 13.5 mm < P< = 19.1 mm"</p> <p>Fragilidad: Poca densidad poblacional y viviendas dispersas en terrenos seguros. Las viviendas son generalmente más resistentes y los servicios básicos están disponibles.</p> <p>Resiliencia: La comunidad tiene capacidad para enfrentar desastres, acceso a servicios básicos y viviendas de buena calidad. La infraestructura rural está mantenida y con planes de contingencia en caso de desastres naturales.</p>	0.002	≤ R <	0.006

ANEXO 9
PANEL FOTOGRAFICO

Identificación del tramo de estudio Km 60+000 – Km 70+000 Jaén - San Ignacio



Nota. En el anexo se observa la identificación del primer tramo de estudio.

Levantamiento topográfico del tramo de estudio



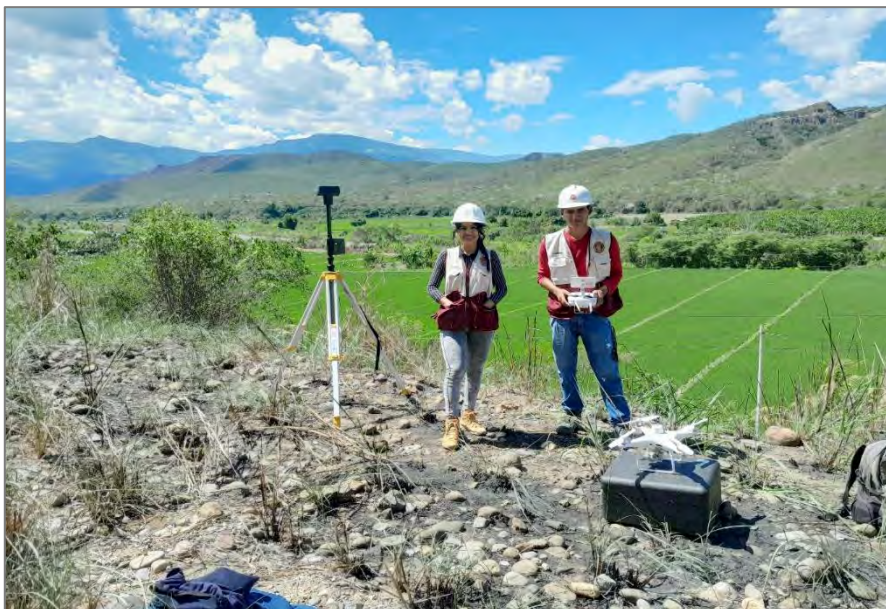
Nota. El anexo muestra el cambio de estación para realizar el levantamiento topográfico del km 60+000 hasta el km 70+000 de la Carretera Jaén- San Ignacio.

Planeamiento del vuelo fotogramétrico utilizando el Dron Phantom 4 RTK



Nota. El anexo presenta la elaboración del plan de vuelo del dron Phantom 4 RTK en gabinete

Vuelo fotogramétrico utilizando el Dron Phantom 4 RTK



Nota. El anexo presenta el levantamiento fotogramétrico del tramo de estudio mediante metodología VANT

Identificación in situ de las zonas de riesgo por deslizamiento de rocas en taludes



Nota. El anexo presenta el deslizamiento rocas en los taludes de corte artificial en el Km 62+060 de la carretera Jaén- San Ignacio.

Identificación in situ de las zonas de riesgo por falla rotacional en taludes



Nota. El anexo presenta el deslizamiento de falla rotacional en el Km 66+800 de la carretera Jaén - San Ignacio, con conglomerado de rocas intrusivas y areniscas con matriz limosa de color amarillo.

ANEXO 10
CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

COMERCIO & CONSTRUCCIÓN DEL PERÚ EIRL

IMPORTADOR - DISTRIBUIDOR

Equipos Topográficos:

Estación Total - Teodolitos - Niveles Topográficos - GPS - Trípodes - Prismas - Etc.

COMERCIO & CONSTRUCCION DEL PERU E.I.R.L.

Chiclayo, 10 de Enero del 2024

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 16-00180

DATOS DEL EQUIPO

Nombre	ESTACION TOTAL	Precision Angular	05"
Marca	TOPCON	Lectura minima	05 " / 07 "
Modelo	ES-105	Precision de distancia	± 2mm.x 2ppmxD No prisma: ±3mm.x 2ppmxD
Serie	GZ1909	Alcance	4000 m.c/01 prisma – No prisma: 1.5 a 500m.
		Enfoque minimo	1.5 m

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un colimador TOPCON modelo: TC6 con telescopio de 32x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01"; que es patronado periódicamente por un teodolito KERN modelo DKM 2A precisión al 01" con el método de lectura Directa-Inversa

Para controlar y calibrar la constante promedio en las Distancias se hacen las mediciones en una base establecida con una Estación Total Marca TOPCON modelo GPT-3002W nueva de precisión en distancia de +/- (2mm + 2 ppm x D) m.s.e. = línea de la medida. El control angular se ejecuta en la base soporte metálica fijada en cimiento específico a influencias del clima y enfocados los retículos al infinito.

Las distancias son medidas con la Estación total instalada en una base fijada en la pared y el prisma estacionado sobre un trípode KERN de bastón centrador en cada punto de control establecido, tomando en consideración la temperatura y la presión atmosférica.

MEDICIONES DE PATRON	MEDICIONES ANGULARES	DIF.
ANG. HZ: 00°00'00" / 180°00'00"	00°00'00" / 180°00'00"	00"
ANG. V: 90°00'00" / 270°00'00"	90°00'00" / 270°00'00"	00"

INCERTIDUMBRE : ANGULARES +/- 05" Distancias +/-03mm

NORMA APLICADA

Desviación estándar basada en la norma ISO 9001:2000 FM /ISO 14001 para Estación Total GPT-3002W fabricada por TOPCON CORPORATION.

CALIBRACION Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Observación	Prox. calibración
10/01/2024		X	% 100 OPERATIVO	06 MESES

GARANTIA DE CALIBRACION: 01 AÑO

COMERCIO & CONSTRUCCION DEL PERU EIRL	Propietario FERDI INGENIEROS SAC RUC: 20488077717
COMERCIO & CONSTRUCCION DEL PERU E.I.R.L. Hamilton Vladimir Cueva Campos GERENTE GENERAL	FERDI INGENIEROS S.A.C. RUC: 20488077717 Ing. Juan Daniel Diaz Diaz GERENTE



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N°026

G-6976/24

DATOS DEL EQUIPO

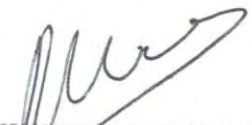
Nombre :	DRONE	. Modos de video H.264, 4K.3840X2160 30P
Marca :	DJI	. Camara con un sensor 1" CMOS efectivos 20HP
Modelo :	PHANTOM 4 RTK	. Objetivo FOV 84° 8.8mm/24mm/2.8-f/11 enf-1m
Serie No.	0V2DJ8CRA40295	. Bateria inteligente: 84-5870 mAh -15.2V.
		- Bateria. Serie No. 0DQAK6803502H5
		- Control Serie No. OYUCJ8DRC503H2
		- Estación Movil D-RTK 2 Serie No. 359BJ1S001007X

GEOPERU CORPORATION S.A.C certifica que el instrumento identificado há sido revisado, controlados calibrados y 100% operativos, cumpliendo con las especificaciones técnicas establecidas por el fabricante.

CALIBRACIÓN

Fecha	Prox. Calibración	Validez del Certificado	Observación
14/05/2024	14/11/2024	06 meses	% 100 OPERATIVO

Responsable de Calibración	Propietario
GEOPERU CORPORATION S.A.C	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN


 Téc. Andy Tena Vega
 Área Técnica
 GEOPERU

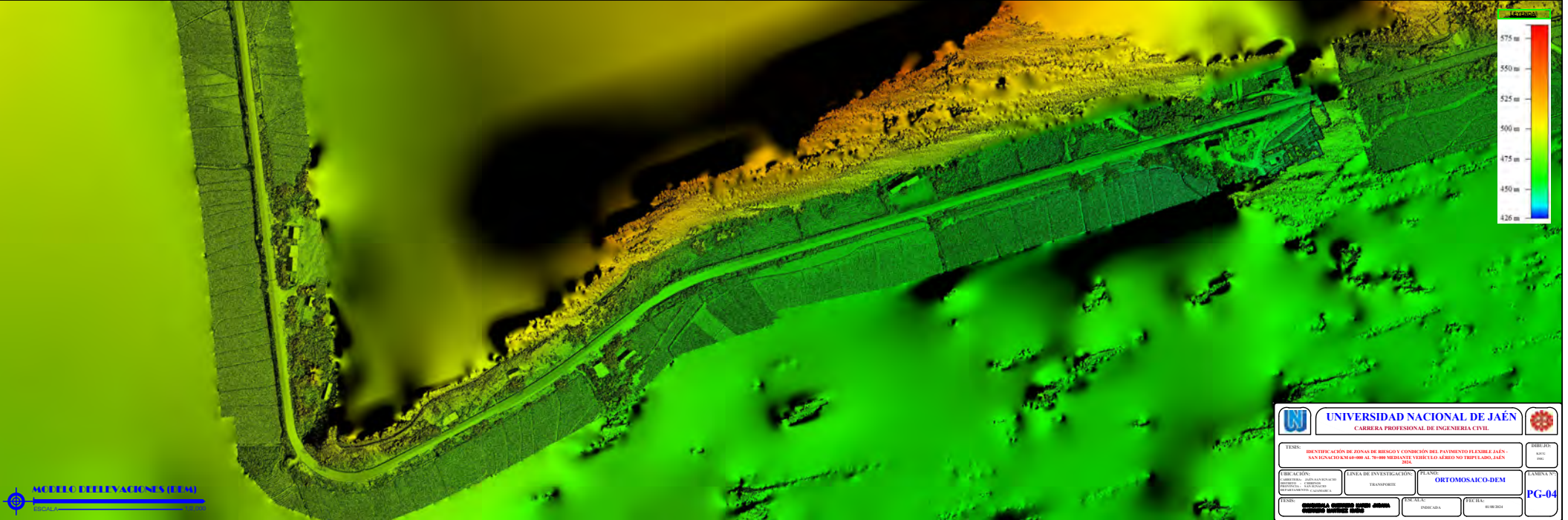


ANEXO 11
PLANOS DE ORTOMOSAICOS



PLANO DE COTOMOSAICO
ESCALA: 1:2.000

LEYENDA		CUADRO DE COORDENADAS UTM									
	LINEA DE INVESTIGACION	DIR	LAZOS	ANGULO	ANGULUM	NORTE	ESTE				
	LINEA DE INVESTIGACION	60+000	60-61	N	48°36'38"	E	100m	48°36'38"	333°18'11"	9399,206.861	743,144.387
	LINEA DE INVESTIGACION	61+000	61-62	N	62°42'27"	E	100m	62°42'27"	167°21'40"	9399,205.240	743,677.548
	LINEA DE INVESTIGACION	62+000	62-63	N	74°21'02"	E	100m	74°21'02"	167°21'17"	9399,966.812	743,957.647
	LINEA DE INVESTIGACION	63+000	63-64	N	7°56'25"	V	100m	259°23'25"	182°41'44"	9400,187.000	743,385.000
	LINEA DE INVESTIGACION	64+000	64-65	N	29°11'02"	E	100m	29°11'02"	169°26'20"	9400,184.000	743,269.474
	LINEA DE INVESTIGACION	65+000	65-66	N	15°49'29"	E	100m	15°49'29"	172°21'54"	9402,877.575	743,382.595
	LINEA DE INVESTIGACION	66+000	66-67	N	33°21'21"	E	100m	33°21'21"	163°47'48"	9403,116.615	743,825.884
	LINEA DE INVESTIGACION	67+000	67-68	N	24°48'42"	E	100m	24°48'42"	180°29'29"	9403,969.932	746,256.002
	LINEA DE INVESTIGACION	68+000	68-69	N	17°20'17"	V	100m	238°29'43"	153°49'52"	9404,557.913	746,453.896
	LINEA DE INVESTIGACION	69+000	69-70	N	7°21'47"	V	100m	289°49'50"	248°43'52"	9405,523.982	746,627.763
	LINEA DE INVESTIGACION	70+000	70	S	82°14'29"	V	100m	82°14'29"	68°58'12"	9405,731.194	743,886.482



PLANO DE COTOMOSAICO
ESCALA: 1:2.000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TEMA: DISTRIBUCION DE ZONAS DE RIESGO COMIDAS DEL PAVIMENTO EN LA CALLE JAEN-SAN GENACHO KM 68-00 AL 70-00 MEDIANTE VEHICULO AEREO NO TRIPULADO JAEN 2024	ESCALA: 1:2.000	FECHA: 08/08/2024
AUTOR: JUAN MANUEL GARCIA GARCIA	TITULO: ORTOMOSAICO-DEM	PROYECTO: PG-04
INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN	ESCALA: 1:2.000	FECHA: 08/08/2024



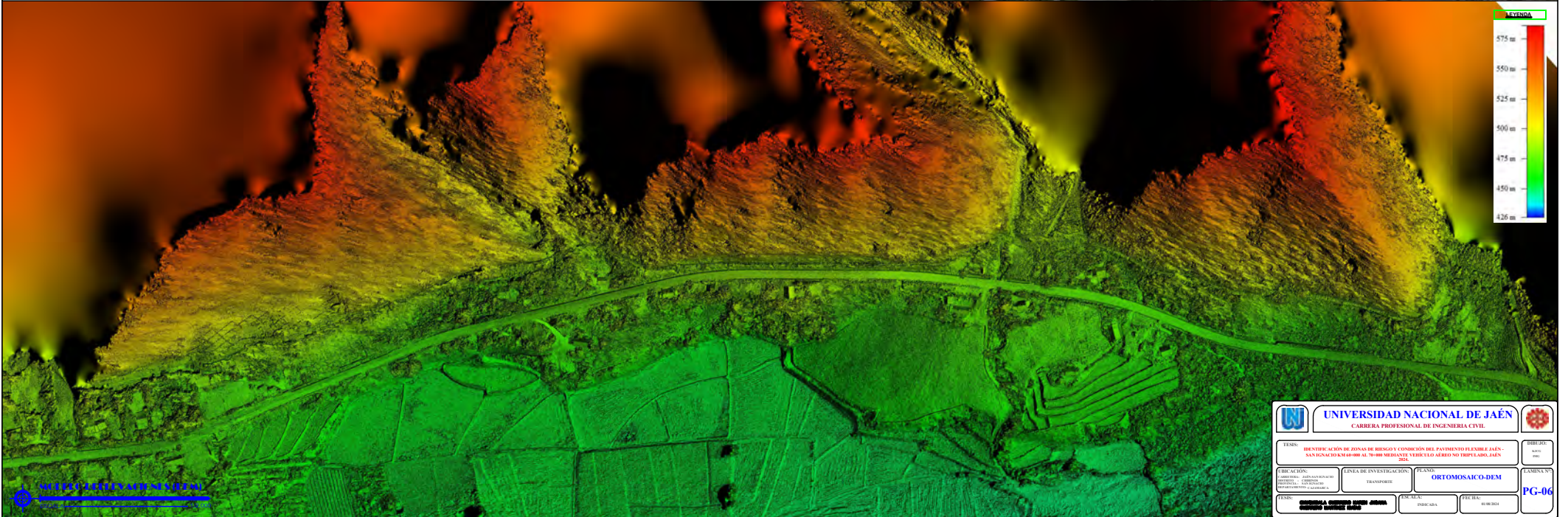
LEYENDA

- Carretera
- Parcelas de Cultivos
- Parcelas de Pastoreo
- Parcelas de Cultivos
- Parcelas de Pastoreo

CUADRO DE COORDENADAS UTM

PK	LADO	ABRUMO	DISTANCIA	ALTIMET	ABSCISSA	ORDENADA	ESTRUC
64+000	64+01	N 88°24'00" E	100m	48°25'00"	9279,08481	743,644,897	
64+000	64+02	N 63°48'30" E	100m	63°48'30"	9299,26134	743,677,548	
64+000	64+03	N 76°01'30" E	100m	76°01'30"	9299,96623	743,697,847	
64+000	64+04	N 78°00'00" V	100m	78°00'00"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+05	N 91°00'00" E	100m	91°00'00"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+06	N 91°00'00" E	100m	91°00'00"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+07	N 86°49'30" E	100m	86°49'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+08	N 82°00'00" E	100m	82°00'00"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+09	N 84°48'41" E	100m	84°48'41"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+10	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+11	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+12	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+13	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+14	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+15	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+16	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+17	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+18	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+19	N 73°01'30" E	100m	73°01'30"	9301,11144	743,705,093	
64+000	64+20	S 88°14'29" V	100m	88°14'29"	9301,11144	743,705,093	

PLANO DE CETOMOSAICO
ESCALA: 1:2,000



LEYENDA

575 m
550 m
525 m
500 m
475 m
450 m
426 m

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TEMA: DISEÑO DE ZONAS DE RIESGO COMIDAS DEL PAVIMENTO EN LA CALLE SAN IGNACIO KM 04-08 AL 7+00 MEDIANTE VEHICULO AEREO NO TRIPULADO

INVESTIGADOR: JUAN MANUEL GARCIA GARCIA

ASISTENTE: JUAN MANUEL GARCIA GARCIA

PROFESOR TUTOR: JUAN MANUEL GARCIA GARCIA

FECHA: 01/08/2024

ESCALA: 1:2,000

FECHA: 01/08/2024

PG-06



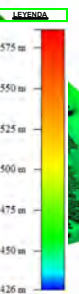
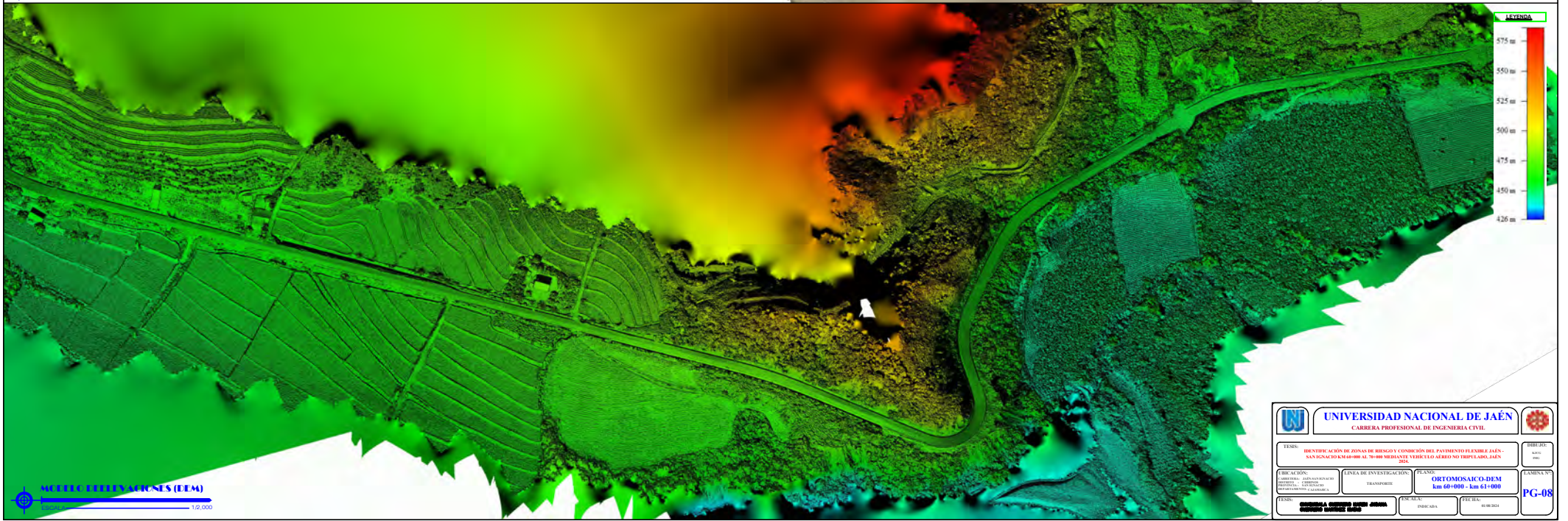
LEYENDA

- Puntos de Muestreo
- Puntos de Nivelación
- Línea de Alineación
- Línea de Eje
- Línea de Talud
- Línea de Curbado
- Línea de Bordes
- Línea de Delineación
- Línea de Señalización
- Línea de Pavimentación
- Línea de Acercamiento
- Línea de Drenaje
- Línea de Iluminación
- Línea de Riego
- Línea de Fertilización
- Línea de Saneamiento
- Línea de Protección Ambiental
- Línea de Seguridad
- Línea de Mantenimiento
- Línea de Operación
- Línea de Evaluación
- Línea de Mejora
- Línea de Optimización
- Línea de Innovación
- Línea de Sostenibilidad
- Línea de Responsabilidad Social
- Línea de Transparencia
- Línea de Integridad
- Línea de Ética
- Línea de Profesionalismo
- Línea de Compromiso
- Línea de Liderazgo
- Línea de Trabajo en Equipo
- Línea de Comunicación
- Línea de Negociación
- Línea de Resolución de Conflictos
- Línea de Gestión de Recursos
- Línea de Planificación
- Línea de Organización
- Línea de Control de Calidad
- Línea de Mejora Continua
- Línea de Innovación Tecnológica
- Línea de Sostenibilidad Económica
- Línea de Sostenibilidad Social
- Línea de Sostenibilidad Ambiental
- Línea de Sostenibilidad Cultural
- Línea de Sostenibilidad Institucional
- Línea de Sostenibilidad Comunitaria
- Línea de Sostenibilidad Global

CUADRO DE COORDENADAS UTM

KM	LONG	ALMUD	ESTANCIA	AZIMUT	ANGINT	NORTE	ESTE	
60+000	60-01	N	46°26'58" E	1000n	48°26'18"	352°19'11"	9399,896,861	743,144,397
60+000	60-02	N	62°46'27" E	1000n	62°46'27"	162°23'40"	9399,896,862	743,677,548
60+000	60-03	N	76°21'20" E	1000n	76°21'20"	167°21'17"	9399,896,812	744,257,847
60+000	60-04	N	0°26'50" V	1000n	259°23'20"	108°41'44"	9400,187,000	745,280,000
60+000	60-05	N	0°11'02" V	1000n	97°11'02"	169°26'58"	9400,188,000	745,260,474
60+000	60-06	N	16°49'29" E	1000n	16°49'29"	172°21'54"	9402,077,570	745,262,355
60+000	60-07	N	23°01'21" E	1000n	23°01'21"	163°47'48"	9403,110,615	745,805,884
60+000	60-08	N	23°46'41" E	1000n	23°46'41"	188°22'27"	9403,200,922	746,256,022
60+000	60-09	N	1°30'11" V	1000n	258°29'43"	153°49'22"	9404,257,913	746,632,281
60+000	60-10	N	7°14'12" V	1000n	289°42'22"	248°43'22"	9405,226,586	746,637,703
70+000	70	S	22°14'29" V	1000n	22°14'29"	82°21'21"	9405,771,024	745,898,482

PLANO DE CETOMOSAICO
ESCALA: 1:12,000



PLANO DE ETIQUETAS (DEM)
ESCALA: 1:12,000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

FECHA: DISEÑO Y CÁLCULO DE ZONAS DE RIESGO Y COMERCIO DEL PAVIMENTO FLEBLA JAÉN - SAN GENACIO KM 60-00 AL 70-00 MERCANTIL YEBRILLO AEREO NO TRIPULADO JAÉN

ELABORACIÓN: LUIS ALVARO GARCÍA GARCÍA
REVISIÓN: JUAN CARLOS GARCÍA GARCÍA
PROYECTO: CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PLANO: ORTOMOSAICO-DEM
KM 60-00 - KM 61-00

FECHA: 08/08/2024
Escala: 1:12,000

PG-08



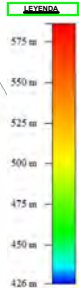
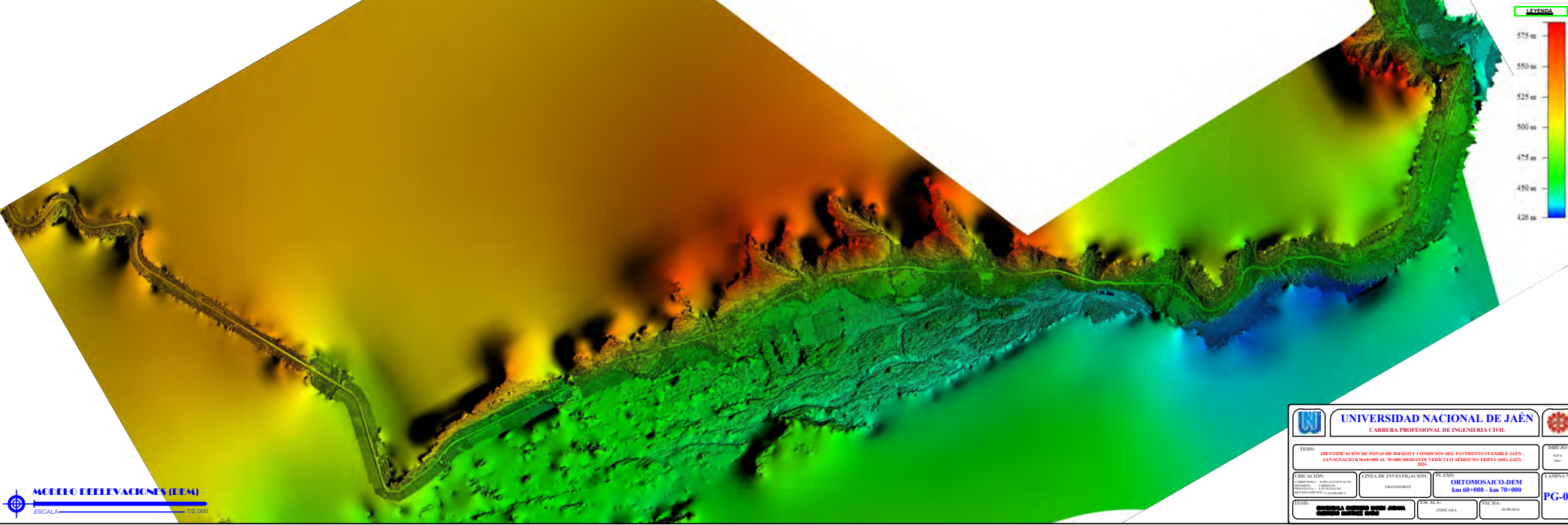
LEYENDA

- 1. Pav. en concreto (cm)
- 2. Pav. en asfalto (cm)
- 3. Sub-base (cm)
- 4. Base (cm)
- 5. Substrato (cm)
- 6. Topografía
- 7. Límite de estudio
- 8. Límite de concesión
- 9. Límite de municipio
- 10. Límite de parroquia
- 11. Límite de cantón
- 12. Límite de provincia
- 13. Límite de país
- 14. Límite de zona de influencia
- 15. Límite de zona de estudio
- 16. Límite de zona de construcción
- 17. Límite de zona de mantenimiento
- 18. Límite de zona de explotación
- 19. Límite de zona de explotación
- 20. Límite de zona de explotación
- 21. Límite de zona de explotación
- 22. Límite de zona de explotación
- 23. Límite de zona de explotación
- 24. Límite de zona de explotación
- 25. Límite de zona de explotación
- 26. Límite de zona de explotación
- 27. Límite de zona de explotación
- 28. Límite de zona de explotación
- 29. Límite de zona de explotación
- 30. Límite de zona de explotación
- 31. Límite de zona de explotación
- 32. Límite de zona de explotación
- 33. Límite de zona de explotación
- 34. Límite de zona de explotación
- 35. Límite de zona de explotación
- 36. Límite de zona de explotación
- 37. Límite de zona de explotación
- 38. Límite de zona de explotación
- 39. Límite de zona de explotación
- 40. Límite de zona de explotación
- 41. Límite de zona de explotación
- 42. Límite de zona de explotación
- 43. Límite de zona de explotación
- 44. Límite de zona de explotación
- 45. Límite de zona de explotación
- 46. Límite de zona de explotación
- 47. Límite de zona de explotación
- 48. Límite de zona de explotación
- 49. Límite de zona de explotación
- 50. Límite de zona de explotación
- 51. Límite de zona de explotación
- 52. Límite de zona de explotación
- 53. Límite de zona de explotación
- 54. Límite de zona de explotación
- 55. Límite de zona de explotación
- 56. Límite de zona de explotación
- 57. Límite de zona de explotación
- 58. Límite de zona de explotación
- 59. Límite de zona de explotación
- 60. Límite de zona de explotación
- 61. Límite de zona de explotación
- 62. Límite de zona de explotación
- 63. Límite de zona de explotación
- 64. Límite de zona de explotación
- 65. Límite de zona de explotación
- 66. Límite de zona de explotación
- 67. Límite de zona de explotación
- 68. Límite de zona de explotación
- 69. Límite de zona de explotación
- 70. Límite de zona de explotación
- 71. Límite de zona de explotación
- 72. Límite de zona de explotación
- 73. Límite de zona de explotación
- 74. Límite de zona de explotación
- 75. Límite de zona de explotación
- 76. Límite de zona de explotación
- 77. Límite de zona de explotación
- 78. Límite de zona de explotación
- 79. Límite de zona de explotación
- 80. Límite de zona de explotación
- 81. Límite de zona de explotación
- 82. Límite de zona de explotación
- 83. Límite de zona de explotación
- 84. Límite de zona de explotación
- 85. Límite de zona de explotación
- 86. Límite de zona de explotación
- 87. Límite de zona de explotación
- 88. Límite de zona de explotación
- 89. Límite de zona de explotación
- 90. Límite de zona de explotación
- 91. Límite de zona de explotación
- 92. Límite de zona de explotación
- 93. Límite de zona de explotación
- 94. Límite de zona de explotación
- 95. Límite de zona de explotación
- 96. Límite de zona de explotación
- 97. Límite de zona de explotación
- 98. Límite de zona de explotación
- 99. Límite de zona de explotación
- 100. Límite de zona de explotación

CUADRO DE COORDENADAS UTM

KM	LADO	RUMBO	DISTANCIA	AZIMUT	ANGLINT	NORTE	ESTE
60+000	60-61	N 46°26'18" E	100m	46°26'18"	352°19'11"	9399,896,861	743,144,387
60+000	61-62	N 62°42'27" E	100m	62°42'27"	362°23'42"	9399,896,862	743,677,548
60+000	62-63	N 76°21'02" E	100m	76°21'02"	367°21'17"	9399,896,812	744,257,847
60+000	63-64	N 0°26'02" V	100m	259°23'02"	368°41'44"	9400,187,000	745,280,000
60+000	64-65	N 91°18'02" E	100m	91°18'02"	369°26'02"	9400,187,000	745,362,074
60+000	64-67	N 16°49'29" E	100m	16°49'29"	178°21'54"	9402,877,570	745,263,355
60+000	64-67	N 23°01'01" E	100m	23°01'01"	163°47'48"	9403,110,615	745,805,684
60+000	67-68	N 81°46'41" E	100m	81°46'41"	188°22'27"	9403,303,925	746,256,025
60+000	68-69	N 1°30'11" V	100m	358°29'43"	153°49'40"	9404,257,913	746,633,281
60+000	69-70	N 7°14'12" V	100m	289°42'02"	248°42'02"	9405,526,586	746,637,703
70+000	70	S 22°14'02" V	100m	202°14'02"	227°18'21"	9405,727,024	745,886,462

PLANO DE CETOMOSAICO
ESCALA: 1:2.000



MODELO DE ELEVACIONES (DEM)
ESCALA: 1:2.000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y COMBUSTIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA SAN IGNACIO KM 60-68 AL 70-80 MERIENDA YEBRE LO AEREO NO TRIPULADO JAÉN

ELABORACIÓN: JUAN MANUEL GARCÍA GARCÍA
REVISIÓN: JUAN MANUEL GARCÍA GARCÍA
PROYECTO: CARRETERA

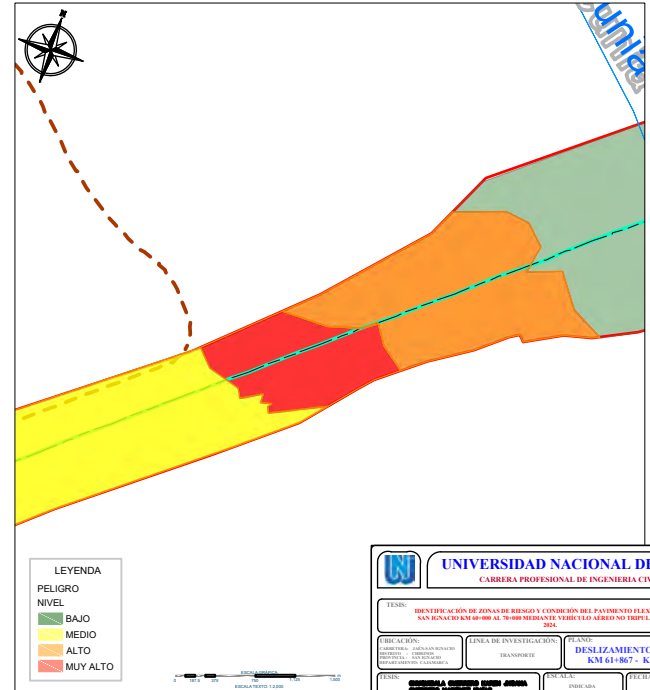
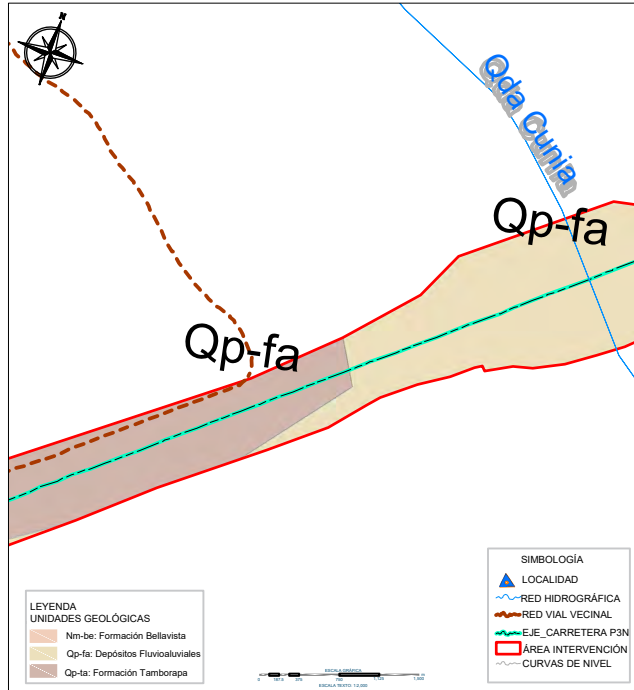
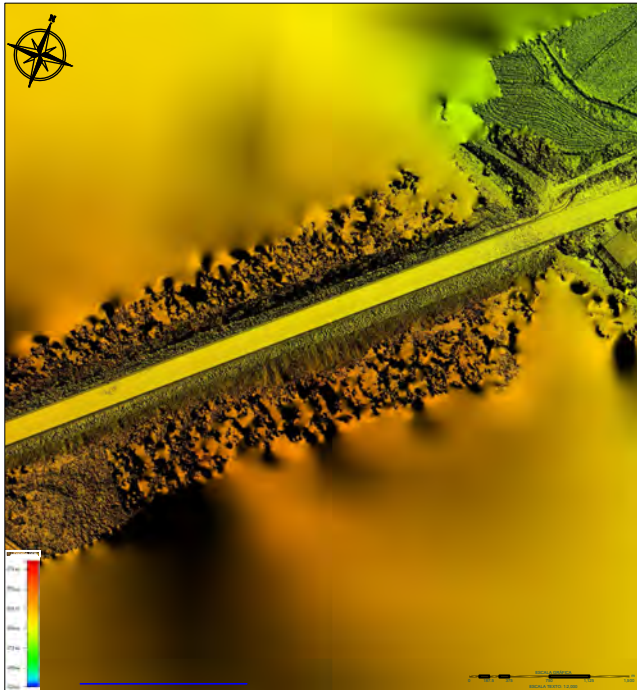
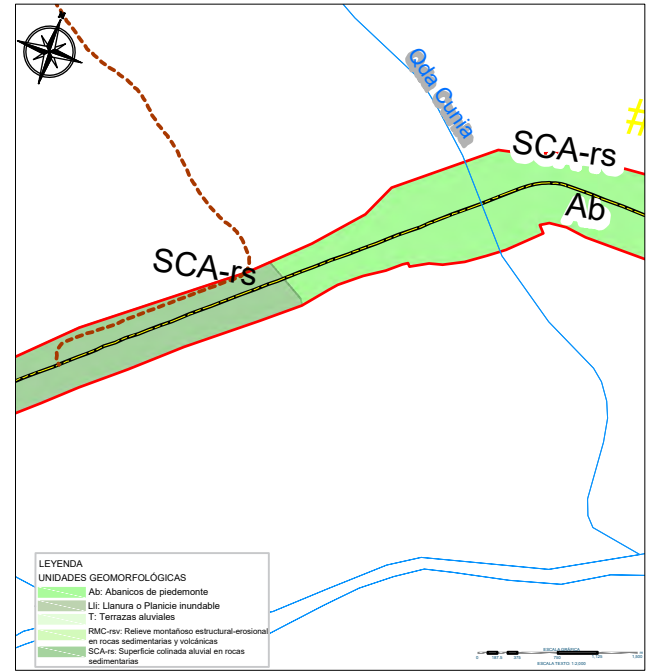
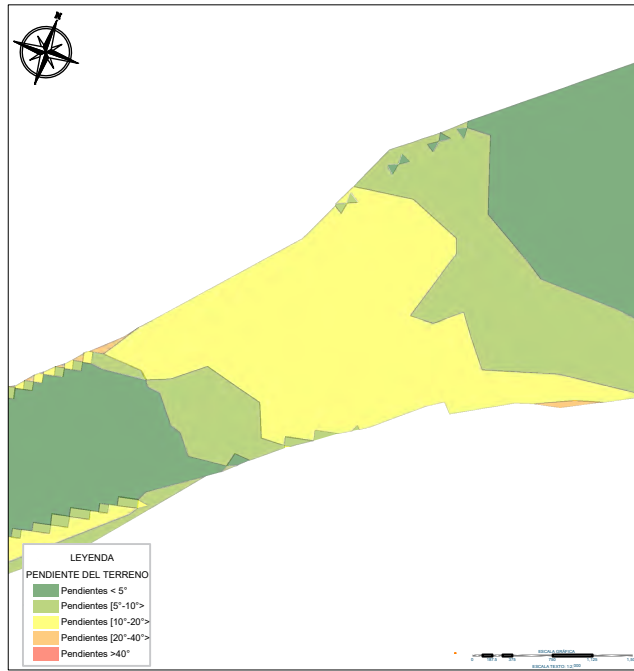
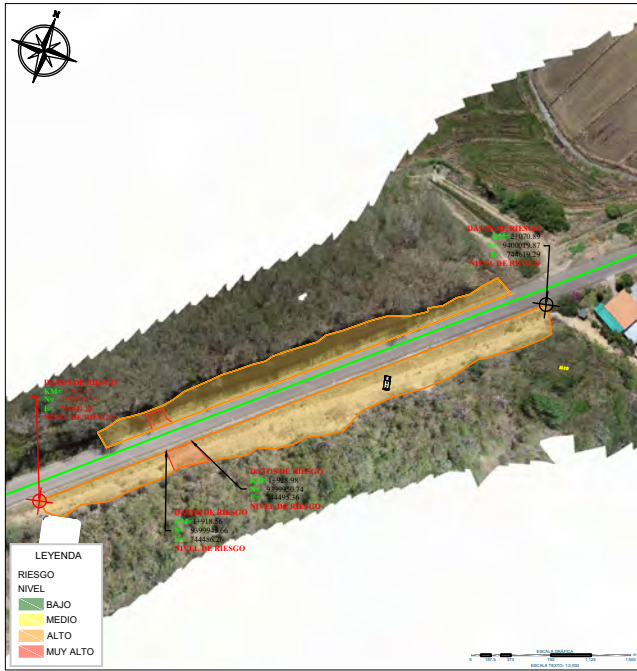
PLANO: CETOMOSAICO-DEM
km 60+000 - km 70+000

ESCALA: 1:2.000

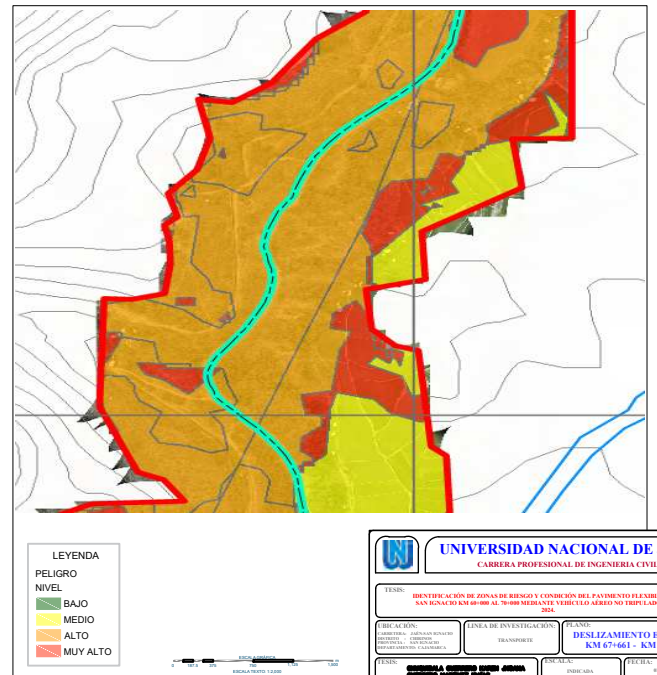
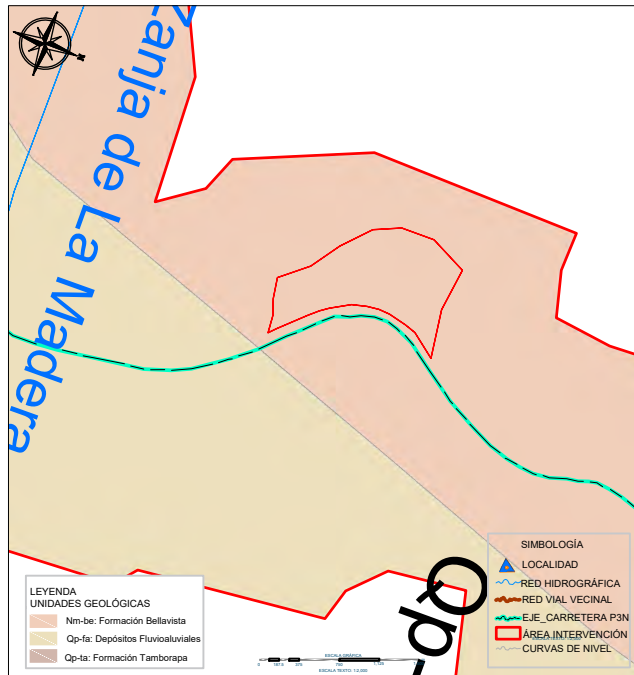
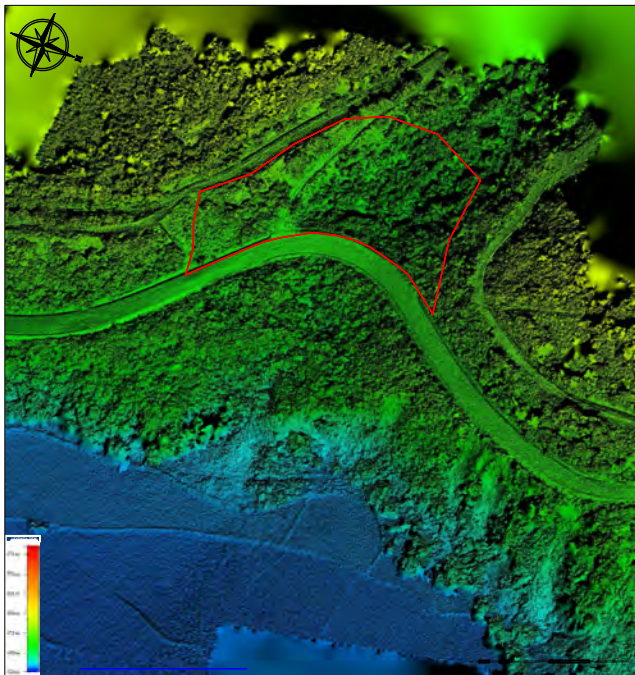
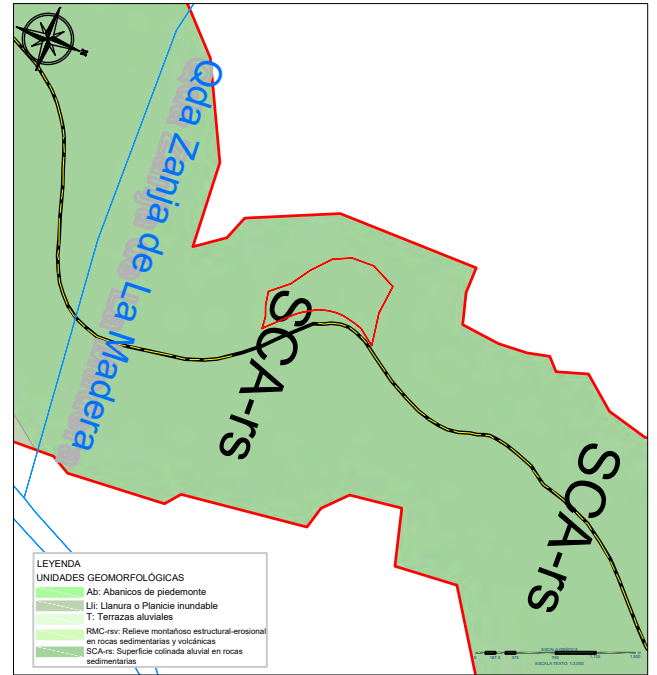
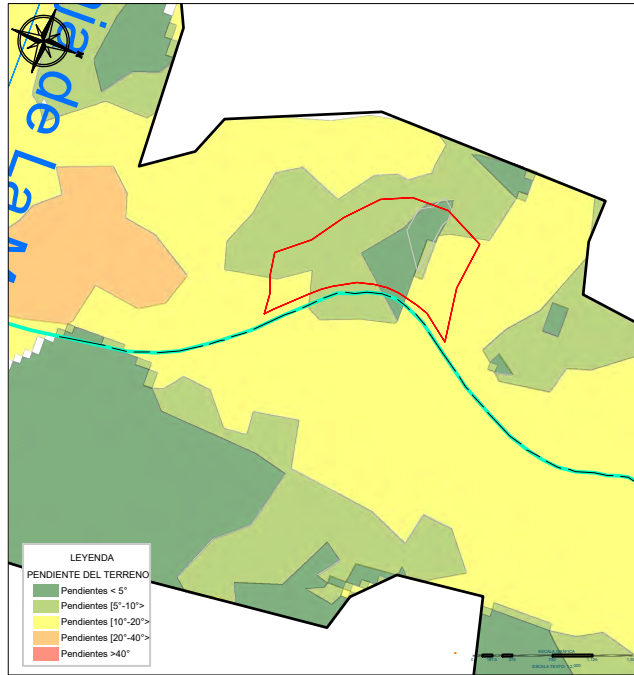
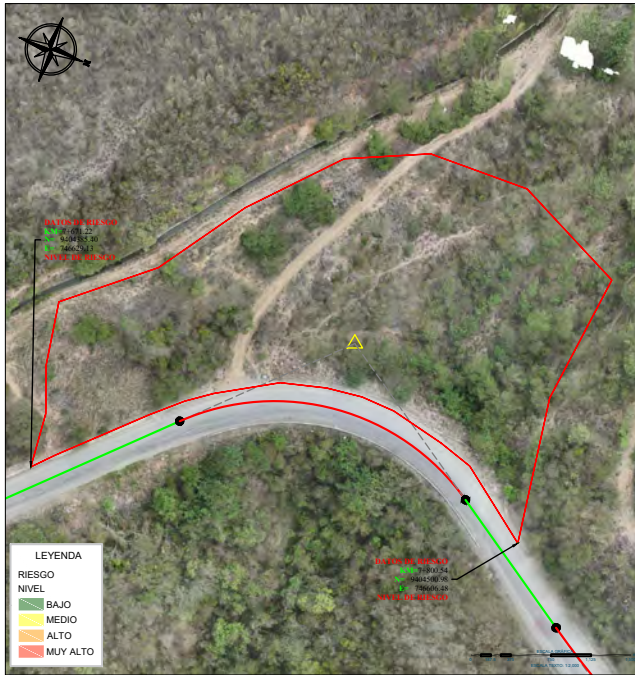
FECHA: 01/06/2024

PG-08

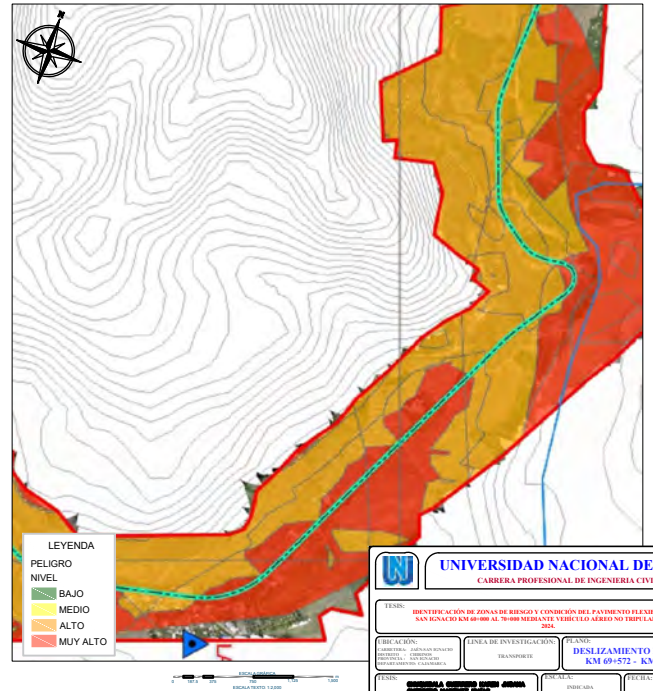
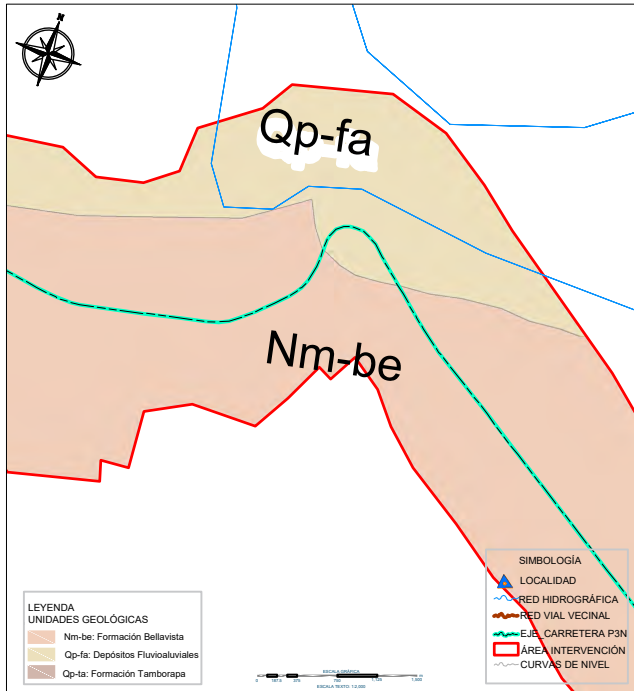
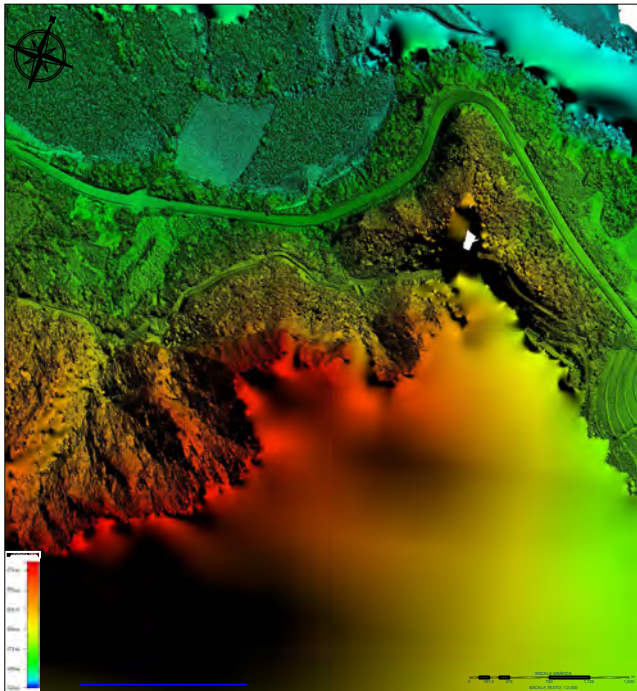
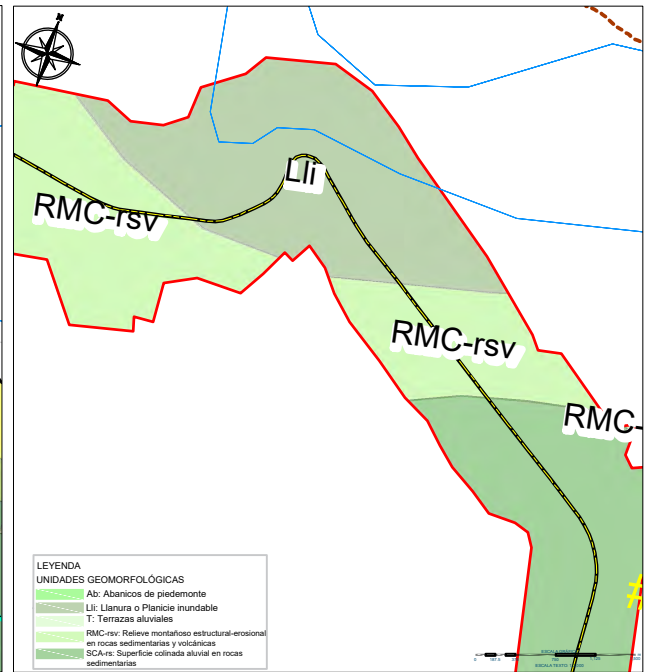
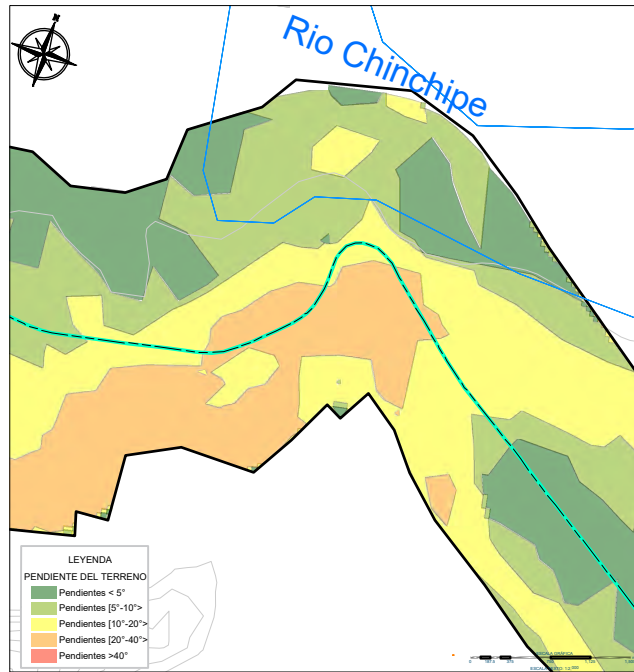
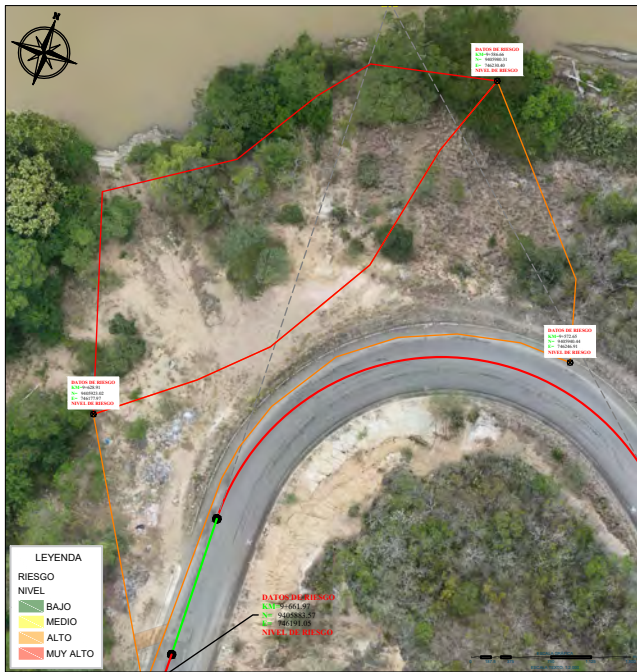
ANEXO 12
MAPAS DE RIESGO



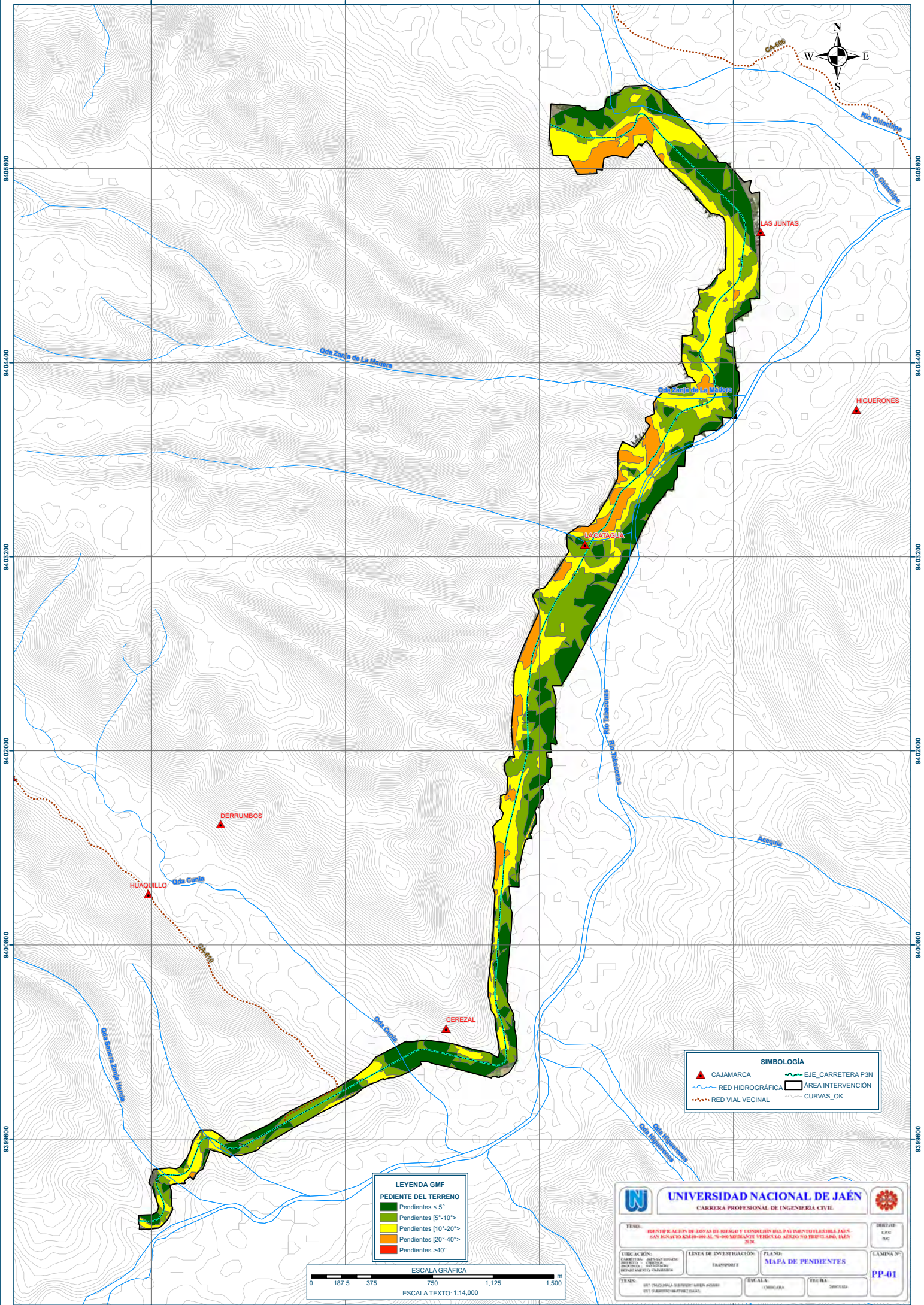
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TÍTULO: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y COBERTURA DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA P3N EN EL CANTÓN SAN IGNACIO KM 00-00 AL 7+000 MERA EN EL VEHÍCULO AEREO NO TRIPULADO JAÉN 2024	PLAN: DESLIZAMIENTO EN TALED KM 61+867 - KM 62+970	DISEÑO:
AUTORES: JUAN CARLOS BARRERA, JUAN CARLOS BARRERA, JUAN CARLOS BARRERA, JUAN CARLOS BARRERA, JUAN CARLOS BARRERA	ESCALA:	FECHA:
INSTITUCIÓN:	INDICADA:	PR-01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y COMPROBACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE EN SAN IGNACIO KM 68-00 AL 70-000 MERIENDA VEHICULO AEREO NO TRIPS LABS JAÉN 2024	NIVEL: BACH	SEMESTRE: 2024
AUTOR: ANDRÉS JAVIER SANCHEZ INTEGRANTES: ANDRÉS JAVIER SANCHEZ ANDRÉS JAVIER SANCHEZ	NIVEL DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTE	PLAN DE DESPLAZAMIENTO EN TALED KM 67+661 - KM 67+800
TÍTULO: CARRERA Y GRUPO DE TRABAJO GRUPO DE TRABAJO: BACH	INDICADA	FECHA: 08/02/2024
		PR-03

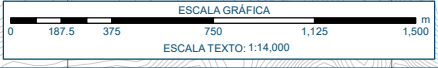


UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TÍTULO: DISTRIBUCIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y COORDENADO DEL PAVIMENTO EN LA EB-1 SAN IGNACIO KM 00-00 AL 70-00 MEDIANTE VEHÍCULO AEREO NO TRIPULADO JAÉN 2024.	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA CIVIL	DISEÑO:
PROFESOR:	NIVEL DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES	PLANEO: DESLIZAMIENTO EN TALEUD KM 09+572 - KM 09+661
TÍTULO:	ESCALA:	FECHA:
AUTORES:	INDICADA	09/2024
PR-05		

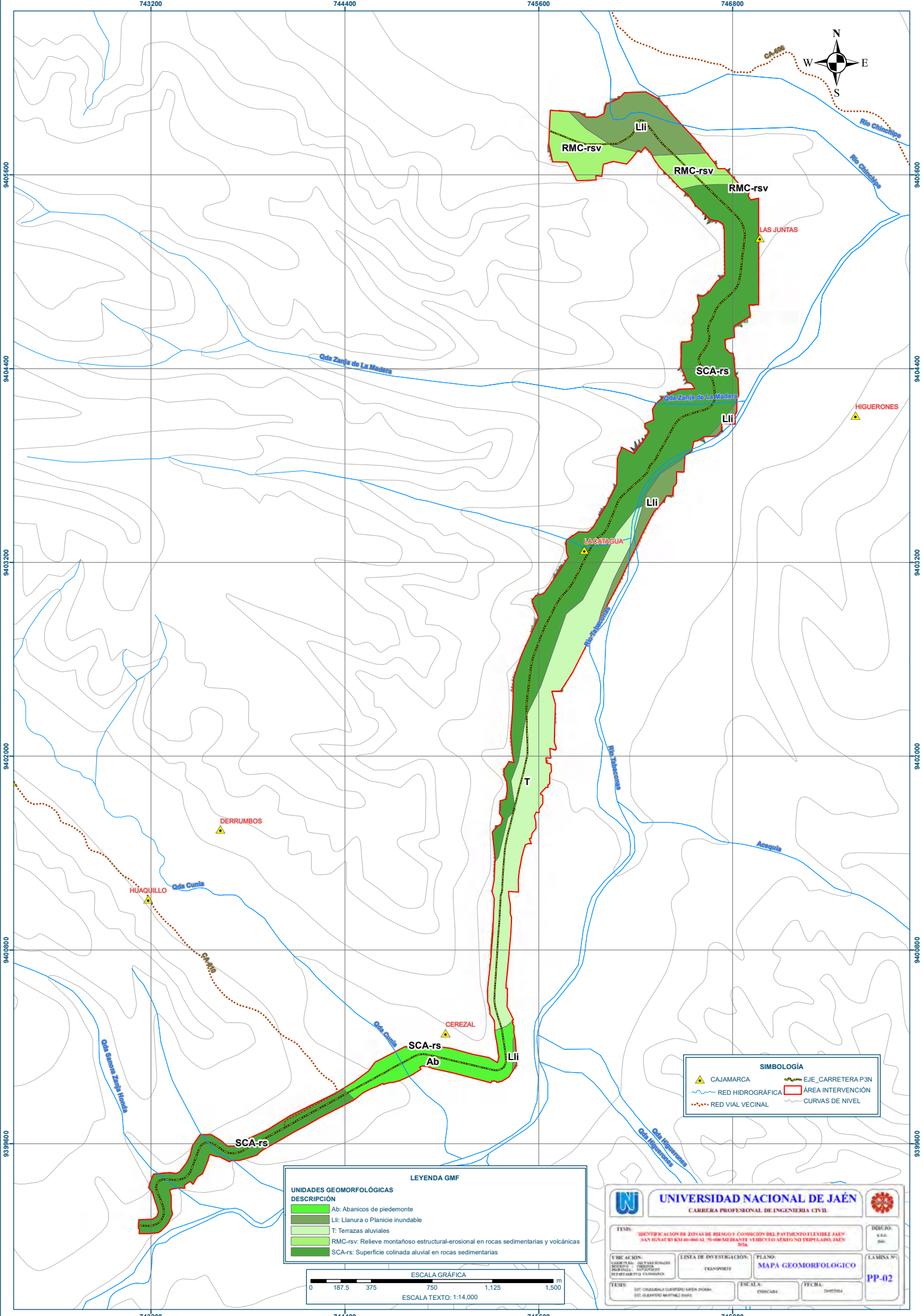


SIMBOLOGÍA	
	CAJAMARCA
	RED HIDROGRÁFICA
	RED VIAL VECINAL
	EJE_CARRERA P3N
	ÁREA INTERVENCIÓN
	CURVAS_OK

LEYENDA GMF	
PEDIENTE DEL TERRENO	
	Pendientes < 5°
	Pendientes [5°-10°>
	Pendientes [10°-20°>
	Pendientes [20°-40°>
	Pendientes >40°

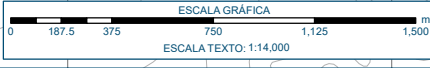


UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA CARRETERA P3N DE SAN ROMÁN DE ACRAQUE AL KM 0+000 METRADO VEHICULO AEREO SIN ESCUDO AEREO 2024.		DIBUJO: E.L.F.C. R.M.C.
ELABORACIÓN: DISEÑO Y DIBUJO: PROFESOR: ING. FRANCISCO CHAMBARA	LINEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES	PLANO: MAPA DE PENDIENTES
TESIS: ING. CHAGARRILLA GONZALEZ MARIN ANAYAN DISEÑO: ING. FRANCISCO CHAMBARA	ESCALA: CHAMBARA	FECHA: 2024/05/04
		LAMINA N°: PP-01



LEYENDA GMF

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	DESCRIPCIÓN
	Ab: Abanicos de piedemonte
	LII: Llanura o Planicie inundable
	T: Terrazas aluviales
	RMC-rsv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas
	SCA-rs: Superficie colinada aluvial en rocas sedimentarias



SIMBOLOGÍA

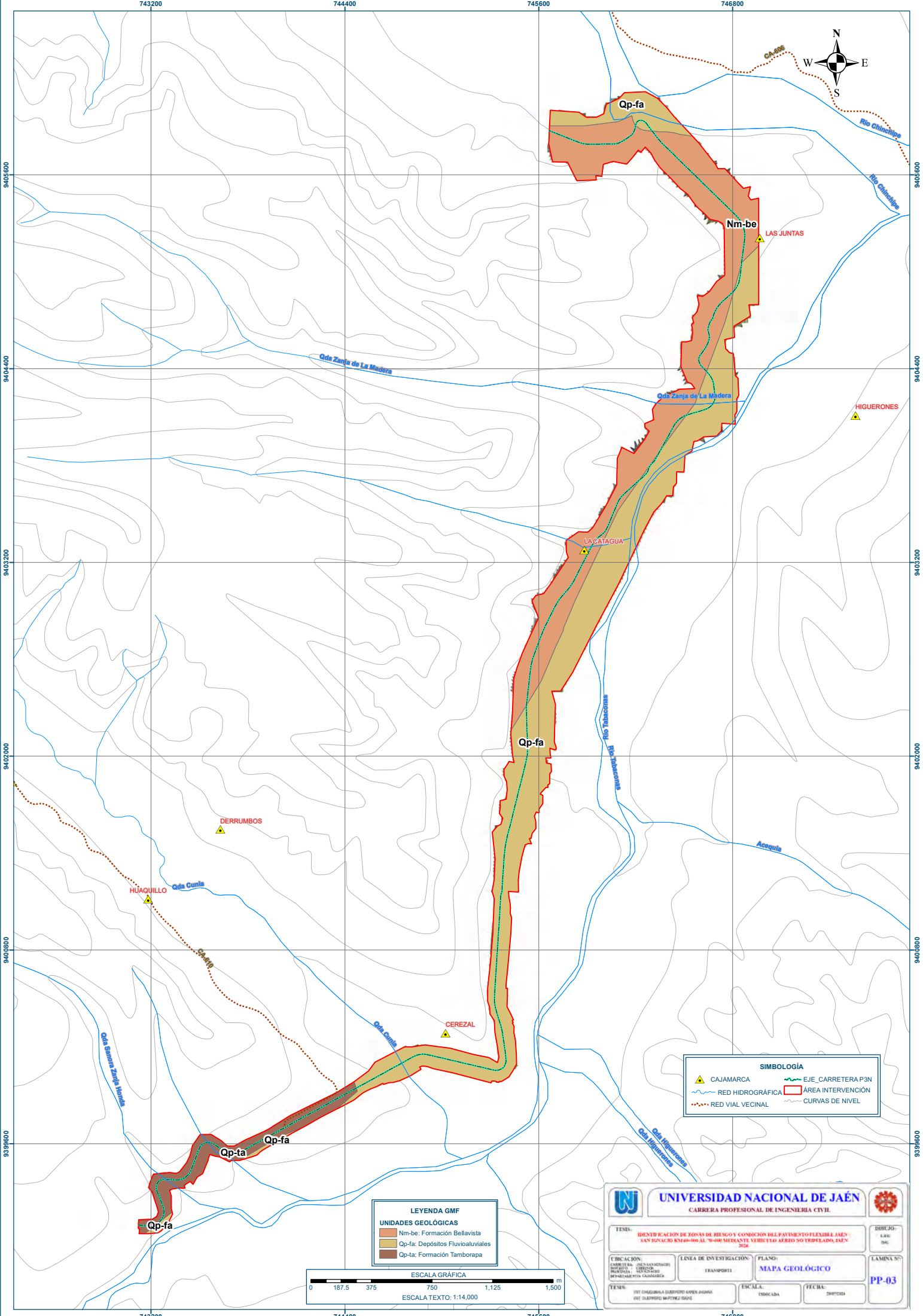
	CAJAMARCA		EJE_CARRETERA P3N
	RED HIDROGRÁFICA		ÁREA INTERVENCIÓN
	RED VIAL VECINAL		CURVAS DE NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

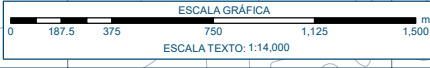
TÍTULO: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PATRIMONIO FLEXIBLE JAÉN - SAN JUAN DE LOS RÍOS AL 50-800 MEDIANTE VEHICULO AEREO NO EMPLEADO, JAÉN 2014.		DEBIDO: KAR RUI
LUGAR DE INVESTIGACIÓN: SAN JUAN DE LOS RÍOS, PROVINCIA DE GUAYAS, CANTÓN SAN JUAN DE LOS RÍOS, PARISH SAN JUAN DE LOS RÍOS.	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTE	PLANO: MAPA GEOMORFOLÓGICO
FECHA: 2014	ESCALA: 1:14.000	FECHA: 2014

PP-02



SIMBOLOGÍA	
	CAJAMARCA
	RED HIDROGRÁFICA
	RED VIAL VECINAL
	EJE_CARRETERA P3N
	ÁREA INTERVENCIÓN
	CURVAS DE NIVEL

LEYENDA GMF	
UNIDADES GEOLÓGICAS	
	Nm-be: Formación Bellavista
	Qp-fa: Depósitos Fluvioaluviales
	Qp-ta: Formación Tamborapa



		UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TEMA: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE LAJES SAN IGNACIO 83468-000 AL "0+600" MEDIANTE VEHÍCULO AEREO NO TRIPLAZADO, EN 2024.				DIBUJO: E.L.R.G. B.M.
COORDINACIÓN: DR. ALVARO GARCÍA DR. JUAN CARLOS DR. ESTEBAN DR. ESTEBAN	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES	PLANO: MAPA GEOLÓGICO		LÁMINA N.º: PP-03
TEMA: ING. CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ING. CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	ESCALA: INDICADA	FECHA: 2024/05/24		



PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	FACTORES CONDICIONANTES			FACTOR DESENCADENANTE
	FC1	FC2	FC3	
SATURACIÓN DEL SUELO	PENDIENTES DEL TERRENO	UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	PRECIPITACIÓN
[95% - 100%] Saturado	Pendientes >40°	Qp-lc: Depósitos Fluvioaluviales	RMC-rv: Relieve montañoso estructural-erosional en rocas sedimentarias y volcánicas	Extremadamente lluvioso P > 36 mm
[80% - 95%] Altamente saturado	Pendientes [20° - 40°]	Nm-be: Formación Bellavista	SCA-ra: Superficie cultivada aluvial en rocas sedimentarias	Muy lluvioso 19.1 mm < P <= 36 mm
[50% - 80%] Muy Húmedo	Pendientes [10° - 20°]	Qp-ta: Formación Tamborapa	T: Terrazas aluviales	Lluvioso 13.5 mm < P <= 19.1 mm
[25% - 50%] Húmedo	Pendientes [5° - 10°]	Jhu: Formación Oyotún	Ab: Abanicos de piedemonte	Moderadamente lluvioso 7.1 mm < RR <= 13.5 mm
[0% - 25%] Seco	Pendientes < 5°	Pj-m: Gpo. Mita	Lli: Llanura o Planicie inmodable	Lluvia usual > 7.1 mm

29.0. CÁLCULO DEL VALOR DE FACTOR CONDICIONANTE

	PENDIENTES DEL TERRENO		UNIDADES GEOLÓGICAS		UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		FACTOR CONDICIONANTE	
	VAL_FC1	PVAL_FC1	VAL_FC2	PVAL_FC2	VAL_FC3	PVAL_FC3	VAL_FC	PVAL_FC
D1	0.444		0.468		0.503		0.458	
D2	0.263	0.595	0.296		0.266		0.263	
D3	0.153		0.144	0.277	0.134	0.129	0.148	0.600
D4	0.089		0.076		0.066		0.083	
D5	0.053		0.044		0.035		0.048	

30.0. CÁLCULO DEL VALOR DE SUSCEPTIBILIDAD

FACTOR CONDICIONANTE	FACTOR DESENCADENANTE	PRECIPITACIÓN		SUSCEPTIBILIDAD	
		VAL_FD	PVAL_FD	VAL_SD	PVAL_SD
0.458		0.489		0.470	
0.263		0.256		0.260	
0.148	0.600	0.141	0.400	0.145	0.700
0.083		0.076		0.080	
0.048		0.038		0.044	

31.0. NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD

NIVEL	RANGOS DE SUSCEPTIBILIDAD		
MUY ALTO	0.260	< S ≤	0.470
ALTO	0.145	< S ≤	0.260
MEDIO	0.080	< S ≤	0.145
BAJO	0.044	< S ≤	0.080

30.0. CÁLCULO DEL VALOR DE SUSCEPTIBILIDAD

FACTOR CONDICIONANTE	FACTOR DESENCADENANTE	PRECIPITACIÓN		SUSCEPTIBILIDAD	
		VAL_FD	PVAL_FD	VAL_SD	PVAL_SD
0.458		0.489		0.470	
0.263		0.256		0.260	
0.148	0.600	0.141	0.400	0.145	0.700
0.083		0.076		0.080	
0.048		0.038		0.044	

31.0. NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD

NIVEL	RANGOS DE SUSCEPTIBILIDAD		
MUY ALTO	0.260	< S ≤	0.470
ALTO	0.145	< S ≤	0.260
MEDIO	0.080	< S ≤	0.145
BAJO	0.044	< S ≤	0.080

NIVEL DE PELIGRO	RANGOS DE PELIGRO	
MUY ALTO	0.263	≤ P < 0.473
ALTO	0.143	≤ P < 0.263
MEDIO	0.077	≤ P < 0.143
BAJO	0.043	≤ P < 0.077

SIMBOLOGÍA

▲ CAJAMARCA	— EJE_CARRTERA PSN
— RED HIDROGRÁFICA	□ ÁREA INTERVENCIÓN
... RED VIAL VECINAL	~ CURVAS_OK

LEYENDA

■ BAJO
■ MEDIO
■ ALTO
■ MUY ALTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SAN IGNACIO KM 49+000 AL 70+000 MEDIANTE VEÍCULO ALERNO NO TRIPULADO. JAÉN 2014.

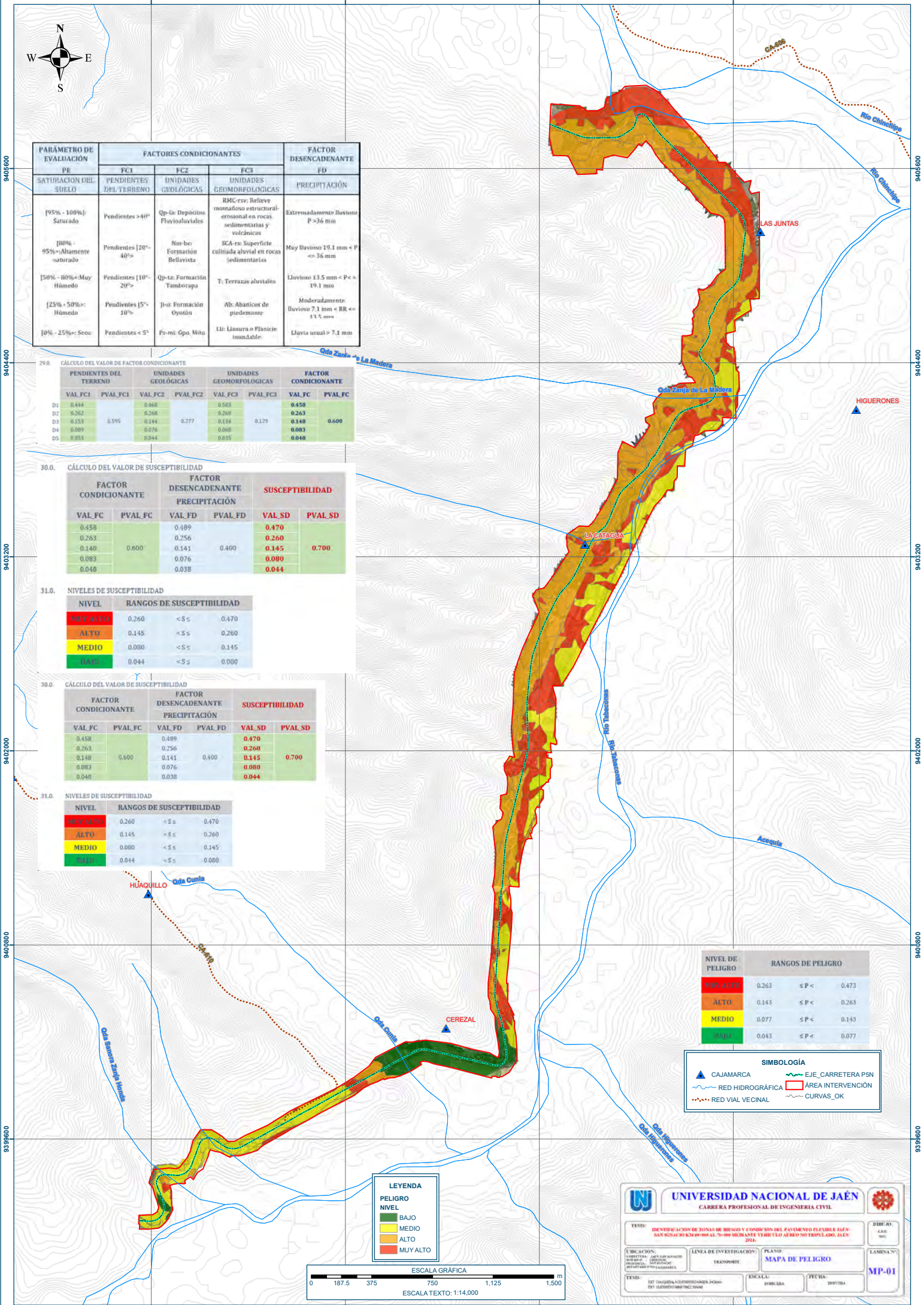
ELABORACIÓN: LAMBERTO J. GARCÍA RIVERA
PROFESOR DE ASIGNATURA DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO

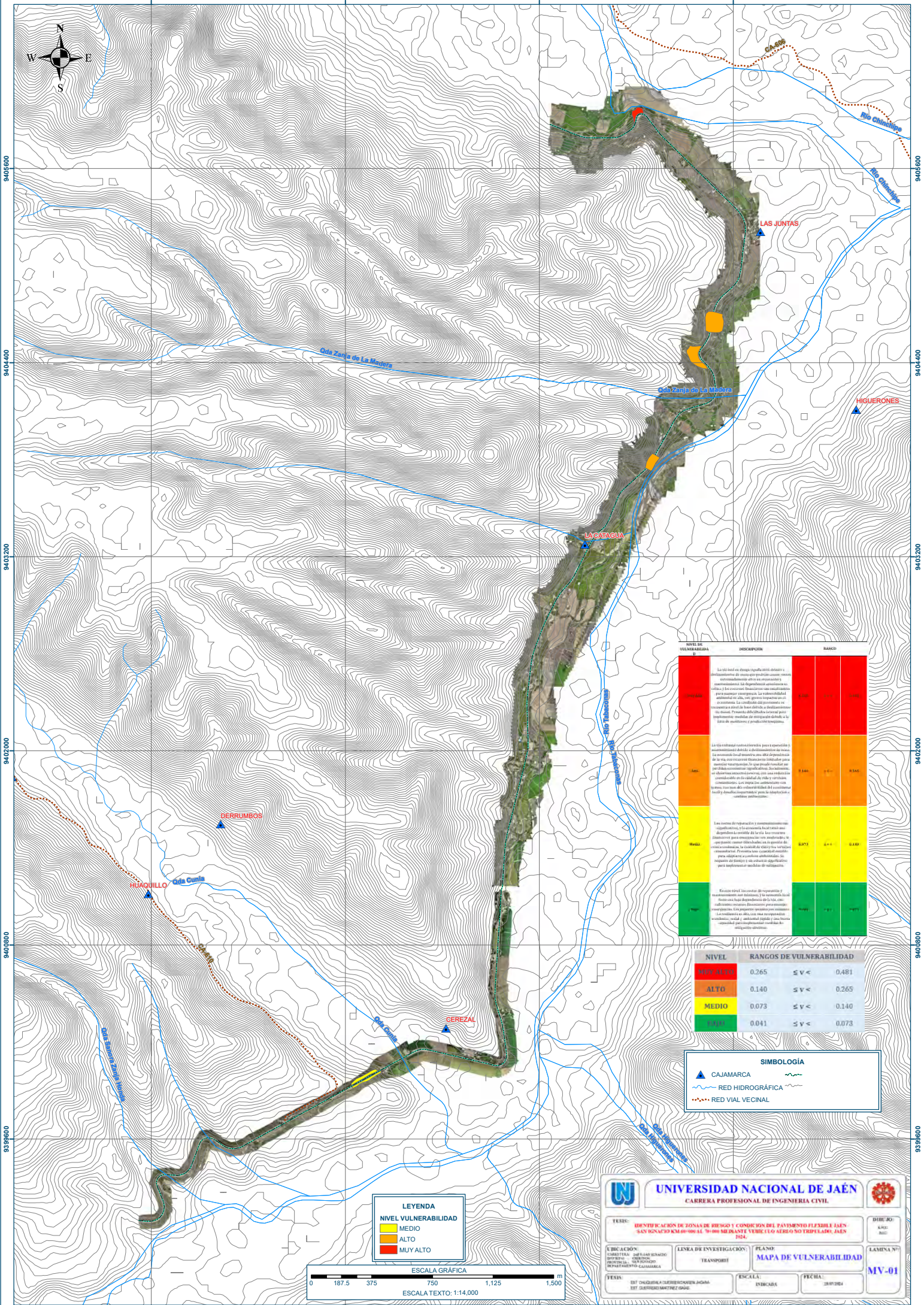
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

PLAZA: MAPA DE PELIGRO

LAJUNA Nº: MP-01

FECHA: 2014





NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION	RANGO		
MUY ALTO	La calidad de diseño (regulación) adecuada a las condiciones de tráfico que produce como consecuencia un deterioro acelerado en el pavimento. La vulnerabilidad asociada es alta y se requiere implementar acciones inmediatas para mejorar la condición. La vulnerabilidad asociada es alta, con graves repercusiones en la vida cotidiana del usuario. Presenta dificultades severas para implementar medidas de mitigación debido a la falta de monitoreo y predicción temprana.	0.265	0.140	0.073
ALTO	La vida útil del pavimento es baja para el tipo de tráfico que produce como consecuencia un deterioro acelerado localmente. La vulnerabilidad asociada es alta, con repercusiones en la vida cotidiana del usuario. Presenta dificultades severas para implementar medidas de mitigación. La vulnerabilidad asociada es alta, con repercusiones en la vida cotidiana del usuario. Presenta dificultades severas para implementar medidas de mitigación.	0.140	0.073	0.041
MEDIO	Las acciones de reparación y mantenimiento preventivo y correctivo, y la capacidad local para responder a las condiciones de tráfico que produce como consecuencia un deterioro moderado. La vulnerabilidad asociada es moderada, con repercusiones en la vida cotidiana del usuario. Presenta dificultades moderadas para implementar medidas de mitigación.	0.073	0.041	0.020
MUY BAJO	Presenta buena capacidad de respuesta y mantenimiento preventivo y correctivo. La vulnerabilidad asociada es baja, con repercusiones en la vida cotidiana del usuario. Presenta dificultades moderadas para implementar medidas de mitigación. La vulnerabilidad asociada es baja, con repercusiones en la vida cotidiana del usuario. Presenta dificultades moderadas para implementar medidas de mitigación.	0.041	0.020	0.010

NIVEL	RANGOS DE VULNERABILIDAD
MUY ALTO	0.265 ≤ V < 0.481
ALTO	0.140 ≤ V < 0.265
MEDIO	0.073 ≤ V < 0.140
MUY BAJO	0.041 ≤ V < 0.073

SIMBOLOGÍA

- ▲ CAJAMARCA
- ~ RED HIDROGRÁFICA
- RED VIAL VECINAL

LEYENDA

NIVEL VULNERABILIDAD

- MEDIO
- ALTO
- MUY ALTO

ESCALA GRÁFICA

ESCALA TEXTO: 1:14.000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAÉN - SAN RONÁN (KM 00+000 AL 70+000 MEDIANTE VERIFICACIÓN AEREO-FOTOGRAFICA)

DISEÑO: KARL BAC

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORT

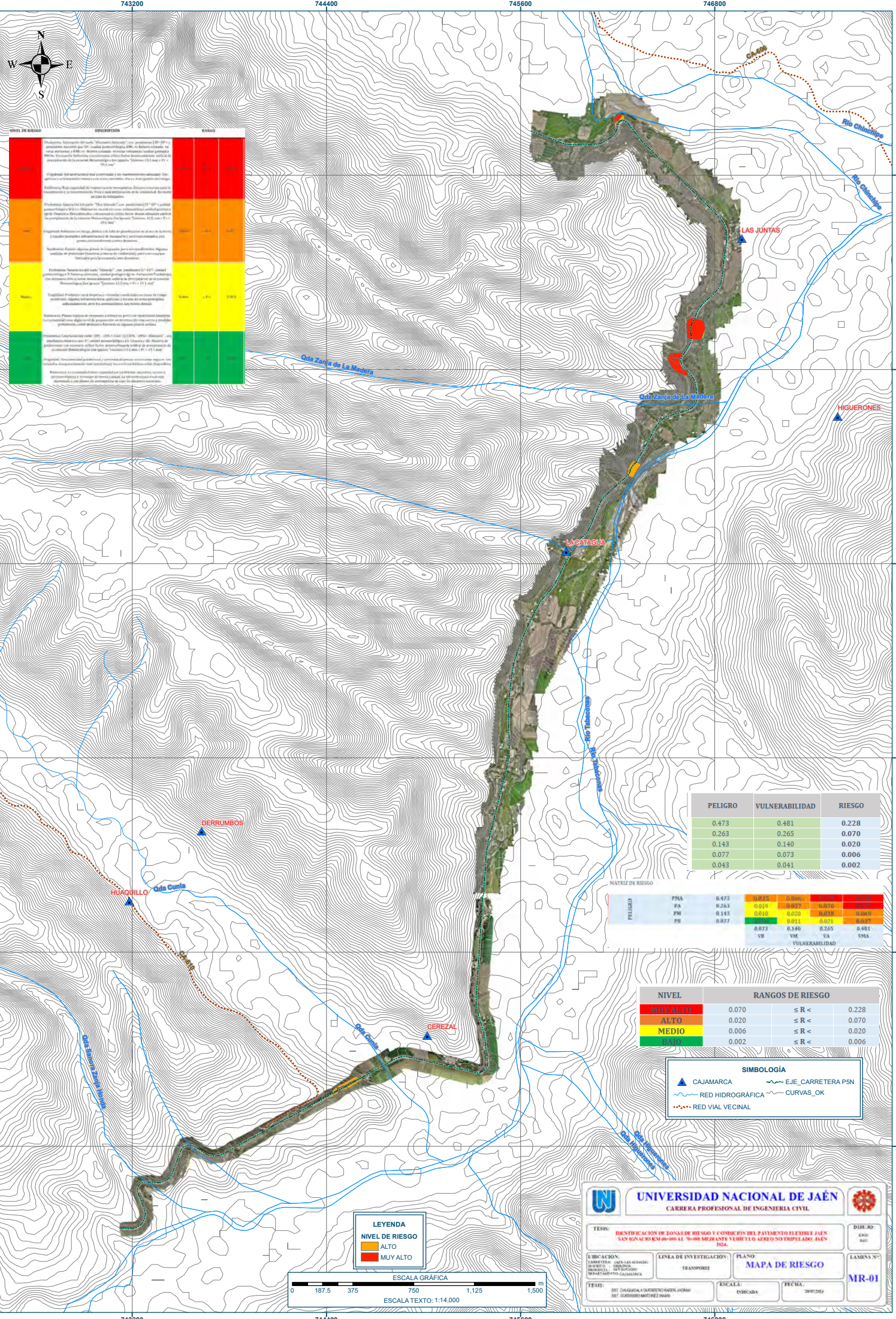
PLANO: MAPA DE VULNERABILIDAD

LÁMINA N°: MV-01

FECHA: 20170804

ESCALA: 1:14.000

FECHA: 20170804



NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCION	ACCIONES
Muy Alto	Problemas de estabilidad del talud y/o movimientos de masas. Se pronostican grandes cantidades de desplazamiento de tierras. Se requiere un monitoreo constante. Se requiere un monitoreo constante. Se requiere un monitoreo constante.	Reforzamiento de taludes con mallas y geotextiles. Construcción de muros de contención. Construcción de drenajes. Construcción de muros de contención. Construcción de muros de contención.
Alto	Problemas de estabilidad del talud y/o movimientos de masas. Se pronostican grandes cantidades de desplazamiento de tierras. Se requiere un monitoreo constante. Se requiere un monitoreo constante.	Reforzamiento de taludes con mallas y geotextiles. Construcción de muros de contención. Construcción de drenajes. Construcción de muros de contención. Construcción de muros de contención.
Medio	Problemas de estabilidad del talud y/o movimientos de masas. Se pronostican grandes cantidades de desplazamiento de tierras. Se requiere un monitoreo constante. Se requiere un monitoreo constante.	Reforzamiento de taludes con mallas y geotextiles. Construcción de muros de contención. Construcción de drenajes. Construcción de muros de contención. Construcción de muros de contención.
Bajo	Problemas de estabilidad del talud y/o movimientos de masas. Se pronostican grandes cantidades de desplazamiento de tierras. Se requiere un monitoreo constante. Se requiere un monitoreo constante.	Reforzamiento de taludes con mallas y geotextiles. Construcción de muros de contención. Construcción de drenajes. Construcción de muros de contención. Construcción de muros de contención.

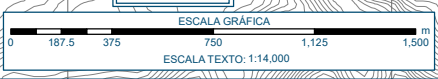
PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
0.473	0.481	0.228
0.263	0.265	0.070
0.143	0.140	0.020
0.077	0.073	0.006
0.043	0.041	0.002

PELIGRO	PNA	PA	PM	PE	VB	VM	VA	VMA
0.473	0.473	0.473	0.473	0.473	0.473	0.473	0.473	0.473
0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263	0.263
0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077

NIVEL	RANGOS DE RIESGO	
MUY ALTO	0.070	≤ R < 0.228
ALTO	0.020	≤ R < 0.070
MEDIO	0.006	≤ R < 0.020
Bajo	0.002	≤ R < 0.006

SIMBOLOGIA	
▲ CAJAMARCA	~ EJE CARRETERA PSN
~ RED HIDROGRAFICA	~ CURVAS_OK
~ RED VIAL VECINAL	

LEYENDA	
■ ALTO	
■ MUY ALTO	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TEMA: IDENTIFICACION DE ZONAS DE RIESGO Y CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JAEN SAN IGNACIO KM 00+00 AL 7+00 MEDIANTE VEICULO AEREO NO TRIPLAZADO, JAEN 2024.

ELABORACION: CAROLINA JUANES REYES; MARCELO GONZALEZ; PROYECTO: SAN IGNACIO; FECHA: 2024/05/20

LINIA DE INVESTIGACION: TRANSPORTES

PLANO: MAPA DE RIESGO

ESCALA: ENCADENA

FECHA: 2024/05/20

LAMINA N°: MR-01

9405600
9404400
9403200
9402000
9400800
939600

743200
744400
745600
746800