



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON
EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA
LAMPA – CARACARA DE LA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON
EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA
LAMPA – CARACARA DE LA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ASESOR DE TESIS

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1149-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 13323 presentado por el (la) Bachiller: **CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA - CARACARA DE LA REGIÓN PUNO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTICULO TERCERO . - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA - CARACARA DE LA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 03 de octubre del 2024
- * **HORA** : 8:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 910-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 29 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 10110 por el señor (a): **CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 775- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 156 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA - CARACARA DE LA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 156 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA - CARACARA DE LA REGIÓN PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA - CARACARA DE LA REGIÓN PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

.....
Dr. Elrain Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 427-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 5796, presentado el o (la) Bachiller CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN en EL PROVEIDO - N° 397 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 148-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA - CARACARA DE LA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 148-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA - CARACARA DE LA REGIÓN PUNO**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA - CARACARA DE LA REGIÓN PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

DR. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

DR. Efraim Cárdena Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA - CARACARA DE LA REGIÓN PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1%




Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA – CARACARA DE LA REGIÓN PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	CYNTHIA MANRIQUE QUENALLATA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70238282
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-4309-7779
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Lampa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Latitud: S 15° 29' 27" - Longitud: O 70° 07' 37"  <p>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1hsutBuMnm-oJgZgleGold4S4Pl_14d0&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2024 – Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería del transporte https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05 Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

UNIVERSIDAD NACIONAL VESTOR CAJES, ELASQUE
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS



Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Cynthia Manrique Quenallata, identificado con DNI Nro. 70238282, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

Ingeniería Civil

informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación**, **Trabajo Académico** denominada:

“ Evaluación Superficial del pavimento flexible con el método del Índice de condición del pavimento mediante la fotogrametría aérea de la vía Lampa - Caracara de la Región de Puno ”

Asesorado por: Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 20 de Noviembre del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso que he dado, a mis padres Irma y Néstor que con su amor, paciencia, motivación y comprensión me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, a mi hermana Haydee por su apoyo incondicional en mi formación académica.



AGRADECIMIENTOS

A dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, a la Universidad Andina, asesor de tesis y familia por su apoyo incondicional en cada momento de mi formación profesional, gracias a todos ellos que contribuyeron para mi realización como ingeniero.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 El problema	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.3.1 Justificación técnica	3
1.3.2 Justificación practica.....	4
1.3.3 Justificación metodológica.....	4
1.3.4 Justificación social	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general.....	5



1.4.2	Objetivos específicos	5
1.5	Hipótesis	5
1.5.1	Hipótesis general.....	5
1.5.2	Hipótesis específicas	5
1.6	Variables e indicadores	6
1.7	Operacionalización de variables.....	7

CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1	Antecedentes de la investigación	8
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2	Antecedentes nacionales	11
2.1.3	Antecedentes regionales.....	13
2.2	Marco teórico	16
2.2.1	Pavimentos.....	16
2.2.2	Organización de los Pavimentos.....	17
2.2.3	Desempeño del sistema del pavimento	20
2.2.4	Serviciabilidad de pavimentos	21
2.2.5	Fallas en el Pavimento Flexible	21
2.2.6	Clases de Fallas en el Pavimento	21
2.2.7	Causas de fallas en el pavimento	22
2.2.8	Catálogo de Fallas en los Pavimentos.....	23
2.2.9	Nivel de severidad de fallas	45
2.3	Marco conceptual	46



CAPITULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación..... 49

 3.1.1 Nivel de investigación..... 49

 3.1.2 Diseño de la investigación 49

 3.1.3 Tipo de investigación 50

 3.1.4 Método de investigación 50

3.2 Población y muestra 50

 3.2.1 Población..... 50

 3.2.2 Muestra 50

3.3 Procedimientos del proyecto 50

 3.3.1 Evaluación del pavimento flexible..... 50

 3.3.2 Metodología PCI..... 51

 3.3.3 Vuelo con dron..... 52

 3.3.4 Fotogrametría con drones 53

 3.3.5 Realización del proyecto..... 54

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Presentación de resultados de la investigación..... 68

 4.1.1 Condicionantes superficiales de los pavimentos flexibles conforme a la metodología PCI y la fotometría con dron 100

 4.1.2 Planteamiento de una solución ante las fallas del pavimento flexible analizado con el método PCI y fotometría con dron 105



4.2	Discusiones de datos obtenidos	106
4.2.1	Clases de fallas existentes en el pavimento flexible	106
4.2.2	Situación superficial del pavimento flexible en relación al método PCI y la fotometría	107
4.2.3	Planteamiento de una solución, ante las fallas del pavimento flexible estudiado.....	108
	CONCLUSIONES	109
	RECOMENDACIONES.....	111
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	112
	ANEXOS	115



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	7
Tabla 2. Longitudes de unidades muestrales asfálticas	55
Tabla 3. Unidades muestrales	57
Tabla 4. Resumen de fallas analizadas en campo	83
Tabla 5. Resumen de fallas analizadas con la fotometría con dron	98
Tabla 6. Diferencia entre % determinados de las clases de fallas existentes en el tramo.....	99
Tabla 7. Organización PCI para cada unidad de muestra	100
Tabla 8. Alternativa de solución para cada unidad de muestra.....	101
Tabla 9. Organización PCI (dron) para cada unidad de muestra	103
Tabla 10. Alternativas de solución para cada unidad de muestra (Determinado con dron)....	104



ÍNDICE DE FIGURAS

viii

Figura 1. Sección Transversal del Pavimento Flexible	17
Figura 2. Sección Transversal del Pavimento Rígido.....	18
Figura 3. Sección Transversal del Pavimento Articulado	18
Figura 4. Sistema de desenvolvimiento de pavimentos flexibles y rígidos	20
Figura 5. Clases de fallas normados en el pavimento flexible, conforme con el PCI .	23
Figura 6. Falla clase piel de cocodrilo	25
Figura 7. Falla tipo Exudación.....	26
Figura 8. Falla tipo agrietamiento en bloque	27
Figura 9. Falla tipo Abultamiento.....	27
Figura 10. Falla tipo hundimientos	28
Figura 11. Falla tipo corrugación.....	29
Figura 12. Falla tipo depresión	30
Figura 13. Falla clase Grietas de borde	30
Figura 14. Falla clase Grieta de reflexión de junta.....	32
Figura 15. Falla clase de desnivel de carril.....	33
Figura 16. Falla clase grietas longitudinales y transversales	35
Figura 17. Falla clase grietas longitudinales y transversales	35
Figura 18. Falla clase parches.....	37
Figura 19. Falla tipo pulimiento de agregados	38
Figura 20. Falla tipo Huecos.....	39
Figura 21. Falla clase cruce vía férrea	39
Figura 22. Falla clase ahuellamiento	40
Figura 23. Falla tipo deslizamiento	41
Figura 24. Falla tipo grietas parabólicas.....	42



Figura 25. Falla tipo hinchamiento	44
Figura 26. Falla tipo meteorización/desprendimiento de agregados	45
Figura 27. Vuelo con dron	53
Figura 28. Fotogrametría con drones.....	54
Figura 29. Elaboración final del plan de vuelo.....	58
Figura 30. Preparación del dron para elaborar el vuelo.....	59
Figura 31. Ejecución del vuelo con dron	60
Figura 32. Procesamiento de datos-Nube de puntos densa.....	61
Figura 33. Modelo digital de elevaciones.....	61
Figura 34. Nivel de detalle de la Ortofoto	62
Figura 35. Ficha de valores adaptada Metodología PCI.....	63
Figura 36. Progresiva 1+000 Vía Lampa - Caracara	64
Figura 37. Marcaje de fallas	65
Figura 38. Locación de fallas.....	65
Figura 39. Unidad muestral nro 01 evaluado en campo	69
Figura 40. Unidad muestral nro 02 analizado en campo	70
Figura 41. Unidad muestral nro 03 analizado en campo	71
Figura 42. Unidad muestral nro 04 analizado en campo	72
Figura 43. Unidad muestral nro 06 analizado en campo	73
Figura 44. Unidad muestral nro 07 analizado en campo	74
Figura 45. Unidad muestral nro 08 analizado en campo	75
Figura 46. Unidad muestral nro 09 analizado en campo	76
Figura 47. Unidad muestral nro 10 analizado en campo	77
Figura 48. Unidad muestral nro 11 analizado en campo	78
Figura 49. Unidad muestral nro 11 analizado en campo	79



Figura 50. Unidad muestral nro 13 evaluado in-situ	80
Figura 51. Unidad muestral nro 14 analizado en campo	81
Figura 52. Unidad muestral nro 15 analizado en campo	82
Figura 53. Unidad muestral nro 01 analizado con fotometría con dron	84
Figura 54. Unidad de muestra nro 02 analizado con fotometría con dron	85
Figura 55. Unidad de muestra nro 03 con fotometría con dron.....	86
Figura 56. Unidad de muestra nro 04 con fotometría con dron.....	87
Figura 57. Unidad de muestra nro 05 con fotometría con dron.....	88
Figura 58. Unidad de muestra nro 06 con fotometría con dron.....	89
Figura 59. Unidad de muestra nro 07 con fotometría con dron.....	90
Figura 60. Unidad de muestra nro 08 con fotometría con dron.....	91
Figura 61. Unidad de muestra nro 09 con fotometría con dron.....	92
Figura 62. Unidad de muestra nro 10 con fotometría con dron.....	93
Figura 63. Unidad de muestra nro 11 con fotometría con dron.....	94
Figura 64. Unidad de muestra nro 12 con fotometría con dron.....	95
Figura 65. Unidad de muestra nro 13 con fotometría con dron.....	96
Figura 66. Unidad de muestra nro 14 con fotometría con dron.....	97



RESUMEN

La finalidad de este proyecto es analizar el estado del flexible pavimento que se encuentra en la ruta que comunica Lampa y Caracara en la zona de Puno. Para ello, se utilizará el enfoque PCI mediante el uso de aerofotometría. Debido a que el estudio tiene como meta analizar la condición de la superficie de la vía, se realizará mediante una metodología científica. Durante la elaboración investigativa, se utilizará la perspectiva PCI mediante aerofotometría a una altura de treinta metros. Debido a que las variables no se verán alteradas, el diseño del estudio no utilizará un enfoque experimental. Se realizará una evaluación de carácter descriptivo, con especial énfasis en el pavimento flexible de la vía. La evaluación de la condición de la superficie El pavimento flexible presenta una serie de defectos, entre los que se encuentran piel de cocodrilo, fracturas que corren longitudinalmente y transversalmente, parches, agujeros o cráteres y agregados que se han desprendido. Se halló un PCI en el campo de 16,12 del examen de superficie realizado mediante la técnica PCI. También se determinó un PCI de 15,42 mediante la fotogrametría realizada con un UAV a una altura de 35 m. Este fue el resultado de la evaluación PCI. En ambos casos, el estado del pavimento fue calificado como muy problemático. Se descubrió que el uso de la fotogrametría con un objeto volador no tripulado a una altura de treinta metros fue una ayuda eficiente para la aproximación. Cuando se aplicó a la técnica PCI, el uso de la fotogrametría con dron reveló un grado de exactitud y garantía del 92,54%. Este fue uno de los hallazgos. En términos generales, el estado del pavimento flexible se ha deteriorado en un grado significativo. La reconstrucción del segmento de la carretera que se está estudiando se debe realizar como una intervención alternativa. Se deben realizar mejoras a nivel del suelo para garantizar que la carretera continúe funcionando correctamente en el futuro, en caso de que se realice la reconstrucción.

Palabras Clave: Pavimentos, fallas, serviciabilidad, regularidad, condición.



ABSTRACT

This finality of this research is to evaluate the state of the flexible pavement that is located on the route that connects Lampa and Caracara in the Puno area. In order to do this, the PCI approach will be used via the use of aerial photometry. Because the purpose of the study is to assess the state of the road's surface, it will be conducted using a scientific methodology. During the course of the research, the PCI approach will be used by means of aerial photometry at a height of thirty. Due to the fact that the variables will not be altered, the study design will not use an experimental approach. An assessment will be conducted that is descriptive in nature, with a particular emphasis placed on the road's flexible pavement. The analysis of the state of the surface The flexible pavement displays a number of defects, including crocodile skin, fractures that run longitudinally and transversely, patches, holes or craters, and aggregates that have been detached. An in-situ PCI of 16.12 was determinate from the surface examination that was carried out utilizing the PCI technique. A PCI of 15.42 was also determined by the photogrammetry that was performed with a drone at a height of 35 meters. This was the outcome of the PCI evaluation. In both instances, the state of the pavement was rated as being very problematic. It was discovered that the utilization of photogrammetry using a drone at a height of thirty meters was an efficient assistance to the approach. When applied to the PCI technique, the use of photogrammetry using a drone revealed a degree of accuracy and dependability of 92.54%. This was one of the findings. Generally speaking, the state of the flexible pavement has deteriorated to a significant degree. Rebuilding the segment of the road that is being studied should be done as an alternative intervention. Improvements should be made at ground level in order to ensure that the road will continue to function properly in the future, in the event that the reconstruction is carried out.

Keywords: Pavements, failures, serviceability, regularity, condition.



INTRODUCCIÓN

El pavimento es un elemento crucial en el ámbito de la ingeniería vial, especialmente en relación con el progreso de la civilización humana. Además, la construcción de carreteras pavimentadas o asfaltadas es un aspecto adicional que contribuye al crecimiento en el ámbito de la economía. Por ende, es vital garantizar la conservación y reparación continuas de estos elementos para asegurar a los clientes un nivel de servicio altamente eficiente para el transporte. La red de carreteras, incluyendo muchas categorías, es un elemento vital de la sociedad que influye directamente en la economía de diferentes regiones de la nación.

Un desafío permanente que encontramos en nuestra vida cotidiana es el estado de deterioro de las carreteras urbanas, una preocupación generalizada en nuestra ciudad de Huánuco. El rendimiento general de los vehículos se ve comprometido debido a ciertos desperfectos comunes que suelen observarse en ellos. En esta categoría se incluyen daños como concavidades, cavidades y otras características similares. Dadas las condiciones, es crucial que los organismos públicos competentes prioricen y desarrollen un programa integral de reparación de vías. En una ciudad que experimenta prosperidad económica, las calles bien mantenidas son un rasgo distintivo. La identificación oportuna de los daños viales permite responder con prontitud a las obras de conservación o reparación necesarias, lo que es crucial para mantener el estado de las calles. A lo largo de la intervención, esta estrategia se utiliza para ahorrar no sólo recursos financieros, sino también de otro tipo.

Como consecuencia de ello, existe una necesidad inmediata de desarrollar técnicas que faciliten el análisis de las características superficiales y de la estructura de una carretera, lo que nos permitirá conocer las circunstancias que se dan actualmente en



una carretera concreta. Hoy por hoy, tenemos al alcance una alta variedad de técnicas que pueden utilizarse para realizar un estudio superficial de los firmes. En el ámbito de esta tesis, la metodología PCI surgirá como una de las vías que se explorarán y pondrán en práctica.

El PCI es una estrategia que nos dejará evaluar en la ruta Lampa - Caracara en la zona de Puno. Esta evaluación se realizará mediante el uso de fotometría aérea e inspecciones visuales de campo. Como resultado directo de ello se identificará la categoría, severidad y cantidad de problemas encontrados. Mediante el uso de la información que hayamos obtenido de nuestras observaciones sobre el terreno, podremos evaluar no sólo el estado actual de la carretera, sino también su grado de funcionamiento. Para aprovechar al máximo tanto el tiempo como los recursos durante el análisis.

Teniendo en cuenta las circunstancias, se exponen a continuación los siguientes puntos:

En el capítulo número 1 del estudio se establecerá el tema del proyecto. En este capítulo también se incluirán los objetivos generales y particulares, las hipótesis, las variables y las estrategias de investigación. También se incluirá en el primer capítulo una descripción completa del problema que se investigará en el experimento.

El contenido del Capítulo II, que suele denominarse marco teórico, se obtuvo de una selección de fuentes. Estas fuentes incluyen investigaciones, antecedentes nacionales e internacionales y marcos teóricos relacionados con los pavimentos flexibles.

La metodología constituye el Capítulo III. En el Capítulo III se explicarán con más detalle tanto el enfoque como la técnica. Además, en este capítulo se analizará la metodología.



En el último capítulo, se descubrirán los datos hallados mediante el enfoque, así como el análisis y la evaluación de las conclusiones, además de las comparaciones e interpretaciones de los datos. Además, en este capítulo se incluirán conversaciones.



CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 El problema

Es de conocimiento público que la gran mayoría de las vías de la zona de Puno han sido pavimentadas con el fin de ayudar al fácil tránsito diario de diversas movilidades automotores. Esto es consecuencia del cambio climático, sumado a los desafíos que hoy se viven en la región antes mencionada. Los pavimentos flexibles no se deterioran de manera repentina, sino que se ven afectados representando un deterioro que va creciendo con el paso del tiempo. Las vías de muchas regiones, incluida la zona objeto de este proyecto de investigación, como la ruta que une Lampa y Caracara en la ciudad de Juliaca, se están deteriorando drásticamente como dato obtenido de una serie de circunstancias diferentes. La actividad de los automóviles en la región, las variables ambientales y otras razones que influyen negativamente en el estado general de la vía en el tramo en particular que se está evaluando, se incluyen en estas categorías. En la vía que une Lampa y Caracara, más precisamente en el tramo que está etiquetado de progresivo 1+000 a 5+000, se está realizando este estudio. A primera vista, se hace evidente que la zona se ve alterada



por una enorme cantidad de agentes que contribuyen a los importantes problemas a los que se enfrenta. El nivel elevado de tránsito que persiste en el área de análisis, los problemas medioambientales y las técnicas de construcción que no están a la altura son las principales preocupaciones que se han planteado. En el ámbito de la construcción de carreteras, el objetivo de este proyecto es recopilar datos que nos proporcionen resultados que nos permitan desarrollar una base de valores más detallada para ser usadas en el futuro. En consecuencia, esto se logrará para cumplir con la finalidad de esta investigación.

De acuerdo con los descubrimientos del estudio realizado por los autores, es de suma importancia que los pavimentos den un cierto grado de comodidad a quienes los usan, como lo demuestra la calificación del índice de servicio. Se han propuesto algunos criterios diferentes para determinar este índice. Mediante el uso de estos criterios, el pavimento se puede clasificar según el estado estructural del pavimento. Actualmente existen versiones que han sido diseñadas expresamente para su uso en diversos contextos dentro del ámbito de la infraestructura vial. Por otro lado, conforme con Ccama Quispe y Turpo Arapa (2021), la situación de la estructura es el estado en el que se descubre un pavimento flexible, lo cual se indica en la oración anterior. Se realizaron varias pruebas no destructivas en varios tramos de la ruta que se estaba investigando, y los resultados de estas pruebas se utilizaron para tomar la decisión.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el estado del pavimento flexible de la evaluación e identificación, aplicando la metodología PCI y la fotometría aérea en la vía Lampa – Caracara de la región Puno?



1.2.2 Problemas específicos

- ¿Qué tipos de fallas son predominantes en el pavimento aplicando la metodología PCI y fotometría aérea en el pavimento flexible de la vía Lampa - Caracara?
- ¿Cuál es la condición superficial del pavimento flexible según el método del PCI y la fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara?
- ¿Cuál es el planteamiento de una solución que se puede dar ante las fallas del pavimento flexible evaluado con la metodología PCI y fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara?

1.3 Justificación de la investigación

Este proyecto será discutido en mayor detalle en los párrafos siguientes debido a la significativa importancia social, económica, tecnológica y ambiental que tiene. El hecho de que ofrezca métodos alternativos para preservar las funciones originales del pavimento flexible en la ruta Lampa-Caracara es la razón de su importancia social. El objetivo de este esfuerzo es optimizar el bienestar de la sociedad mediante el aumento de la accesibilidad de la región, la expansión de la reputación de la zona y la optimización del tránsito de movildades, con el objetivo final de brindar a los que la usan un servicio de calidad superior. En el futuro, esto se traducirá en un aumento del valor del suelo en el territorio.

1.3.1 Justificación técnica

Realizaremos un análisis de la condición actual del suelo del pavimento en la ruta que une Lampa y Caracara durante toda esta investigación. Mediante el uso de fotometría aérea, podremos realizar un análisis del estado actual de la carretera utilizando la



metodología PCI, que nos permite investigar el grado de conservación. Como consecuencia de ello, tendremos la oportunidad de elegir las soluciones que se han ofrecido para la carretera, que permitirán mejorar su funcionamiento y su capacidad para gestionar el tráfico.

1.3.2 Justificación practica

Es posible detectar problemas y dar alternativas de solución si primero evaluamos y determinamos la condición del pavimento flexible que se encuentra en la ruta que une Lampa y Caracara. De esta manera, se evitarán accidentes, se reducirán los daños a los neumáticos, se aliviará la congestión vehicular provocada por el mal estado de la vía y se disminuirá el peligro de accidentes automovilísticos y otros sucesos vinculados a ellos.

1.3.3 Justificación metodológica

Para alcanzar sus metas, el análisis hace uso de muchas metodologías investigativas, como la metodología PCI y la fotogrametría que se realiza utilizando drones. Con la ayuda de estas tecnologías se podrá estudiar y determinar la condición del pavimento flexible que se encuentra en la ruta que une Lampa y Caracara. Estos hallazgos son producto de enfoques de investigación que han demostrado su confiabilidad en diversos momentos.

1.3.4 Justificación social

Podremos elegir soluciones adecuadas que sean rápidas y rentables para mejorar la superficie de la carretera, lo que nos permitirá prolongar el tiempo de uso del pavimento. Gracias a ello, el usuario experimentará una mayor comodidad y seguridad durante sus desplazamientos por la ruta Lampa - Caracara. Esto se logrará permitiendo que los automóviles circulen sin problemas por la carretera. Como consecuencia, resultará



en una reducción del tiempo de viaje, una reducción de los gastos asociados al mantenimiento y un aumento general de su calidad de vida.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Evaluar e identificar el estado del pavimento flexible, aplicando la metodología PCI mediante la fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara de la región Puno.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Identificar los tipos de fallas en el pavimento flexible aplicando la metodología PCI mediante la fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara.
- Establecer la condición superficial del pavimento flexible según el método del PCI mediante la fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara.
- Plantear una solución, ante las fallas del pavimento flexible evaluado con la metodología PCI mediante la fotometría aérea en la vía Lampa – Caracara.

1.5 Hipótesis

1.5.1 *Hipótesis general*

Determinado el estado del pavimento flexible mediante la metodología PCI y fotometría con dron en la vía Lampa – Caracara, se determinará en que estado se encuentra la vía.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- Las fallas más predominantes en el pavimento flexible de la vía Lampa – Caracara serán: Piel de cocodrilo, baches, peladuras y desprendimientos.



- La condición del pavimento flexible de la vía Lampa - Caracara según el método del PCI y fotometría aérea, será malo con un rango PCI de 25.
- El planteamiento de una solución que se puede dar ante las fallas del pavimento flexible evaluado con la metodología PCI y fotometría aérea en la vía Lampa – Caracara.

1.6 Variables e indicadores

✓ Variable independiente

Estado actual del pavimento flexible

a. Indicadores

- Piel de cocodrilo
- Fisuras
- Deformaciones
- Ahuellamiento
- Parchado
- Desprendimientos
- Baches
- Depresión

✓ Variable dependiente

Análisis del pavimento flexible (PCI)

b. Indicadores

- Rango de calificación
- Mantenimiento
- Rehabilitación



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente: Estado actual del pavimento flexible	Está previsto realizar un examen del estado actual del pavimento flexible, haciendo especial hincapié en sus dimensiones y en los distintos tipos de fallos que ha experimentado. Se investigará cada fallo, junto con los signos que se asocian a él.	Clases de falla	Piel de cocodrilo Fisuras Deformaciones Ahuellamiento Parchado Desprendimientos Baches Depresión
Variable dependiente: Evaluación del pavimento flexible (PCI)	Con el fin de evaluar la valoración variable del Índice de Estado del Pavimento (ICP) del pavimento flexible en relación con sus dimensiones, se llevará a cabo un análisis.	PCI	Rango de calificación Mantenimiento Rehabilitación



CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

(En el año 2020, Baque-Solis redactó el trabajo de investigación “Evaluación del estado de los pavimentos flexibles a través el método PCI en la vía puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta, Provincia de Manabí”. El objetivo de este trabajo fue examinar la condición de los pavimentos flexibles. La utilización de la técnica PCI a través de la observación y el uso de un instrumento, que incluyó la construcción de un formato de anotación de fallas, fue el enfoque que se seleccionó durante todo el proceso de selección. Esto se hizo con el fin de determinar y elegir el componente en particular que iba a ser el foco principal del proyecto de evaluación. Esta sección del pavimento tiene una calificación de 49, lo que indica que se encuentra en un estado típico. A pesar de esto, de las veintiséis muestras que se examinaron, doce se consideraron fallidas. Para la clasificación de las fallas se utilizaron las siguientes categorías: A continuación se



detallan los porcentajes para cada tipo de daño: desprendimiento de agregados representa el 78,28% del total, piel de cocodrilo representa el 4,51%, incorporates pulidos representa el 4,11%, grietas de bloque representa el 3,96%, grietas longitudinales y transversales representa el 3,24%, parche representa el 2,27%, grieta de borde representa el 1,35%, baches representa el 0,84%, depresiones representa el 0,40%, corrugaciones representa el 0,36% y hinchamientos representa el 0,03%. En conclusión, el pavimento tiene diversas tareas de mantenimiento, que van desde pequeñas hasta grandes.

El estudio realizado por Vásquez, R. y denominado "Índice de condición del pavimento (PCI) para pavimentos de asfalto y hormigón en carreteras" se publicó en el año 2002. El método del (PCI) se describe en este manual, que también funciona como una guía para la implementación del enfoque. Cuando se trata del examen objetivo y la certificación de pavimentos flexibles y rígidos, esta manera se considera el enfoque más desarrollado. No es necesario utilizar ningún instrumento específico para llevar a cabo este método; todo lo que se requiere es un examen ocular. La tabla presenta una lista exhaustiva de posibles problemas que podrían afectar potencialmente tanto a los pavimentos flexibles como a los rígidos. Es posible que el investigador cree la estrategia recomendada y ponga en práctica las pautas para evaluar el estado de los pavimentos con la ayuda de la guía. La imagen número uno ilustra las ubicaciones geográficas exactas y el tamaño del vehículo autónomo (VA) en Perú. La representación digital de Google Maps 27 es la fuente de origen.

La tesis titulada "Manifestaciones patológicas en pavimentos flexibles - estudio de caso: Tramo de la Av. Uñiao", tiene como finalidad examinar las patologías que se descubren en un tramo particular del flexible pavimento que se encuentra en la Av. Uñiao. El propósito de este proyecto es hallar los posibles agentes que contribuyen a estos



trastornos y sugerir cursos de acción adecuados para la rehabilitación. En el transcurso del método, se realizará un análisis de caso en la Avenida União parte del Bairro Lagoa Azul, que se encuentra en la ciudad de Manaus en la hora de la mañana. Realizar una inspección visual de la región nos permite descubrir cualquier falla o preocupación que pueda estar presente. Con la única intención de dar una visión general del estado general de la vía, el objetivo es describir las circunstancias actuales de la vía sin realizar cambios en su posición o en su ubicación actual. La finalidad del proyecto fue señalar las variables principales que llevaron a la incidencia de las enfermedades que se descubrieron, con un énfasis específico en el proceso de construcción de la vía. Se descubrió que las manchas tenían la mayor prevalencia de enfermedades, según los hallazgos. Después de realizar un estudio exhaustivo de estos trastornos, es posible proponer una serie de enfoques diferentes para tratar cada forma particular de anomalía que se descubrió en la región que se estaba inspeccionando. En pocas palabras, es posible afirmar que toda la Av. União requiere una reparación o rehabilitación integral para mejorar el rendimiento estructural del pavimento flexible. Según los hallazgos del estudio realizado por Pachay (2017) y titulado "Evaluación del estado del pavimento flexible, vía de acceso a la Parroquia La Unión, aplicando el método PCI", el principal problema que se ha detectado en esta ruta, que se ubica en una región productiva agrícola, es la degradación progresiva del pavimento flexible. El crecimiento de la parroquia y de la comunidad en su conjunto se ve alterado por esta degeneración, que se produce por una serie de variables diferentes que finalmente terminan en fallas. El hecho de que la vía tenga un papel tan importante en la economía y que conecte a dos de las ciudades más importantes del Ecuador es uno de los factores que contribuye a la gran cantidad de tráfico en la región. Las malas condiciones de la carretera, que limitan la movilidad y la navegación, dificultan el acceso a la región durante los meses de invierno. Esto también dificulta la navegación. Para el



diseño de este proyecto, se tuvo muy en cuenta a la comunidad y los requerimientos particulares que tiene. Como consecuencia de esto, se ideó un plan con el fin de validar la legitimidad de este esfuerzo. Este plan incluía el seguimiento de los problemas y la recolección de datos de manera más exhaustiva mediante la búsqueda de mejores instrumentos.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según León Rodríguez (2017), el proyecto de estudio que se realizó en Cajamarca se denomina «Análisis de la condición de mantenimiento del pavimento flexible del Jr. Chanchamayo de las cuadras 9 a la 14, utilizando el método PCI.» Quisiera sugerir hacer estudio sobre la condición de mantenimiento del pavimento flexible que se describió anteriormente. Esto sería a un nivel más general. Las cuadras 9 a 14 se encuentran en un estado de deterioro grave debido a la existencia de baches profundos, lo que hace necesaria su rehabilitación. Esta es una de las numerosas conclusiones que se obtuvieron de la investigación. Esto indica que la vía se encuentra en un estado de deterioro grave, como lo demuestra un valor PCI de 13, que está de acuerdo con los rangos de categorización que se discutieron anteriormente y ha sido confirmado por la inspección vial. De acuerdo con la cantidad de daños detectados, se puede deducir que el 55% del componente objeto de estudio se encuentra en estado de falla, el 27% se encuentra en estado de deterioro significativo, el 9% se encuentra en estado realmente malo y el 9% restante se encuentra en estado normal. Baches, descascarillado por erosión y separación de incorporantes y parches de corte de servicios públicos fueron los tipos de defectos más comunes encontrados en el área que se evaluó, según la información revelada. Fracturas en los bordes, hendiduras, cocodrilos y grietas que recorren longitudinal y transversalmente el material se encontraban entre los otros tipos de fallas que se



descubrieron. Además, el componente objeto de proyecto tiene al rededor 17 años, lo que indica que rebasó su útil vida prevista. Además de que la gente arroja su basura en los baches, se descubrió que el sistema de drenaje estaba obstruido con escombros y la cantidad de tráfico ha aumentado drásticamente. Al final del día, la evaluación del (PCI) señala que la vía se sitúa en una condición muy degradada. Debido a esta situación, se impide en gran medida el flujo fluido del tráfico de vehículos y no se otorga seguridad y comodidad a los que conducen, los que viajan y peatones. En consecuencia, es imprescindible realizar la reconstrucción de la zona particular que es objeto del análisis. Durante la elaboración de su proyecto de estudio, Galvez J. realizó una evaluación de la vía asfaltada que se encontraba ubicada entre el Km 10+000 y el Km 20+000 en el Distrito de Shilla de la Provincia de Carhuaz. Como resultado del estudio, llevada a cabo mediante la técnica PCI, este se situó en torno a 63, lo que indica que la carretera se encuentra en excelentes condiciones según la escala PCI, con un grado de calidad que se mantiene constante a lo largo de los kilómetros evaluados, lo que indica que no es necesario realizar operaciones de mantenimiento de manera inmediata. En la mayor parte de los casos, se detectaron patologías como agrietamiento de bloques, abombamientos y hundimientos, grietas longitudinales y transversales, pulido de áridos, huecos e hinchazones con un grado de gravedad leve a moderado, que se considera dentro del rango Bueno. Casi todos los kilómetros de la carretera se consideraron con un grado de calidad alto, que se categorizó como "Bueno" según la evaluación. Como consecuencia de esto, es posible concluir que la gravedad de estas enfermedades también depende de la técnica de construcción, la edad de la carretera y el grado de cuidado que recibe.

Cuya finalidad es reconocer los perjuicios en el espécimen de análisis; El tesista indica algunas de las finalidades a las que llegó de su análisis que hay la existencia de patologías en cada unidad maestra son parecidas, con una incidencia principal

continuamente de pérdida de agregados en el 95% de la población de muestra. Se ha observado una importante falla funcional en el pavimento flexible del tramo seleccionado de la Av. Carlos la Torre Cortéz, ubicado en el distrito y provincia de Huanta, Ayacucho. En los bloques, esta falla se caracteriza por presentar sesenta por ciento de ahuellamiento, cuarenta por ciento de huecos y sesenta por ciento de fracturas. Además, hay baches hasta en el cuarenta por ciento de las porciones, que son una fuente de irritación para los conductores que viajan a velocidades superiores a treinta kilómetros por hora.

Para efectos de esta tesis se realizaron cálculos con el fin de reconocer el índice de condición operacional de dieciséis unidades muestrales del pavimento flexible que se encuentran en la avenida Carlos la Torre Cortéz del distrito y provincia de Huanta, la cual se ubica en la zona de Ayacucho. Para realizar estos cálculos se utilizó el método PCI. Después de examinar los datos, se encontró que el PCI representaba un valor promedio de 34. De acuerdo con el cuadro de clasificación de fallas, nuestro pavimento se clasifica como de bajo nivel de necesidades de reparación. Se incluyen mejoras a largo plazo en el diseño de este pavimento, lo que genera mayores gastos de mantenimiento para un pavimento que ha superado su vida útil prevista de 15 años y no ha sido sometido a un mantenimiento planificado regular. Además, el desarrollo de este pavimento requiere el mantenimiento y la mejora del pavimento que ya está en su lugar.

2.1.3 Antecedentes regionales

En su proyecto doctoral denominado “Diagnóstico del estado y serviciabilidad del tramo I de la carretera Caracara – Lampa – Cabanillas – Cabanillas mediante el estudio de la regularidad superficial”, en su publicación del 2019, Margas, Q. proporciona los hallazgos de su proyecto que tuvo lugar en la Universidad Peruana Unión. La longitud de la ruta que se investiga es de 21,96 kilómetros. Al realizar una evaluación diagnóstica de



su vida útil, el actual análisis tiene como propósito hallar la condición de serviciabilidad del producto. Para efectos de determinar el (IRI), se utilizó un dispositivo de bajo costo llamado rugosímetro Merlín. Este rugosímetro fue construido especialmente para efectos de evaluar la rugosidad. Se llevo a cabo un contraste entre los IRI en el 2014, cuando aún se encontraba en desarrollo, y en el 2018, cuando ya se había puesto en funcionamiento. Después de todo lo dicho y hecho, los atributos superficiales del pavimento flexible exhibieron muy poca variación. Durante la inspección realizada en el año 2014 se encontró que la vía se encontraba en excelente estado y en pleno funcionamiento. En el año 2018 se determinó que la vía se encontraba en un estado que oscilaba entre bueno y excepcional, manteniendo la vida útil prevista de la construcción durante toda su duración.

Según Conza (2016), En la Universidad Peruana Unión, el autor de la tesis titulada “Evaluación de fallas de la carpeta asfáltica en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca” presentó sus hallazgos utilizando el enfoque PCI. La finalidad de esta investigación fue hallar las falencias en la carpeta asfáltica utilizando la metodología PCI como método de investigación. En total se cuenta con una longitud de 1006 metros para la muestra de estudio. Esta muestra será evaluada de acuerdo a la técnica descrita en la normativa ASTM D6433-07 con el fin de hallar la condición operativa de la superficie de rodadura. Al finalizar la investigación se descubrió que los baches son los factores más frecuentes que conducen al deterioro de las carreteras. En términos del PCI, estos baches se consideran bastante severos y tienen una calificación promedio de 46. De esto se deduce que la vía en cuestión está clasificada como una vía normal en su mayor parte. Con el fin de lograr los resultados más favorables, se recomienda que la intervención se realice en ciertos puntos a lo largo del recorrido de la investigación.



Con base en lo planteado por Canchaco (2021), la resiente tesis, el cual lleva por título “Evaluación de Fallas en Pavimentos Flexibles, Aplicando la Metodología PCI y Estudio de Regularidad Superficial, Carretera Platería – Acora, Puno 2021”, tiene como finalidad primaria analizar el pavimento flexible empleando la metodología PCI y analizando la regularidad superficial. Tomando en consideración la condición actual del pavimento flexible, el objetivo fue evaluar los resultados. Cuando se trata de analizar y determinar la condición del pavimento flexible, el método PCI, que es un acrónimo en inglés de “Pavement Condition Index”, es la manera más compleja. Este método para evaluar el pavimento ha sido desarrollado y ahora se encuentra accesible en la norma ASTM, la cual se designa como D6433. A través del proceso de medición de las fallas que se han identificado en el pavimento, se pretende estudiar la condición operativa de la superficie de rodadura. Con el propósito de determinar la actuación asociada, se realiza esto. El Método de Regularidad Superficial, también conocido como el (IRI), es una técnica que se utiliza con el propósito de analizar los defectos que se observan en el suelo del pavimento. Para el propósito de este proyecto, se utiliza el aparato Merlin para realizar la prueba, lo que da como resultado la recolección de datos precisos. Luego de la junta de estos hallazgos, se lleva a cabo una evaluación de la cantidad de funcionalidad que ofrece la ruta. El año 1993 marcó el inicio de la implementación de esta estrategia en el Perú. Luego de una evaluación de la carretera entre Platería y Acora, usando el método (PCI), se ha determinado que el estado actual de la carretera es "Muy malo" con un puntaje PCI de 16.52. Además, el pavimento se considera en un estado "Mal" ya que tiene una regularidad superficial de 2.75 metros por kilómetro, que es muy superior al promedio. Se proporciona a los clientes un grado de servicio catalogado como “Regular” en la vía que une Platería y Acora. Esta carretera tiene una puntuación PSI de 3,01.



2.2 Marco teórico

2.2.1 Pavimentos

La Asociación Estadounidense de Autoridades de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO, por sus siglas en inglés) ha establecido una directriz que establece que la evaluación de un pavimento debe incluir tanto la perspectiva de ingeniería como la perspectiva de los que usan la vía. Desde la perspectiva de ingeniería, el pavimento puede verse como un sistema complejo que consta de muchas capas que están en contacto directo con la subrasante de la carretera. La distribución de las tensiones causadas por diferentes niveles de cargas de tráfico sobre la estructura es responsabilidad de estas capas. Estas capas se conocen como paquetes estructurales y están diseñadas y construidas para soportar las muchas fuerzas que enfrentarán durante su vida útil hasta cierto punto.

Teniendo en cuenta la perspectiva de los que usan la vía, es esencial que el pavimento sea confiable y agradable para facilitar el flujo de tráfico. Además, es importante que el pavimento brinde un servicio de calibre excepcional que tenga un efecto positivo y beneficioso para las personas. Debido a la exposición directa del paquete estructural al peso del tráfico, la carga se dispersa a las capas inferiores, lo que garantiza la estabilidad de la superficie. El pavimento se ha construido para soportar las cargas de tráfico, las fuerzas de corte, las condiciones climáticas y los efectos del agua a los que ha estado sometido a lo largo del tiempo. Además, es fundamental examinar las líneas horizontales y verticales proporcionadas por el patrón geométrico para asegurar el rendimiento óptimo de un pavimento.

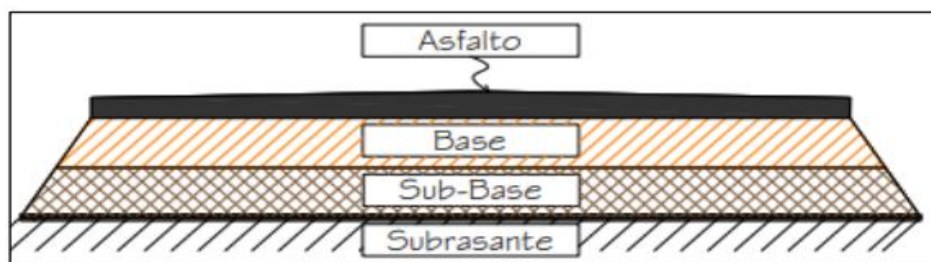
2.2.2 Organización de los Pavimentos

Existen tres tipos únicos de pavimentos que pueden reconocerse entre sí. Dos de estos pavimentos se caracterizan por su construcción, mientras que la tercera variación contiene componentes de ambos tipos, como se explicará en mayor profundidad a continuación.

- a) **Pavimentos Flexibles:** Es un tipo de pavimento diferente. También se aplica una capa de asfalto sobre la superficie de apoyo, que es otro componente. Deja modestas deformaciones en los pisos inferiores del edificio, al tiempo que preserva la integridad estructural del mismo. En comparación con la construcción de otros tipos de pavimento, la construcción de pavimento flexible es más económica. Su vida útil oscila entre diez y quince años, y requiere un mantenimiento anual para garantizar que pueda utilizarse al máximo durante toda su vida servible.

Figura 1.

Sección Transversal del Pavimento Flexible

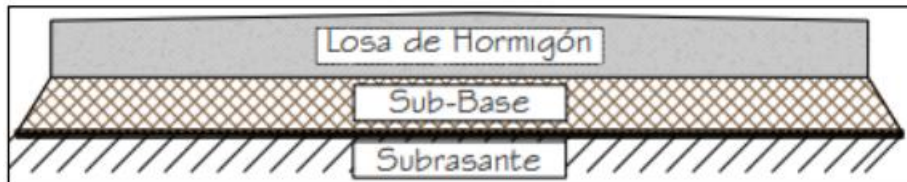


- b) **Pavimentos Rígidos:** Por encima del subsuelo se sitúa una capa denominada base, que es el componente que conforma la estructura. Por encima de este material se sitúa la capa superior, formada por losas de hormigón construidas con cemento hidráulico y que pueden incluir barras de refuerzo de acero. Evita que se produzcan deformaciones en las capas

inferiores del sistema sin afectar a la estabilidad de la misma en lo que respecta a su estabilidad.

Figura 2.

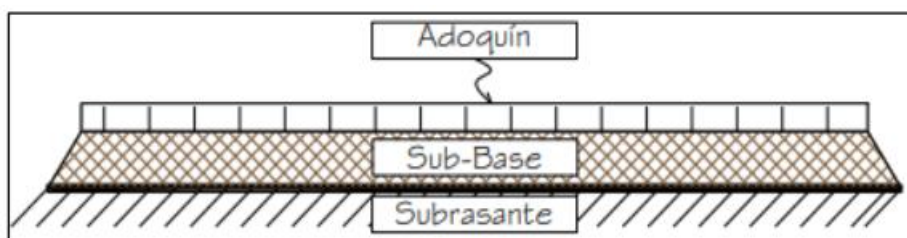
Sección Transversal del Pavimento Rígido



- c) **Pavimento Articulado:** La construcción se compone de una subrasante, que es una capa de elemento granular, y una capa superficial de arena que se deposita sobre la subrasante. Además, sobre los cimientos se coloca una capa denominada capa de rodadura. Esta capa está formada por bloques prefabricados de hormigón. Cada uno de estos componentes tiene un grosor y una altura idénticos.

Figura 3.

Sección Transversal del Pavimento Articulado



Para garantizar que las capas más bajas del pavimento flexible sean iguales a las del firme, es práctica común crear el firme utilizando el mismo método de construcción que el pavimento flexible.

- ✓ **Sub rasante:** Es el nivel más bajo y más grande del sistema, y su finalidad principal es servir de cimiento para el pavimento. Al menos el 6% de la



relación de resistencia a la compresión (CBR) del suelo debe estar presente en el suelo que se utilizará para la subrasante. En el caso de que el coeficiente de resistencia a la compresión de California (CBR) del suelo sea inferior al umbral que se ha determinado, el suelo necesitará modificación, estabilización mecánica y cualquier otra actividad que sea necesaria. Es esencial elegir la solución que proporcione el mayor nivel de confort considerando tanto los aspectos técnicos como los del bolsillo.

- ✓ **Sub – base:** Además de desempeñar las funciones de capilaridad y drenaje del agua, la capa de subbase también sirve para soportar las cargas impuestas por la base y la capa de rodadura. Esta capa se compone de material granular que tiene un California Bearing Ratio (CBR) de al menos el cuarenta por ciento.
- ✓ **Base granular:** Se encuentra debajo de la capa de rodadura es responsable de proporcionar soporte, transferir y dispersar las cargas causadas por el tráfico. Está situada debajo de la capa de rodadura. Para que esta cimentación granular pueda ser tratada con asfalto, cemento o cal, debe tener un California Bearing Ratio (CBR) de al menos el 80%.
- ✓ **Carpeta Asfáltica:** Es la capa más alta del pavimento flexible, encima de la cimentación granular para conseguir un alto nivel de adherencia. Para optimizar la eficiencia del flujo de tránsito y favorecer la fluidez del mismo, la posición de la carpeta asfáltica se ha desarrollado estratégicamente con sumo cuidado. En comparación con otras capas, esta capa es de mayor calidad porque tiene mejor fricción, suavidad, control del ruido y capacidad de drenaje. Además, tiene unas propiedades de drenaje excepcionales.

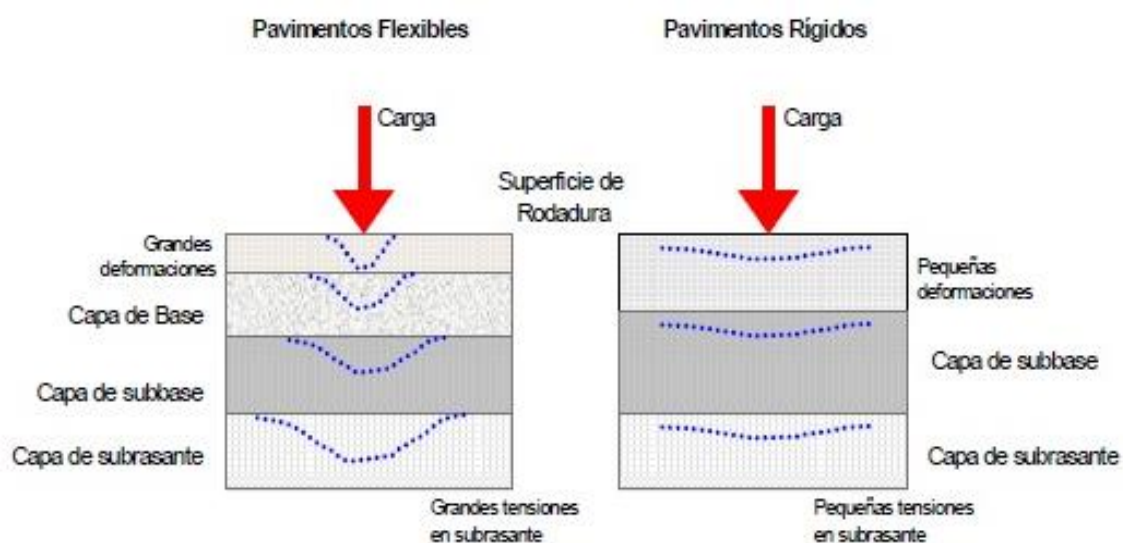
2.2.3 Desempeño del sistema del pavimento

Según Leguía y Pacheco (2016), la principal cualidad que diferencia a los pavimentos es la manera en que se organizan los pesos. En un pavimento flexible, la capa de mayor calidad se ubica en la superficie que está sometida a más esfuerzos. Esto se debe a que la distribución de las cargas de mayor a menor se produce en relación a que se profundiza en la capa.

Cuando se trata de un pavimento rígido, la losa es la que soporta la mayor parte del peso, lo que significa que la capa situada por debajo de ella es menos relevante debido a la resistencia de la losa. Como consecuencia de la rigidez del hormigón, la carga se distribuye uniformemente por la subrasante, lo que da lugar a tensiones que no son suficientemente elevadas. Esta clase concreta de pavimento tiene un elevado módulo de elasticidad, lo que le permite dispersar las cargas por una zona más amplia. Esta es la razón por la que se produce este escenario.

Figura 4.

Sistema de desenvolvimiento de pavimentos flexibles y rígidos



2.2.4 *Serviciabilidad de pavimentos*

La apreciación o punto de vista de las personas que utilizan el pavimento es lo que debe considerarse al momento de hallar la serviciabilidad del mismo. Por ende, es vital considerar la perspectiva al evaluar la capacidad de servicio del firme.

Para cuantificar con precisión la evaluación de la capacidad de servicio del firme, se utilizó una métrica generada a partir de las pruebas AASHTO. La evaluación de esta indicación se basa en una escala de variación que va de 0 a 5, donde una calificación de 5 señala que la condición del pavimento es eficaz y una calificación de 0 señala que la condición del pavimento es grave. En la norma AASHTO se incluye una tabla que ilustra la escala de graduación del grado de servicio que debe evaluarse.

2.2.5 *Fallas en el Pavimento Flexible*

A lo largo de la vida servible de un duro, la degradación del flexible pavimento se debe a diversos factores. Como resultado, esto influye en el estado de la superficie de la carretera, lo que a su vez socava el propósito del pavimento, que es ofrecer a los usuarios de la carretera una experiencia que sea segura, rentable y satisfactoria.

2.2.6 *Clases de Fallas en el Pavimento*

a) *Falla de la Estructura*

En primer lugar, se caracteriza por la degradación o fractura de uno o más elementos esenciales que componen el pavimento. Entre estos elementos se incluyen los fallos del firme, los fallos de la cimentación, los fallos de la subbase o del movimiento de tierras y la inestabilidad de una o varias capas. Como consecuencia de ello, el pavimento se vuelve incapaz de soportar las fuerzas que se ejercen sobre él.

b) Falla Funcional

La mala calidad del pavimento hace que los viajeros experimenten dolor o una sensación de vulnerabilidad, lo que en última instancia se representa en un bajo nivel de placer para quienes utilizan las carreteras. Los fallos del pavimento en cuanto a su funcionalidad se deben a una serie de factores importantes. Las deformaciones en sentido transversal, las ondulaciones en sentido longitudinal, el porcentaje de lugares reparados y los baches forman parte de estos parámetros.

Es evidente que la avería funcional se ha producido, y el grado de insuficiencia que tiene conduce a un nivel de servicio insatisfactorio para quienes utilizan la ruta. Cuando el conductor está al volante, provoca sensaciones de ansiedad e incomodidad entre los pasajeros. En caso de que los fallos funcionales no se traten adecuadamente a tiempo, tienen el potencial de convertirse en problemas estructurales.

2.2.7 Causas de fallas en el pavimento

Las causas de falla de un pavimento se dicen seguidamente:

- ✓ **Por fatiga:** Este colapso puede atribuirse, en gran parte, a la aplicación continua de peso sobre el pavimento. La estimación inicial para el diseño del pavimento se superó como consecuencia del aumento significativo de la demanda de vehículos.
- ✓ **Proceso Constructivo:** Tanto el bajo estándar de los elementos usados como la cantidad inadecuada de estos componentes contribuyeron a la formación de un pavimento que no cumplía las normas prescritas. Debido a ello, los espesores de las capas no son exactos y, en ciertos casos, la distribución y compresión de las capas intermedias no son aceptables.

- ✓ **Deficiencias del Proyecto:** Además, el diseño geométrico era inadecuado y las investigaciones realizadas sobre el subsuelo arrojaron resultados contradictorios. Es posible que el fracaso global del proyecto pueda atribuirse a una falta de previsión, a una ejecución insuficiente de los componentes artísticos (como el drenaje superficial y subsuperficial) y a un diseño inadecuado del proyecto.
- ✓ **Factores Climáticos:** Las variaciones en las condiciones del clima y los cambios en el nivel de la capa freática tienen un impacto significativo en la longevidad y el rendimiento del pavimento flexible. Los efectos de fenómenos meteorológicos extremos, como temperaturas bajo cero, inundaciones extensas y aguaceros intensos, se incluyen en esta categoría.

2.2.8 Catálogo de Fallas en los Pavimentos

El método del Índice de Estado de Pavimentos PCI tiene en cuenta todas y cada una de las 19 averías. Estas averías son las más generalizadas y, en consecuencia, las que más influyen en la degradación de los materiales de los firmes flexibles. Los fallos que se producen en los pavimentos flexibles pueden desglosarse en 4 clases principales. Por ejemplo, las grietas y fisuras, la desintegración del pavimento, la deformación superficial, los afloramientos y otros fallos se incluyen en las categorías.

Figura 5.

Clases de fallas normadas en el pavimento flexible, conforme con el PCI



Nota: Rodríguez Velásquez, E. (2009)

2.2.8.1 Piel de cocodrilo.

Las grietas de piel de cocodrilo, también conocidas como grietas de fatiga, son una secuencia de fracturas interconectadas hechas por el fallo por fatiga de la capa de rodadura de asfalto. Este fallo está causado por la tensión repetida que se transfiere por las cargas del tráfico. Cuando se aplica presión por una rueda, las tensiones y deformaciones unitarias de tracción logran su límite en la sección inferior de la capa asfáltica (o base estabilizada), que es donde comienza el agrietamiento antes de extenderse a otras partes de la capa asfáltica. Las grietas son capaces de unirse mediante cargas de tráfico repetidas, lo que da lugar a la formación de polígonos con ángulos agudos característicos. El resultado es la formación de un patrón que recuerda a la malla entrelazada del alambre de gallinero o a la superficie rugosa de la piel de cocodrilo, por ejemplo. La existencia de piel de cocodrilo, una condición que se considera que causa daños estructurales sustanciales, suele ir acompañada de la aparición de óxido. debido a que su unidad de medida es el m^2 .

Niveles de severidad

- ✓ **L (Low: Bajo):** En el contexto de las fisuras, el término “fisura capilar” hace alusión a una fisura estrecha que discurre paralela a otra y no incluye muchas o ninguna fisura relacionada. A pesar de ello, no hay indicios de descamación asociados a las grietas, lo que indica que no hay degradación del elemento a lo largo de los márgenes de la grieta.
- ✓ **M (Medium: Medio):** La evolución posterior de las fracturas de la piel de caimán de nivel L se caracteriza por la aparición de un patrón o red de grietas, que pueden mostrar una descamación parcial.
- ✓ **H (High: Alto):** Por ejemplo, una red o disposición de fisuras que se ha desarrollado de tal forma que los bordes de las piezas son nítidos y están

claramente delineados. Existe la posibilidad de que el tráfico provoque el desplazamiento de algunos componentes.

Figura 6.

Falla clase piel de cocodrilo



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.2 Exudación.

Exudación es el término utilizado para describir las condiciones en las que una capa de elemento bituminoso está presente en el suelo del pavimento. Esta película en particular tiene una superficie brillante y lustrosa, y tiene tendencia a volverse pegajosa. Las variables que contribuyen a este problema incluyen la presencia de una cantidad excesiva de sellador asfáltico, una cantidad excesiva de sellador asfáltico o un poco nivel de huecos de aire en la combinación. Cuando el liso pasa por el proceso de rellenar los huecos de la combinación a elevadas temperaturas y después se extiende sobre el suelo del pavimento, se produce este fenómeno. Concretamente, el m^2 es la unidad de medida que se define para ello.

Niveles de severidad

- ✓ **L:** La cantidad de exudación que se ha producido ha sido escasa, y sólo es perceptible en algunas ocasiones a lo largo del año. Debido a las

propiedades del asfalto, tanto el calzado como los vehículos son incapaces de adherirse a él.

- ✓ **M:** La adherencia del asfalto a zapatos y vehículos ha alcanzado un nivel en el que su pegajosidad sólo está presente durante unas cortas semanas al año.
- ✓ **H:** Debido a la gran exudación, una cantidad considerable de asfalto se adhiere al calzado y a los vehículos durante muchas semanas al año.

Figura 7.

Falla tipo Exudación



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.3 Agrietamiento en bloque.

Como su nombre indica, las grietas en bloque son una serie de fisuras interconectadas que separan el pavimento en porciones de forma cercana a la rectangular. La gama de diámetros posibles de los bloques va por 3,0 m por 3,0 metros. En general, las fracturas de bloques son consecuencia de la contracción del hormigón asfáltico, así como de las variantes diarias de T° . Un endurecimiento significativo del asfalto se indica mediante grietas en bloque, que no están conectadas a tensiones de ninguna manera. Para diferenciarse de la piel de cocodrilo, este tipo de lesión se caracteriza por la presencia de

minúsculos trozos que tienen varios lados y ángulos agudos. Los metros cuadrados (m²) son la unidad de medida que se utiliza en este contexto. (pág. 14; Vásquez Varela, 2002)

Figura 8.

Falla tipo agrietamiento en bloque



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.4 Abultamiento y hundimientos.

Cuando se refieren a la superficie del pavimento, los abombamientos se definen como pequeños desplazamientos hacia arriba. Además del levantamiento o pandeo de las losas de hormigón, la expansión como dato obtenido de las bajas T°, la infiltración de material y el levantamiento son algunas de las causas probables de los mismos. Por otro lado, el asentamiento es un término que describe movimientos descendentes repentinos y rápidos de el suelo del pavimento que son de una escala relativamente menor. Es práctica común utilizar los metros cuadrados como valor.

Figura 9.

Falla tipo Abultamiento

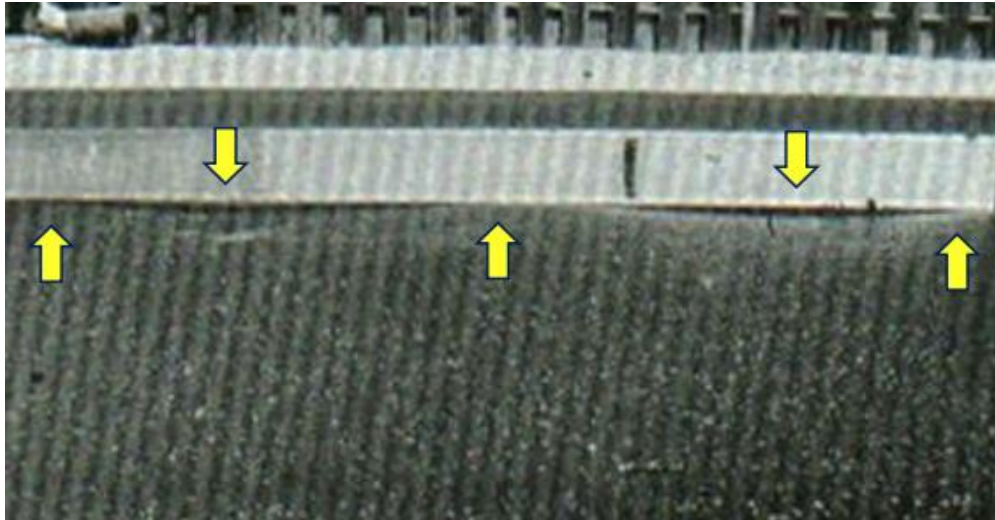


Nota: Cuba, 2020.

Figura 10.*Falla tipo hundimientos**Nota: Cuba, 2020.*

2.2.8.5 Corrugación.

Una sucesión de crestas y depresiones muy espaciadas entre sí y que se desembocan a lapsos regulares, a menudo a menos de tres metros de distancia, conforman los patrones de ondulación. Las crestas se organizan de forma perpendicular al flujo del tráfico. Los daños de este tipo suelen producirse como consecuencia de la interacción entre la actividad del tráfico y una cimentación o aglomerante que no es lo suficientemente resistente. Los daños se deben a la presencia de protuberancias muy próximas entre sí, con una distancia inferior a tres metros entre cada protuberancia. Este fenómeno se denomina ondulación. Concretamente, el m^2 es la unidad de medida que se define para ello. (pág. 18; Vásquez Varela, 2002)

Figura 11.*Falla tipo corrugación**Nota:* (Leguía & Pacheco, 2016)

2.2.8.6 Depresión.

Este tipo de depresión en el suelo del pavimento se denomina depresión localizada, y se produce cuando los niveles son ligeramente inferiores a los de las regiones circundantes. En varias situaciones, las depresiones blandas pueden no hacerse perceptibles hasta después de que se hayan producido precipitaciones excesivas. Las depresiones en la superficie del pavimento seco pueden producirse por fracturas inducidas por el líquido atrapado. El desarrollo de depresiones en la superficie puede atribuirse al asentamiento de la subrasante o a la construcción de la estructura defectuosa. Además, estos baches tienen el potencial de causar irregularidades en la superficie y pueden dar lugar a hidropneumático si alcanzan una profundidad considerable o acumulan agua en un grado significativo. En comparación con las depresiones, los socavones se definen por el brusco y rápido descenso de nivel que presentan. sobre todo debido a que su unidad de medida son los m^2 .

Figura 12.*Falla tipo depresión**Nota: Cuba, 2020.*

2.2.8.7 Grietas de borde.

Es habitual que las fisuras que recorren el borde del pavimento sean paralelas entre sí y se extiendan entre 0,60 y 0,30 metros desde el límite exterior del pavimento. Este perjuicio puede haber sido causado por la degradación de la base o subrasante que se encuentra adyacente al borde del pavimento. Estos daños se ven agravados por el peso de los coches y también pueden verse afectados por las situaciones meteorológicas. Al momento de determinar la clasificación de la región comprendida entre la fractura y el borde del pavimento, el aspecto de la grieta en el pavimento es crucial. Debido a que los metros son su unidad de medida.

Figura 13.*Falla clase Grietas de borde**Nota: Cuba, 2020.*



2.2.8.8 Grieta de reflexión de junta

Los pavimentos que se construyen sobre una losa de hormigón de cemento Portland con una superficie de asfalto son los únicos que se ven afectados por este fenómeno de degradación. Los pavimentos que no tienen una superficie de asfalto se incluyen en esta categoría. El desplazamiento de la losa de hormigón de cemento Portland bajo el recubrimiento de hormigón asfáltico es el principal componente que contribuye a aumentar el número de grietas. El movimiento en cuestión puede atribuirse a variaciones de temperatura o a variaciones en la cantidad de humedad presente. No existe ninguna relación entre estos daños y las cargas; no obstante, pueden atribuirse a las cargas del tráfico, que podrían provocar la fractura del hormigón asfáltico a lo largo de la grieta. Para esta unidad de medida concreta, se especifica el milímetro.

Niveles de severidad

- ✓ **L:** Hay una de las siguientes condicionantes:
 1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm
 2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del elemento competente).
- ✓ **M:** Hay una de las siguientes condicionantes:
 1. Reparación de la grieta sin relleno con una anchura comprendida entre 10,0 mm y 76,0 mm.
 2. Fisura sin relleno, con una anchura de hasta 76,0 mm, rodeada de pequeñas grietas aleatorias.
 3. La fractura está completamente rellena y hay pequeñas grietas aleatorias a su alrededor.
- ✓ **H:** Existe una de las siguientes condiciones:

1. Una fractura, independientemente de si está rellena o sin rellenar, que está englobada por un agrietamiento aleatorio de gravedad moderada a intensa.
2. Fisuras sin relleno de más de 76,0 milímetros de tamaño.
3. Una fisura fuertemente fragmentada de cualquier tamaño, con una fractura significativa que se extiende unos centímetros más allá de la rotura en el pavimento.

Figura 14.

Falla clase Grieta de reflexión de junta



Nota: (Leguia & Pacheco, 2016)

2.2.8.9 Desnivel de carril/ berma.

Se denomina pendiente carril/berma a la diferencia vertical que existe entre el límite del pavimento y la zona de la berma. Es posible que el daño haya sido causado por la erosión de la berma, el asentamiento de la berma o el situado de un recubrimiento sobre la carretera sin corregir el nivel de la berma. debido a que los metros son su unidad de medida.

Niveles de severidad

- ✓ **L:** El contraste en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.
- ✓ **M:** El contraste está entre 51.0 mm y 102.0 mm.
- ✓ **H:** El contraste en elevación es mayor que 102.00 mm.

Figura 15.

Falla clase de desnivel de carril



Nota: (Leguia & Pacheco, 2016)

2.2.8.10 Fisuras longitudinales y transversales.

Entre las causas potenciales de las grietas longitudinales se incluyen una conexión de carril de pavimento mal ejecutada, la contracción del suelo de hormigón asfáltico, las fracturas por reflexión procedentes de grietas bajo la capa de cimentación y las grietas en las losas de hormigón de cemento Portland (excluidas las juntas de pavimento de hormigón). Todos estos factores podrían incrementar la posibilidad de que se desarrollen grietas longitudinales. Tanto el eje del pavimento como el sentido en la que se está construyendo son paralelos a las fracturas. Las grietas transversales en el pavimento son fisuras que lo atraviesan en un ángulo perpendicular al eje del pavimento. debido a que



los metros son su unidad de medida.

Niveles de severidad

✓ **L:** Existe una de las siguientes condicionantes:

1. Grieta con una anchura inferior a 10,0 mm que no ha sido rellenada.
2. Repare las grietas de cualquier anchura utilizando una sustancia de relleno adecuada.

✓ **M:** Existe una de las siguientes condicionantes:

1. Una fisura sin relleno con una anchura comprendida entre 10,0 mm y 76,0 mm.
2. Una fisura sin relleno, con un diámetro máximo de 76,0 mm, bordeada por pequeñas fracturas esporádicas.
3. La fractura, independientemente de su extensión, ha sido rellenada y está acompañada de otras fisuras menores e irregulares en sus proximidades.

✓ **H:** Existe una de las siguientes condicionantes:

1. Cualquier fractura, rellena o sin rellenar, que esté rodeada de pequeñas fisuras aleatorias de gravedad media o alta.
2. Fisura sin relleno con una anchura de 76,0 mm.
3. Fisura de cualquier magnitud en la que una pequeña porción del pavimento alrededor de la fisura está significativamente fragmentada.

Figura 16.

Falla clase grietas longitudinales y transversales



Nota: Cuba, 2020.

Figura 17.

Falla clase grietas longitudinales y transversales



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.11 Parcheo.

Una parte del pavimento que se ha reparado sustituyéndola por elemento fresco para devolver el pavimento a su estado inicial se denomina parche. El objetivo de la reparación es devolver el pavimento a su estado original. A la hora de decidir si un parche se considera o no un defecto, el rendimiento del parche es casi irrelevante. En el caso de que un parche contenga zonas de diferente intensidad, es esencial medir y registrar la gravedad de cada lugar dentro del parche por sí solo. En el caso de un parche de 2,32 metros cuadrados, por ejemplo, puede haber 0,9 metros cuadrados de gravedad media y 1,35 metros cuadrados de gravedad baja. Es necesario llevar registros separados para cada una de estas diferentes regiones. No hay indicios de más daños, como desconchones o grietas, dentro de un parche. No hay indicios de más daños. La unidad básica que se usa para dimensionar la superficie es el metro cuadrado.

Niveles de severidad

- ✓ **L:** El parche presenta un estado que va de excelente a extraordinario. Se ha determinado que la calidad del tránsito es de una gravedad razonable o superior.
- ✓ **M:** Esto señala que la calidad del parche está experimentando un deterioro moderado, o que la gravedad del estándar del tránsito se considera grave.
- ✓ **H:** Tras realizar una evaluación, se determinó que la calidad del tráfico presentaba un alto grado de severidad, lo que representa que el parche ha experimentado un grave deterioro. Hay una necesidad inmediata de sustitución.

Figura 18.*Falla clase parches**Nota: Cuba, 2020.*

2.2.8.12 Pulimiento de agregados.

Este daño está causado por una acumulación excesiva de cargas de tráfico. A medida que el árido se vuelve más flexible y se moldea fácilmente al tocarlo, la adherencia entre el árido superficial y los neumáticos del vehículo disminuye considerablemente. El cuadrado de un metro es la unidad de medida para la unidad de m².

Niveles de severidad

No existe un grado de gravedad que se pueda precisar. Sin embargo, para que la cantidad de pulimento se considere un defecto y se incluya en una evaluación del estado, debe ser de una cantidad considerable.

Figura 19.

Falla tipo pulimiento de agregados



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.13 Huecos.

Al conducir enérgicamente, se desprenden pequeñas porciones del pavimento, lo que da lugar a la formación de huecos, que son hendiduras diminutas en el suelo superior del pavimento. La acumulación de agua en el interior del pavimento dificulta en gran medida la formación de huecos en su interior. Los defectos asociados al estado actual de la estructura se denominan huecos. En su investigación emplean la unidad de medida conocida como “Und”.

Niveles de severidad

Por lo tanto, según la Tabla 2, los niveles de gravedad para los vacíos que tienen menos de 762 milímetros de diámetro se determinan por toda la profundidad y el diámetro de los vacíos. Para un vacío con un diámetro por encima de 762 mm, es necesario estimar primero su tamaño en m^2 y luego separar esa cantidad por 0,47 metros cuadrados para obtener el número de vacíos que son similares entre sí. Cuando la profundidad de un vacío es menor o igual a 25,0 milímetros desde la superficie, se considera que tiene un grado

de gravedad moderado. Según la norma, se considera que una profundidad superior a 25,0 milímetros indica un grado de gravedad significativo.

Figura 20.

Falla tipo Huecos



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.14 Cruce de vía férrea.

Las depresiones o protuberancias que pueden observarse acerca o entre los raíles son los defectos a los que se hace referencia en este contexto. Generalmente se acepta que el m² es la unidad de medida.

Figura 21.

Falla clase cruce vía férrea



Nota: (Vásquez Varela, 2002)

2.2.8.15 Ahuellamiento.

Cada uno de los carriles de las ruedas presenta una depresión cóncava en su superficie, que suele denominarse surco. En las proximidades de los bordes del surco, existe la posibilidad de que el pavimento se levante. Por otra parte, debido a que las huellas han absorbido agua, esta característica podría no hacerse evidente hasta después de que haya llovido. El agrietamiento es un fenómeno que puede producirse siempre que alguna de las capas del pavimento o la subrasante sufra una distorsión gradual y persistente. Esto puede llevar a una degradación de la estructura sustancial del pavimento, especialmente si el ahuellamiento es extenso. Para determinar la gravedad del ahuellamiento, se mide la profundidad del surco y se cuantifica en metros cuadrados. Esto se hace para determinar la gravedad del ahuellamiento. El cuadrado de un metro es la unidad de medida para la unidad de m².

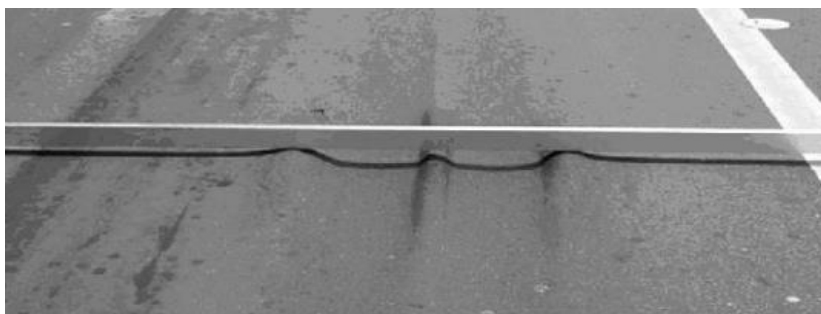
Niveles de severidad

Dimensión media del ahuellamiento:

- ✓ **L:** 19.0 a 6.0 mm.
- ✓ **M:** 25.0 mm a 13.0 mm <.
- ✓ **H:** > 25.0 mm.

Figura 22.

Falla clase ahuellamiento



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.16 Desplazamiento.

La influencia de las cargas de tráfico puede hacer que algunas zonas de la superficie del firme sufran un desplazamiento permanente y longitudinal. Este desplazamiento puede producirse en determinados lugares. El término “desplazamiento” se utiliza a menudo para referirse a este movimiento. Como resultado de la presencia de coches que ejercen presión sobre el pavimento, el suelo del pavimento sufre una deformación brusca y repentina. Sólo los pavimentos que tienen combinaciones de asfalto líquido son inestables. Siendo su unidad de medida en m².

Niveles de severidad

- ✓ L: El deslizamiento provoca calidad de tráfico de baja severidad.
- ✓ M: El deslizamiento provoca calidad de tráfico de severidad media.
- ✓ H: El deslizamiento provoca calidad de tráfico de alta severidad.

Figura 23.

Falla tipo deslizamiento



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.17 Grietas parabólicas.

El término «grietas parabólicas por deslizamiento» se refiere a las grietas que se manifiestan en forma de media luna. El frenado o el giro de las ruedas es lo que provoca el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento, que finalmente da lugar al desarrollo de éstas. Es habitual que se produzcan este tipo de daños cuando existe una

mezcla de asfalto de baja resistencia o una conexión débil entre la superficie y la capa subyacente en la estructura del pavimento. Dado que los metros cuadrados son la unidad de medida en este contexto. (pág. 41; Vásquez Varela , 2002)

Niveles de severidad

- ✓ **L:** Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.
- ✓ **M:** Existe una de las siguientes condicionantes:
 1. La anchura de la grieta oscila entre 10,0 mm y 38,0 mm de media.
 2. La región alrededor de la rotura presenta fragmentación en fragmentos diminutos y compactados.
- ✓ **H:** Existe una de las siguientes condicionantes:
 1. La anchura de la grieta supera los 38,0 mm de media.
 2. La región alrededor de la grieta presenta fragmentación, con partes que pueden desprenderse fácilmente.

Figura 24.

Falla tipo grietas parabólicas



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.18 Hinchamiento.

Una de las características del hinchamiento es la presencia de una onda prolongada y continua creciente de más de tres m de largo. La deformación ascendente o pandeo del pavimento es lo que se supone que se denomina hinchamiento. Existe la posibilidad de que se materialicen fracturas superficiales junto con el hinchamiento. En muchos casos, esta forma de daño se produce por la congelación del subsuelo o por suelos propensos a la expansión. Concretamente, el m^2 es la unidad de medida que se define para ello.

Niveles de severidad

- ✓ **L:** Como consecuencia de la hinchazón se produce una reducción importante de la calidad de la conducción. A pesar de que el pequeño hinchamiento puede no ser siempre perceptible de inmediato, es posible verlo mientras se circula a una velocidad inferior al límite autorizado para el pavimento. En el caso de que se produzca un hinchamiento, se producirá un movimiento en la dirección deseada.
- ✓ **M:** El hinchamiento provoca calidad de tráfico de severidad media.
- ✓ **H:** El hinchamiento provoca calidad de tráfico de elevada severidad.

Figura 25.

Falla tipo hinchamiento



Nota: Cuba, 2020.

2.2.8.19 Meteorización / Desprendimiento de agregados.

La pérdida de superficie del pavimento que se desarrolla como dato obtenido de la pérdida de ligante asfáltico y partículas de árido sueltas se denomina meteorización y desconchamiento conjuntamente. m² es la unidad de medida en la que se presenta.

Niveles de severidad

- ✓ **L:** Parece que el árido o ligante ha empezado a desaparecer. Ha habido ciertos lugares donde el suelo comenzó a hundirse. En la situación de que el vertido de petróleo, la mancha de aceite es notable; sin embargo, el suelo es resistente y no se puede romper con una moneda debido a su dureza.
- ✓ **M:** Hemos perdido el agregado o el aglutinante. La rugosidad de el suelo está ahuecada y tiene un aspecto relativamente áspero. En caso de fuga de aceite, la superficie suele ser lisa y puede atravesarse con una moneda.
- ✓ **H:** La cantidad de áridos o ligante que se ha perdido es considerable. Puede observarse en la superficie una rugosidad muy rugosa y muy ahuecada. La anchura de las zonas ahuecadas es inferior a 10,0 milímetros,

mientras que su profundidad es inferior a 13,0 milímetros. Las zonas huecas son de mayor tamaño. Como resultado de la fuga de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su capacidad de adherencia y el árido se ha desprendido.

Figura 26.

Falla tipo meteorización/desprendimiento de agregados



Nota: Cuba, 2020.

Se adjunta una lista de los 19 errores que se usan en la metodología PCI. Estos errores se describen en la tabla adjunta, que incluye los valores de orden, unidad de medida y abreviatura.

2.2.9 Nivel de severidad de fallas

- ✓ **Bajo (L: Low)** En este nivel, las vibraciones del vehículo no son muy fuertes; sólo provocan al usuario ligeros rebotes y muy poco dolor. En consecuencia, no es imprescindible disminuir la velocidad para garantizar la seguridad y el confort.
- ✓ **Medio (M: Medium)** Debido al hecho de que el vehículo está produciendo vibraciones considerables a este nivel, que están causando

que el usuario experimente dolor e incomodidad, es vital reducir la velocidad para evitar estas experiencias indeseables.

- ✓ **Alto (H: High)** Debido al hecho de que las vibraciones que se desarrollan en el interior de la movilidad causan al usuario mucho dolor, así como graves daños al vehículo y una alta posibilidad de accidentes, es vital limitar la velocidad del vehículo de manera significativa con el fin de ofrecer al usuario comodidad y seguridad.

2.3 Marco conceptual

1. **Condición del pavimento** Las situaciones de la superficie, las deformaciones a largo plazo, los desniveles a lo largo de la longitud, la flexión recuperada, las cargas vehiculares y el agarre entre la rueda y la carretera son factores que se tienen en consideración en todo el desarrollo de toma de decisiones para ofrecer el mejor resultado posible. (Gutiérrez 1994).
2. **Bituminoso** El color de estos materiales es oscuro, y tienen características como la ductilidad, la viscosidad o la solidez. Además, cuando se someten a temperaturas más altas, presentan un mayor grado de maleabilidad.
3. **Corrugación** Se trata de depresiones y crestas muy espaciadas que se producen a intervalos muy constantes. A menudo distan menos de tres metros entre sí y son perpendiculares al sentido en la que fluye el tránsito. Tanto el volumen de tráfico como la existencia de un ligante inestable fueron factores que contribuyeron a la aparición de este fenómeno.
4. **Depresión** Este lugar está situado en la superficie, y el terreno que lo rodea está situado a una mayor elevación que la propia superficie. La aparición



de manchas en el firme en circunstancias secas es señal de que se ha producido un fallo de depresión. Estas manchas se crean por la acumulación de agua que antes se encontraba a un nivel más alto cuando la superficie de la carretera estaba seca. Hay dos posibles explicaciones para la degradación de la subrasante: una construcción inadecuada o un asentamiento.

5. **Desnivel** La diferencia de altura entre el carril y la berma es evidente. El colapso se produjo por la tendencia de la berma a asentarse con el tiempo. En el caso de que se añada un recubrimiento a una carretera sin que se ajuste la altura de la berma, el problema se agrava mucho más.
6. **Desprendimiento** Como resultado de este fallo, es posible que el ligante asfáltico haya experimentado una rigidez severa, o que la mezcla que se está utilizando actualmente sea de una calidad por debajo de los estándares aceptables. El desconchamiento y la meteorización son dos clases de degradación que podrían producirse en el suelo de la carretera. Ambos tipos de deterioro se producen por el agotamiento del ligante asfáltico y el desprendimiento de moléculas sueltas de áridos.
7. **Exudación** El ligante asfáltico es un producto químico que se crea a partir del asfalto y se utiliza para recubrir el suelo de la carretera, produciendo así un suelo reflectante, cristalina y deslumbrante. Es habitual que esta superficie se vuelva pegajosa. Un bajo contenido en huecos, una cantidad excesiva de sellador asfáltico o una cantidad excesiva de asfalto en la combinación son los agentes que provocaron el fallo.
8. **Losa de concreto** Para evitar que los pesos se transmitan a otras partes del sistema del pavimento, el componente superior del pavimento se encarga



de transferir las cargas a otras porciones del sistema del pavimento, como la subbase y la subrasante.

9. **Parcheo** Tramo de carretera que se ha reconstruido con el uso de materiales nuevos para mejorar el estado de la carretera que se utilizaba anteriormente.



CAPITULO III

METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

3.1.1 *Nivel de investigación*

Dado que el estudio se centra principalmente en la definición de los niveles de gravedad de los fallos del firme, puede clasificarse como descriptivo. Debido al hecho de que depende de la recolección de valores en el campo y la interpretación de esos valores a través del uso de cuadros, diagramas, gráficos de barras y otras representaciones visuales similares, este nivel se clasifica como descriptivo.

3.1.2 *Diseño de la investigación*

No habrá experimentación en la recolección de datos que se realizará a lo largo de la carretera Juliaca-Caracara, que es la ruta que se está investigando. Se podrá lograr este objetivo sin afectar de ninguna manera las variables o intentar influenciarlas. La finalidad de este proyecto es analizar el estado de la carretera investigada y determinar en qué medida es utilizable. La estrategia y los exámenes mencionados nos sirven para



mejorar los resultados que obtengamos.

3.1.3 Tipo de investigación

Vamos a hacer uso de este método para cumplir con nuestro objetivo de analizar la carretera que une Juliaca y Caracara y ofrecer información útil que pueda ser usada para tomar decisiones sobre futuros mantenimientos o reparaciones.

3.1.4 Método de investigación

Se utilizará tanto la técnica del PCI como la fotogrametría para analizar la condición del pavimento flexible en la ruta Juliaca-Lampa. Esta evaluación se realizará a una altura de treinta metros utilizando un dron. Para ello se desarrollará una estrategia científica.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Será el pavimento flexible de la vía Juliaca - Caracara, en la ciudad de Juliaca.

3.2.2 Muestra

El espécimen que se usará para el proyecto actual, será de 1 muestra general comenzando, en la progresiva 1+000 hasta 5+000, de la carretera Juliaca – Caracara.

3.3 Procedimientos del proyecto

3.3.1 Evaluación del pavimento flexible

Se realiza una amplia investigación sobre los pavimentos flexibles, que demuestra que tienen diversas aplicaciones. El estudio de los pavimentos flexibles tiene lugar con el uso de una amplia gama de aparatos de diagnóstico y auscultación. Es de suma

importancia hacer una distinción entre los aparatos que se utilizan para la evaluación estructural y los aparatos que se utilizan para la evaluación de la superficie. En este escenario concreto, la metodología PCI y la fotometría aérea realizada con la ayuda de un dron son dos enfoques viables que pueden utilizarse. El estado de la superficie de la carretera, que ahora se investiga, es un factor importante a tener en cuenta.

3.3.2 Metodología PCI

Es esencial utilizar este método para realizar un estudio objetivo y obtener la certificación de los pavimentos. En comparación con los modelos que se utilizan actualmente para la evaluación de carreteras, esta técnica es superior, ya que permite investigar tanto las variedades de pavimento flexible como rígido.

Al no necesitar hardware complicado, el PCI puede aplicarse rápidamente.

Alcance del análisis del PCI

El fallo del pavimento se evalúa basándose en tres consideraciones primordiales:

- a. Severidad de daños
- b. Cantidad de daños
- c. Tipo de daños

Para estudiar el alcance de los perjuicios y su repercusión en el firme, se recurrió al método conocido como “valores deducidos”. Este método tiene en cuenta tres componentes y toma en consideración las posibles dificultades que pueden derivarse de diversos escenarios.

El (PCI) es una escala numérica que va de 0 a 100 y se utiliza para evaluar el estado del firme. Por otra parte, una puntuación de 100 indica que la calidad del firme es buena, mientras que una puntuación de 0 indica que el estado del firme es

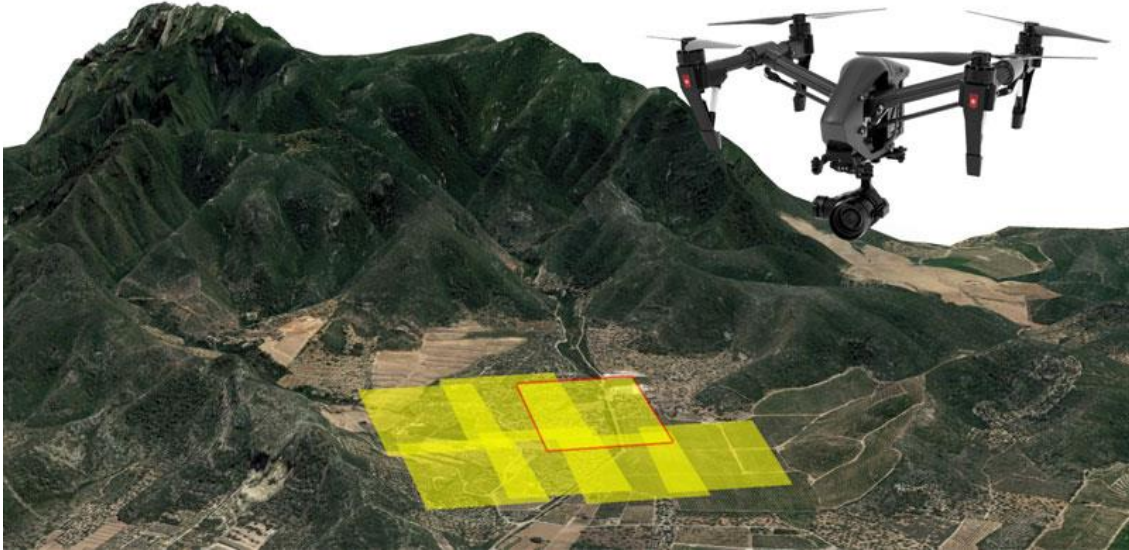


extremadamente malo. Tal cual se señala en la Tabla 6, los rangos de organización para el PCI se muestran, junto con las explicaciones de condición que se correlacionan con cada rango.

El índice de estado del firme (PCI) se basa en gran medida en los datos hallados a partir de una evaluación visual de la condición del firme. En esta categorización, los daños se clasifican en función de las tres variables antes mencionadas: la clase, la gravedad y la extensión del firme objeto de estudio. Los valores recolectados a partir de la elaboración de la prueba PCI ofrecerán una perspectiva suficientemente clara sobre la causa de los perjuicios y su relación con la(s) carga(s). (VASQUEZ VARELA, 2002).

3.3.3 *Vuelo con dron*

Las aeronaves no tripuladas que se controlan por radio y tienen la capacidad de ser recuperadas se denominan drones. Para adaptarse a una amplia variedad de preferencias, se brindan en una gran variedad de formas, dimensiones y características. Los drones ofrecen un gran potencial por su capacidad para explorar regiones peligrosas e inaccesibles, superar barreras y tomar fotografías aéreas o recopilar información diversa sin poner en riesgo a ningún miembro de la tripulación. Es posible que los vehículos aéreos no tripulados (UAV), equipados con cámaras de alta resolución y diversos sensores, puedan salvar con éxito la brecha existente entre la investigación de campo, que requiere mucho trabajo, y los servicios de teledetección basados en satélites. En la investigación más reciente, se investigó el estado actual de los instrumentos aerotransportados y se debatieron los usos potenciales de estos dispositivos en los campos de la ingeniería y las geociencias. Los drones son cada vez más populares en la rama de las ciencias de la tierra debido a que son precisos, asequibles y suponen un menor peligro tanto para los individuos como para el ambiente. (Interciencia, 2019)

Figura 27.*Vuelo con dron**Nota: Geo. Innova*

3.3.4 Fotogrametría con drones

Una técnica de análisis espacial es un enfoque que tiene por objeto estudiar e identificar la ubicación, el dimensión y la forma de un elemento en el espacio. Este método también se conoce como análisis geográfico. Para ser más específicos, se utilizan fotografías de calidad excepcional para lograr este objetivo.

Para obtener los mejores resultados posibles, es esencial tomar una decisión bien informada sobre el dron que se va a utilizar y planificar metódicamente la trayectoria de vuelo de la técnica de fotogrametría. Se trata de identificar “waypoints” para facilitar que el dron siga la ruta de vuelo previamente diseñada.

Figura 28.

Fotogrametría con drones



Nota: fotogrametría con dron, tomado de Gruasyaparejos

Es esencial determinar la altura a la que tendrá lugar el vuelo antes de iniciar el proceso de formulación de la ruta. Esto es absolutamente necesario para tomar fotografías con una resolución adecuada a las circunstancias.

Además, para prepararse eficazmente, es necesario contar con un piloto que tenga mucha experiencia.

Nuestra capacidad para identificar los defectos de la carretera en toda la longitud de la carretera que se extiende desde Juliaca hasta Lampa, que abarca desde 1+000 hasta 5+000, puede ser mejorada mediante la utilización de la fotogrametría en conjunto con drones. La evaluación del (PCI) tendrá lugar con la ayuda de esta metodología. Para ello, con la finalidad de optimizar la eficiencia del proceso de recopilación de datos.

3.3.5 Realización del proyecto

Se tuvo las siguientes fases:

- ✓ FASE 01: Elección de las muestras para la metodología PCI

- ✓ FASE 02: Desarrolla de vuelo con dron.
- ✓ FASE 03: Recolección de datos con dron.
- ✓ FASE 04: Recopilación y desarrollo de valores del método PCI aplicada en campo y de la fotogrametría con UAV.

A. Fase 01 – Elección de los especímenes para el método PCI

Para iniciar el desarrollo de puesta en marcha de la estrategia de PCI y vuelo de drones, el primer paso fue elegir las muestras. Para ello, el tramo elegido de la carretera Lampa-Caracara se dividió en trozos, separando el primer y el segundo tramo por una distancia que oscilaba entre mil y cinco mil unidades.

Para ello, la tarea se separó en “unidades de muestreo”, cada una de las cuales tenía medidas que se ajustaban al tipo particular de carretera y a su superficie, que en este caso era de asfalto. Obsérvese que la anchura media de toda la calzada investigada es de 7,30 metros. Se trata de un dato crucial.

Seguidamente se cuentan algunas muestras de relaciones de longitud aplicables a carreteras asfaltadas.

Tabla 2.

Longitudes de unidades muestrales asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de muestreo (m)
5.0	46.01
5.5	41.82
6.0	38.33
6.5	35.41
7.3 (Máximo)	31.53

Nota: En el cuadro se observa las relaciones de calzada y longitud, tomado de (VASQUEZ VARELA, 2002)



En esta situación concreta, la anchura de la carretera es exactamente de 7,30 metros, lo que equivale a 23 pies. Cada una de las unidades de muestreo se separó en dos grupos a una distancia de 31,5 metros entre sí.

Según VASQUEZ VARELA (2002), existe la posibilidad de que la zona de la unidad de muestreo esté comprendida entre 230,0 y 93,0 m². Un rango posible para la dimensión de la unidad de muestra es entre 230,0 y 33,0 metros cuadrados. Dentro de los parámetros del margen que se ha proporcionado, cada unidad de muestreo tendrá un tamaño de 229,95 m², que corresponde a nuestra circunstancia particular.

Como número total de muestras se indicará un total de N muestras.

Llegamos a esta conclusión como resultado de nuestro estudio.

$$N = \frac{\text{LOGITUD DE TRAMO A EVALUAR}}{\text{LONGITUD DE MUESTRA}} = \frac{4000}{31.5} = 127 \text{ unidades muestrales}$$

Después de ello se hace la determinación de las unidades de muestreo a ser analizadas. Conforme con la Ecuación.

Tanto e como σ están calculadas por la normativa ASTM D6433 para pavimentos flexibles.

Haciendo el procesamiento de la ecuación tenemos un resultado de:

$$n = \frac{127 \times 10^2}{\frac{(5)^2}{4} \times (127 - 1) + 10^2}$$

$$n = 15 \text{ unidades muestrales}$$

Valor ya redondeado al inmediato superior.

Seguidamente, se calculan los intervalos "i":

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

$$i = \frac{127}{15}$$

$$i = 8$$

Tabla 3.*Unidades muestrales*

TRAMO 01		TRAMO 02		TRAMO 03	
INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
KM 1+000.00	KM 1+031.50	KM 1+252.00	KM 1+283.50	KM 1+504.00	KM 1+535.50

TRAMO 04		TRAMO 05		TRAMO 06	
INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
KM 1+756.00	KM 1+787.50	KM 2+008.00	KM 2+039.50	KM 2+260.00	KM 2+291.50

TRAMO 07		TRAMO 08		TRAMO 09	
INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
KM 2+512.00	KM 2+543.50	KM 2+764.00	KM 2+795.50	KM 3+016.00	KM 3+047.50

TRAMO 10		TRAMO 11		TRAMO 12	
INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
KM 3+268.00	KM 3+299.50	KM 3+520.00	KM 3+551.50	KM 3+772.00	KM 3+803.50

TRAMO 13		TRAMO 14		TRAMO 15	
INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
KM 4+024.00	KM 4+055.50	KM 4+276.00	KM 4+307.50	KM 4+528.00	KM 4+559.50

Los especímenes elegidos fueron además para el uso del vuelo con UAV, para calcular el plan de vuelo para cada tramo elegido.

B. Fase 02 – Planificación de vuelo con dron.

Además, las muestras elegidas se utilizaron para determinar la ruta de vuelo de cada uno de los componentes indicados durante el desarrollo de puesta en marcha del vuelo del dron.

Se había previsto que el vuelo del dron tuviera lugar a una altura de treinta metros.

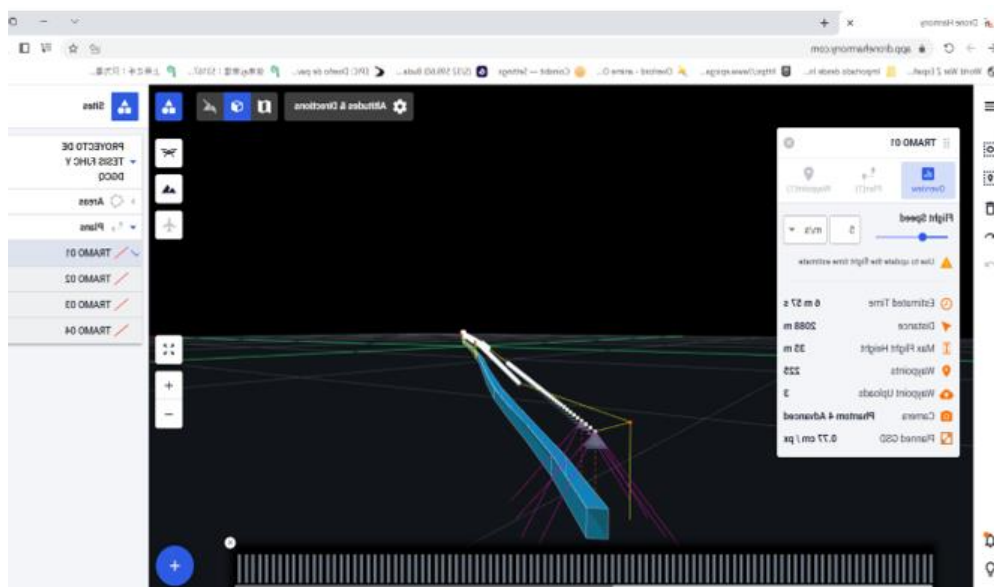
En este mismo momento, nos encontramos en el proceso de elaboración del itinerario de viaje.

Elegir el software adecuado para desarrollar un plan de vuelo es el segundo paso en el proceso de elaboración de un sistema de vuelo. En este caso concreto, estamos utilizando un software basado en la nube conocido como DRONE HARMONY.

Mediante el uso de la aplicación en línea conocida como DRONE HARMONY, se crea un plan de polígono para la ruta Juliaca-Lampa con el fin de hacer posible que el dron siga un curso determinado. Este plano se extiende de mil a cinco mil. Además, se asigna una altura al polígono, que tiene en cuenta las antenas y viviendas que se sitúan en las inmediaciones. En este escenario se considera una altura de quince metros. Esto puede verse en la imagen [29].

Figura 29.

Elaboración final del plan de vuelo



Por último, se ha redactado y organizado el plan de vuelo. Este procedimiento es gestionado por el software DRONE HARMONY, que se encarga de automatizarlo. Para

establecer el recorrido que realizará el dron, se tienen en cuenta el polígono trazado, el punto de despegue, el punto de aterrizaje y los puntos de supervisión. El tiempo de vuelo también se calcula utilizando como base la altura predefinida de 35 metros. El uso del dron para llevar a cabo el levantamiento fotogramétrico es la piedra angular sobre la que se edifica todo esto. En este caso concreto, se utiliza el dron DJI PHANTOM 4 ADVANCED, y se pretende mantener una velocidad no cambiante de cinco m por seg durante todo el vuelo.

Para llevar a cabo el vuelo del dron, los planes de vuelo se envían al dispositivo móvil. Con el programa DRONE HARMONY se incluye una aplicación para elementos móviles que deja llevar a cabo esta tarea. Como resultado, se mejora su utilidad.

C. Fase – 03 Recolección de datos con dron.

La selección del lugar más adecuado para el despegue es la primera etapa del proceso de realización de un vuelo. Esta zona en particular ya ha sido elegida, y está situada muy cerca del inicio de la carretera Juliaca-Lampa, que se extiende de cero mil a cinco mil.

Figura 30.

Preparación del dron para elaborar el vuelo



En la ilustración 30 se muestra una imagen del dron antes de despegar. Teniendo en cuenta el dron, el control y las tres baterías, es fundamental disponer de un entorno limpio en el que instalar y manipular el equipo con la mayor atención durante el vuelo. El objetivo de estas precauciones es asegurar que el despegue del dron esté libre de errores y garantizar que el vuelo se realizará sin incidencias no previstas o que puedan causar problemas.

Figura 31.

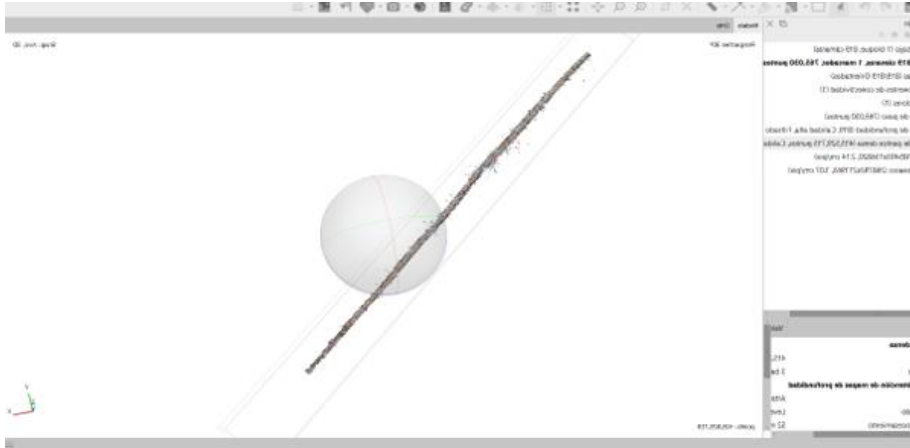
Ejecución del vuelo con dron



Sobre la base de la información mostrada en la Figura 31, se lanzó el dron para realizar un levantamiento fotogramétrico de acuerdo con un plan de vuelo que se había creado de antemano. Para examinar los datos obtenidos por el dron, se utilizará un programa informático adecuado a cada caso.

Figura 32.

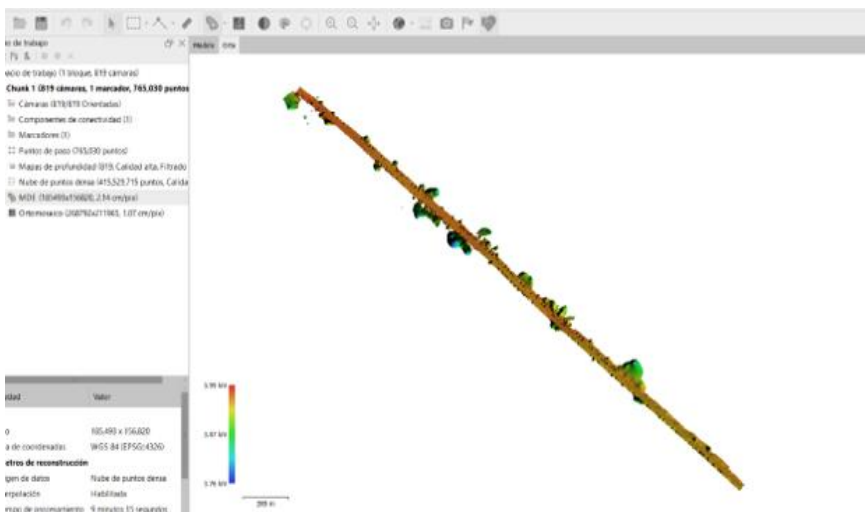
Procesamiento de datos-Nube de puntos densa



La ilustración 32 ilustra el uso de Agisoft Metashape, un programa especializado para procesar datos de levantamientos fotogramétricos, en el procesamiento de datos. La primera fase consistió en importar los datos capturados por el dron durante su vuelo a una altitud de treinta metros. A continuación, se alinearon las imágenes y se ejecutó el procedimiento para generar una nube de puntos de alta densidad.

Figura 33.

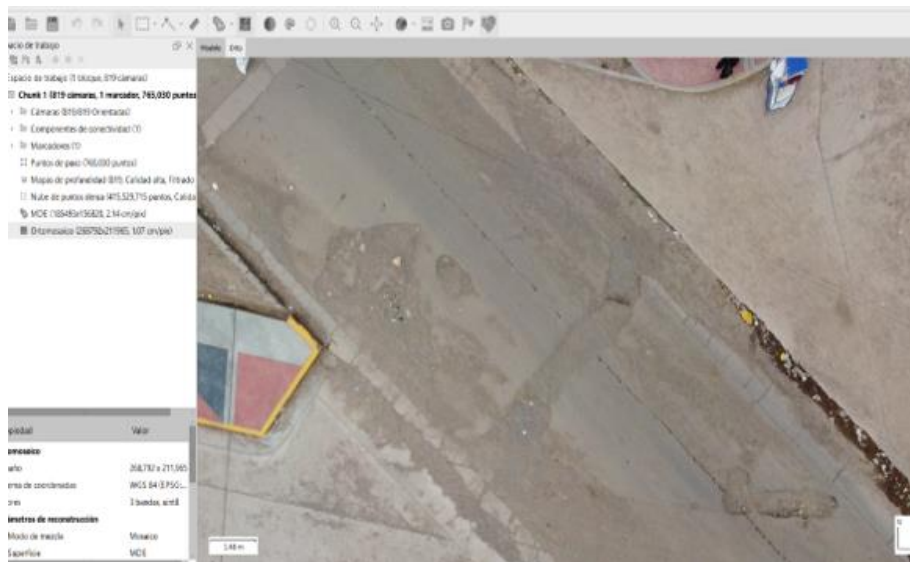
Modelo digital de elevaciones



A continuación, se genera un modelo digital de elevación (DEM), que se utiliza para generar la ortofoto. Este paso a paso se observa en la ilustración 33.

Figura 34.

Nivel de detalle de la Ortofoto



La ilustración 34 señala un importante nivel de complejidad, que permite descubrir defectos y evaluar y clasificar su gravedad.

D. Fase – 04 Recopilación y procesamiento de valores del método PCI aplicada en campo y de la fotometría aérea con UAV.

El proceso de recogida de datos incluyó el uso de una amplia variedad de aparatos y artilugios, uno de los cuales fue un dron, que se empleó con el fin de identificar defectos y realizar fotogrametría.

- ✓ Para determinar el alcance del defecto se utiliza un flexómetro.
- ✓ El manual de carreteras sirve de referencia para determinar dónde se producen los problemas.
- ✓ Confirmado Cinta métrica de cincuenta metros de longitud. Su finalidad es cuantificar las unidades de muestra.

In situ.

Con el fin de identificar y cuantificar cada defecto, se utilizó la hoja de datos que se recogió utilizando el enfoque PCI. Utilizando esta hoja, se llevaron a cabo tanto la técnica PCI IN-SITU como la fotometría aérea con DRON. Ambas aplicaciones resultaron satisfactorias.

Figura 36.

Progresiva 1+000 Vía Lampa - Caracara



En la ilustración 36 se puede visualizar el inicio de la carretera que une Juliaca y Lampa, que se encuentra a una distancia de 0+000. En este momento ya se aprecian fallas. Se realizó un proceso de cada una de las unidades de muestreo únicas, que incluyó la asignación de etiquetas a todas y cada una de las unidades de muestra individuales.

Seguidamente, se inició el proceso de búsqueda de problemas y medición de los mismos, así como la categorización de los fallos en función del grado de gravedad que presentaban. Esta actividad se llevó a cabo simultáneamente para todas y cada una de las unidades de muestreo únicas que existían.

Figura 37.

Marcaje de fallas

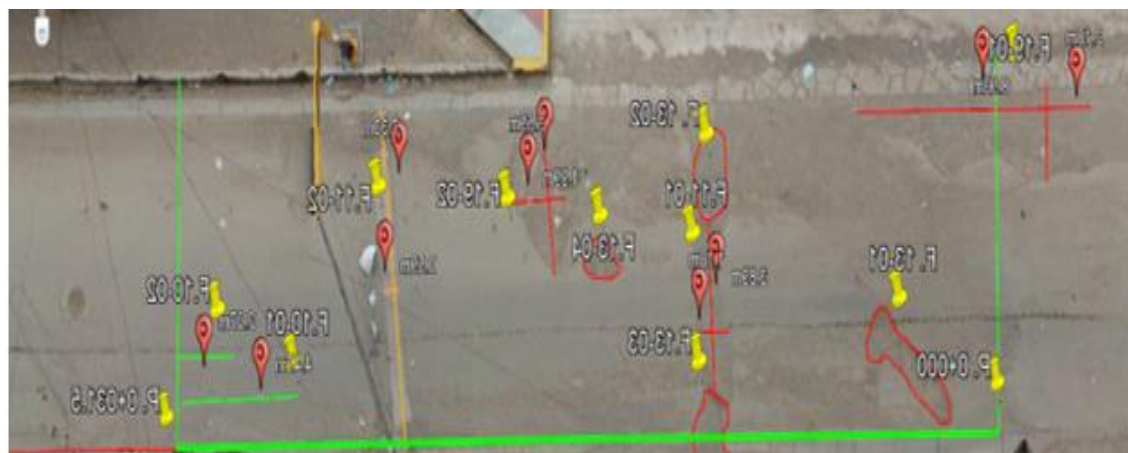


Ejecución con datos del vuelo con dron (Fotometría aérea).

Para llevar a cabo el desarrollo de detección de averías, medición y organización según el nivel de gravedad de las mismas, se utiliza la ortofoto realizada con éxito. Para ello, la ortofoto se importó al software Google Earth y se georreferenció, lo que permitió llevar a cabo el proceso de dimensión de una forma más eficaz.

Figura 38.

Locación de fallas



En la Figura 38 se observa que el procedimiento de identificar, medir y clasificar



según el nivel de gravedad es más eficaz y lleva menos tiempo. Esto se debe a que el enfoque reduce considerablemente el tiempo requerido para completar la actividad a lo largo de todo el proceso. El mismo procedimiento se llevó a cabo para cada unidad de muestra individual, con la excepción de la unidad de muestra 15 M-15. En concreto, esto ocurrió como resultado de los problemas de GEOZONE que se han indicado anteriormente, que impidieron que la mosca no tripulada llegara a la unidad de avance.

Determinación del PCI de las unidades muestrales.

Dado que utilizamos los mismos datos recibidos tanto de IN-SITU como de la fotogrametría con drones, el cálculo de un enfoque es idéntico al del otro. Esto se debe al hecho de que siempre estamos trabajando con los mismos datos. La utilización del método PCI nos permite determinar la fiabilidad del rendimiento del dron con respecto a la finalidad para la que fue diseñado.

Determinación de los Valores Deducidos:

- ✓ Para cada unidad de muestreo, se obtiene una lista exhaustiva de todos los fallos, que luego se categorizan según el grado de gravedad que presentan. El cálculo de la longitud, la unidad o el área del daño puede formar parte del proceso de medición, dependiendo del tipo de fallo que se haya encontrado.
- ✓ Como consecuencia de ello, se calcula la densidad de cada fallo teniendo en cuenta el nivel de gravedad, que se muestra en la unidad de muestra. Este es el resultado del cálculo mediante la fórmula, como se indica en la frase anterior:
- ✓ Para determinar los valores particulares que se deducen para cada tipo de daño y el grado del mismo, se toman en consideración las curvas de “Valor



Deducido de Daños". Estas curvas se han construido de acuerdo con la norma ASTM D6433.

Determinación del Número límite Aceptable de Datos Deducidos (m)

- ✓ Los únicos números que se tienen en cuenta son los mayores que dos.
- ✓ Continúe con el proceso de enumeración de los valores particulares que se han restado, manteniéndolos ordenados en orden decreciente según el tamaño de sus respectivas cantidades.
- ✓ Para obtener el "Cantidad Máxima Permitida de Datos Deducidos" (m), es necesario hacer uso de la fórmula definida.

Determinación del "Máximo Valor Deducido Corregido", CDV.

Para determinar el VCD límite se utiliza una técnica iterativa. Este enfoque requiere la determinación de la cantidad de datos restados, denotados por la letra q, que son superiores a 2,0.

- ✓ Para calcular el VCD, es necesario utilizar el valor de q junto con el "Dato Deducido Total" que puede descubrirse en la curva de corrección pendiente para el tipo concreto de pavimento utilizado.
- ✓ Para obtener el "Valor Total Deducido", es necesario sumar primero todos los valores individuales que se han restado.
- ✓ Hasta que el valor de q se aproxime a 1, es necesario reducir el "Valor Deducido" que sea el más bajo y sea superior a 2,0 a 2,0 y luego continuar este procedimiento hasta que el valor de q llegue a 1.
- ✓ En el contexto de esta metodología, el VCD máximo es el VCD mayor entre todos los VCD recogidos.

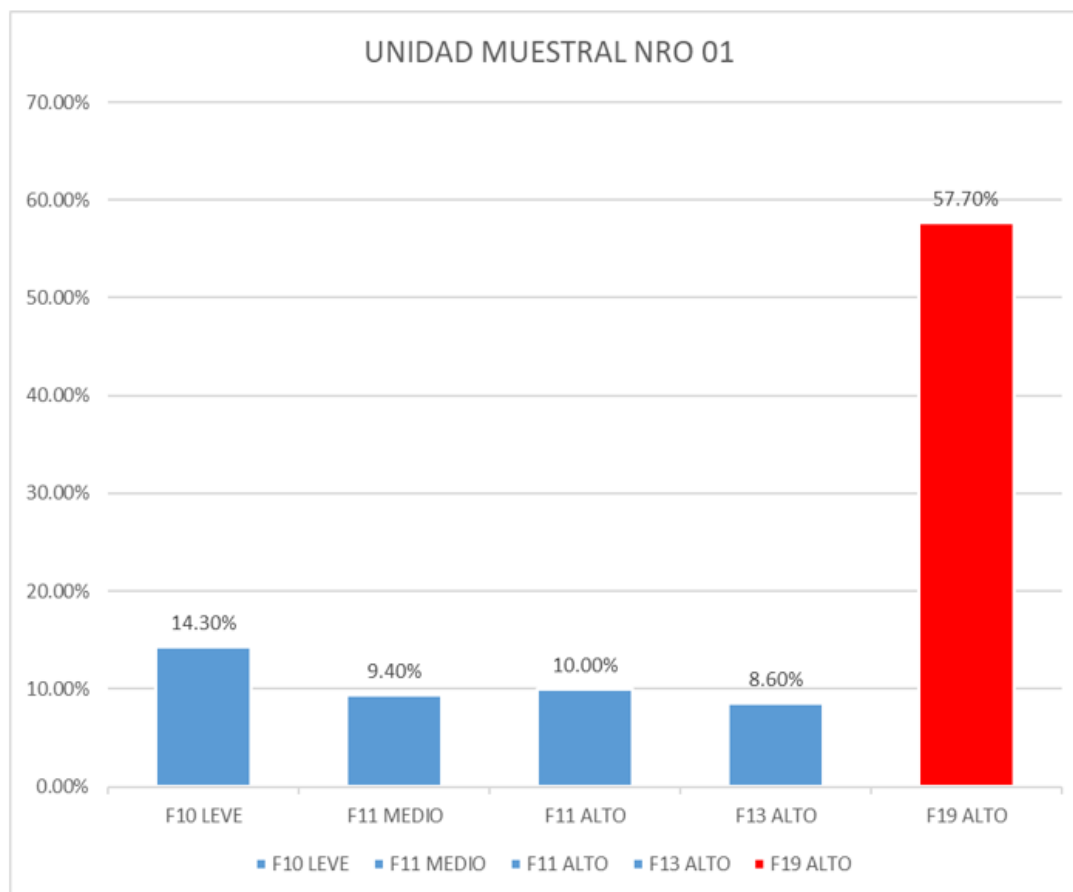


CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Presentación de resultados de la investigación

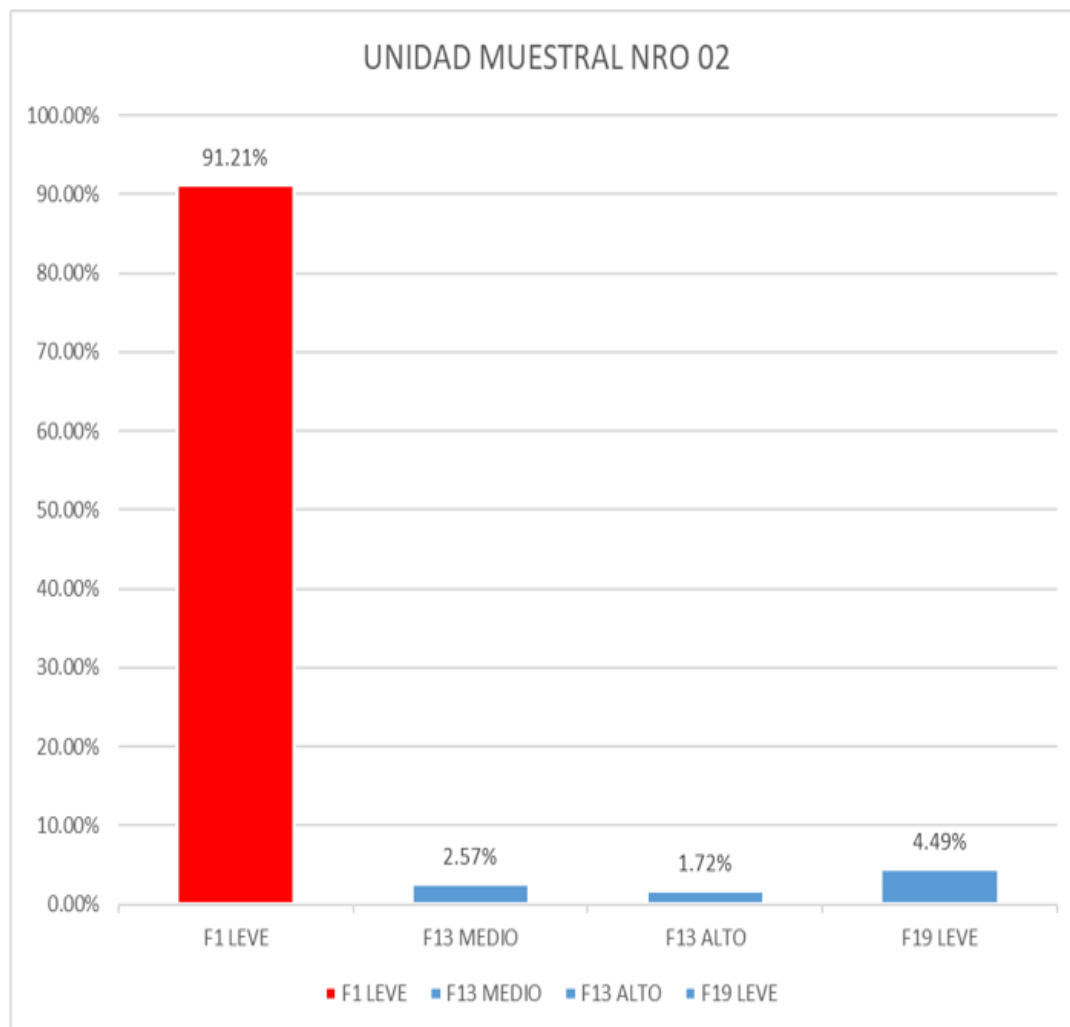
Se realizó un estudio en la carretera Juliaca-Lampa, concretamente en los tramos 1+000 a 5+000, utilizando la técnica del PCI y la fotometría aérea facilitada por un dron. El objetivo de la investigación fue examinar las múltiples categorías de defectos que pueden presentarse en los pavimentos flexibles.

Figura 39.*Unidad muestral nro 01 evaluado en campo*

Al fallo de desprendimiento de áridos, identificado específicamente como fallo número 19, se le ha asignado un nivel de gravedad ALTO y es responsable del 57,70% de todos los casos registrados. El fallo 10, que consiste en grietas longitudinales y transversales, recibe un valor de gravedad LEVE. Este fallo en particular representa el 14,30% de todos los fallos. El parcheado, identificado como fallo 11, tiene un nivel de gravedad significativamente elevado y contribuye al 10,00% del total de fallos. Además, tiene un nivel de gravedad clasificado como MEDIO y representa el 9,40% del total de fallos. El fallo 13, a menudo conocido como lagunas o baches, tiene un grado de gravedad del 8,60%, lo que indica un nivel de gravedad alto.

Figura 40.

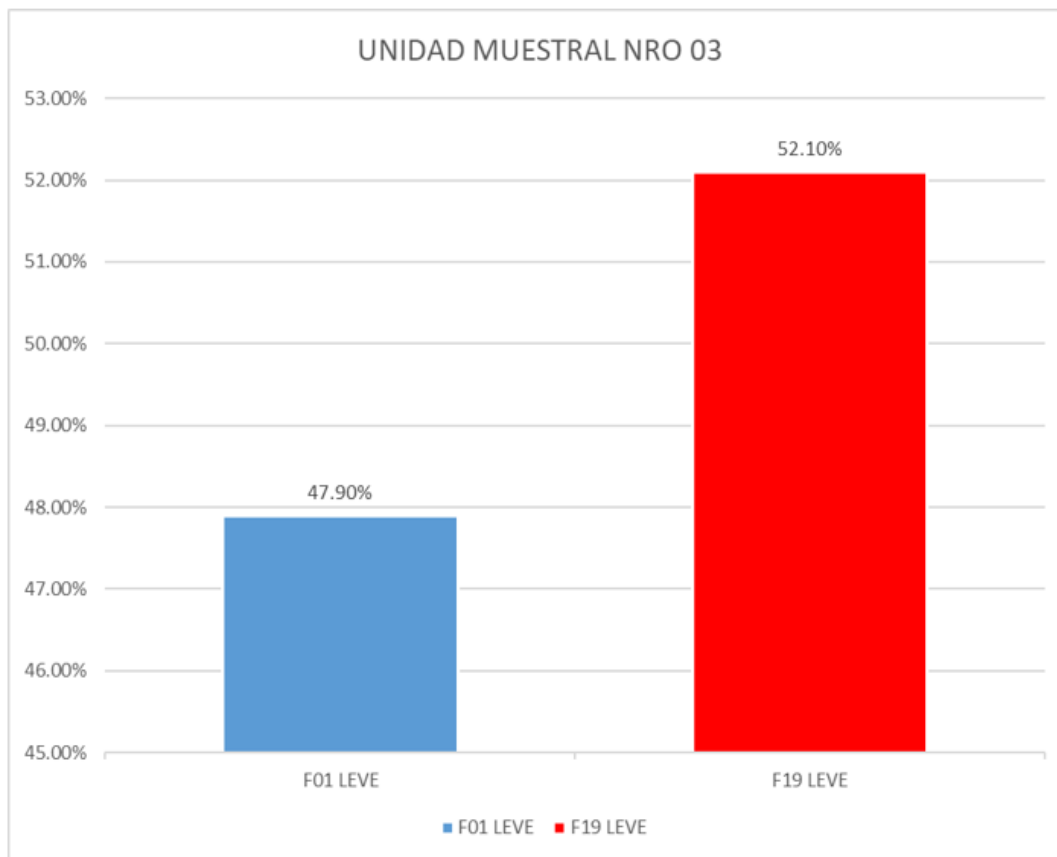
Unidad muestral nro 02 analizado en campo



El fallo 01, a menudo conocido como piel de cocodrilo, representa el 91,21% del total de fallos y se clasifica con un grado de gravedad de LIGERO. El fallo 13, conocido como Huecos o baches, representa el 2,57% de todos los fallos y tiene un nivel de gravedad clasificado como MEDIO. Además, tiene un nivel de gravedad categorizado como ALTO, constituyendo el 1,72% del total de fallos. El problema número 19, conocido como desprendimiento de áridos, representa el 4,50% de todos los problemas y tiene un nivel de gravedad clasificado como LEVE.

Figura 41.

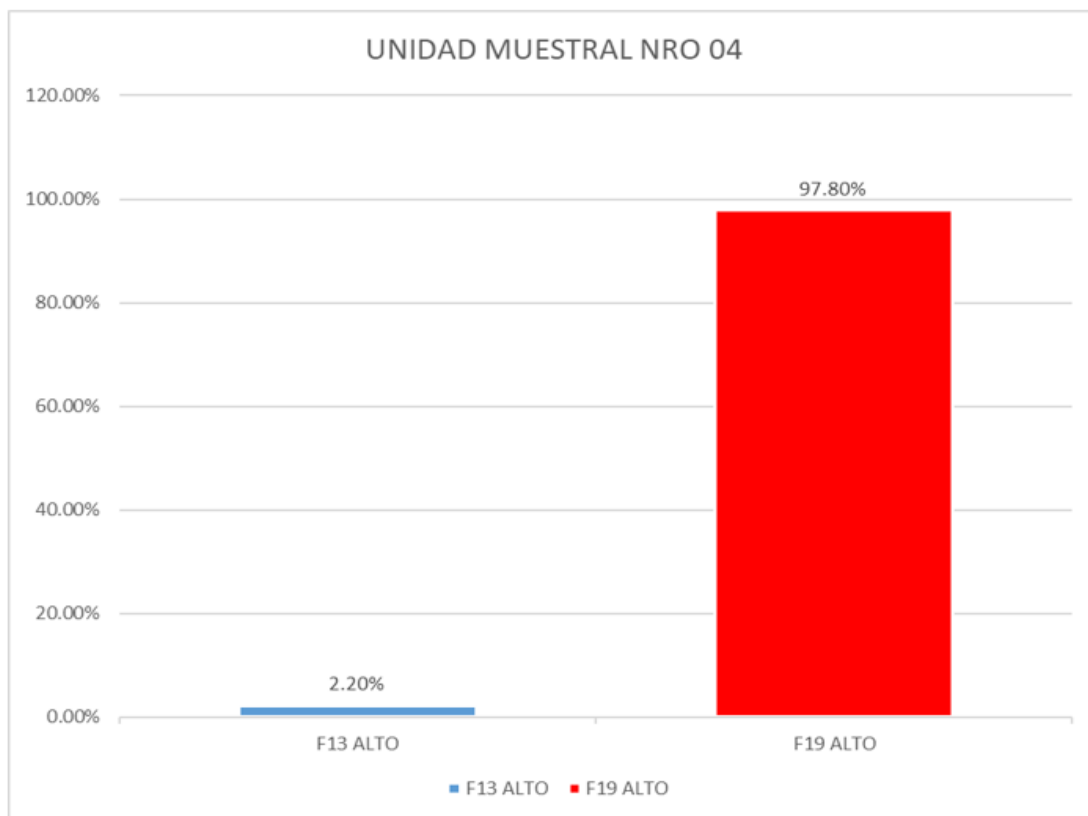
Unidad muestral nro 03 analizado en campo



El fallo 19, también conocido como desprendimiento de áridos, tiene un nivel de gravedad del 52,10%, mientras que el fallo 01, o piel de cocodrilo, tiene un nivel de gravedad del 47,90%. Ambos fallos se clasifican como de gravedad leve.

Figura 42.

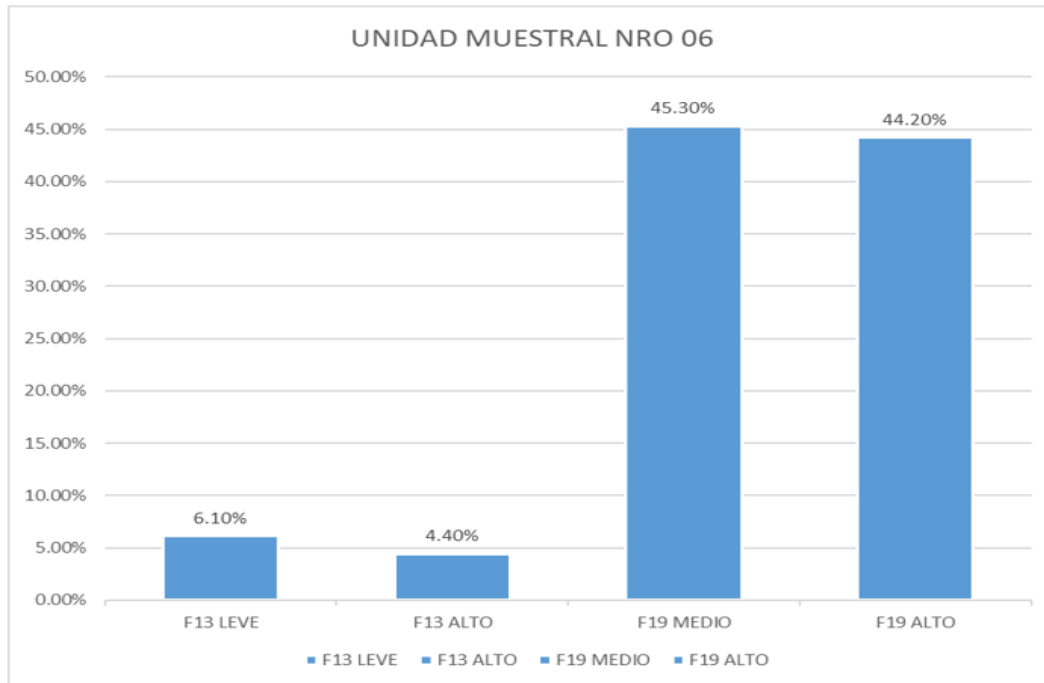
Unidad muestral nro 04 analizado en campo



El fallo 19, que se caracteriza por el desconchado de áridos, tiene un nivel de severidad del 97,80% y se clasifica como de severidad ALTA. Por otro lado, el fallo 13, que implica agujeros o baches, tiene un nivel de gravedad del 2,20% y también se clasifica como de gravedad ALTA. Se considera que cada uno de estos fallos tiene un nivel de gravedad extremadamente alto.

Figura 43.

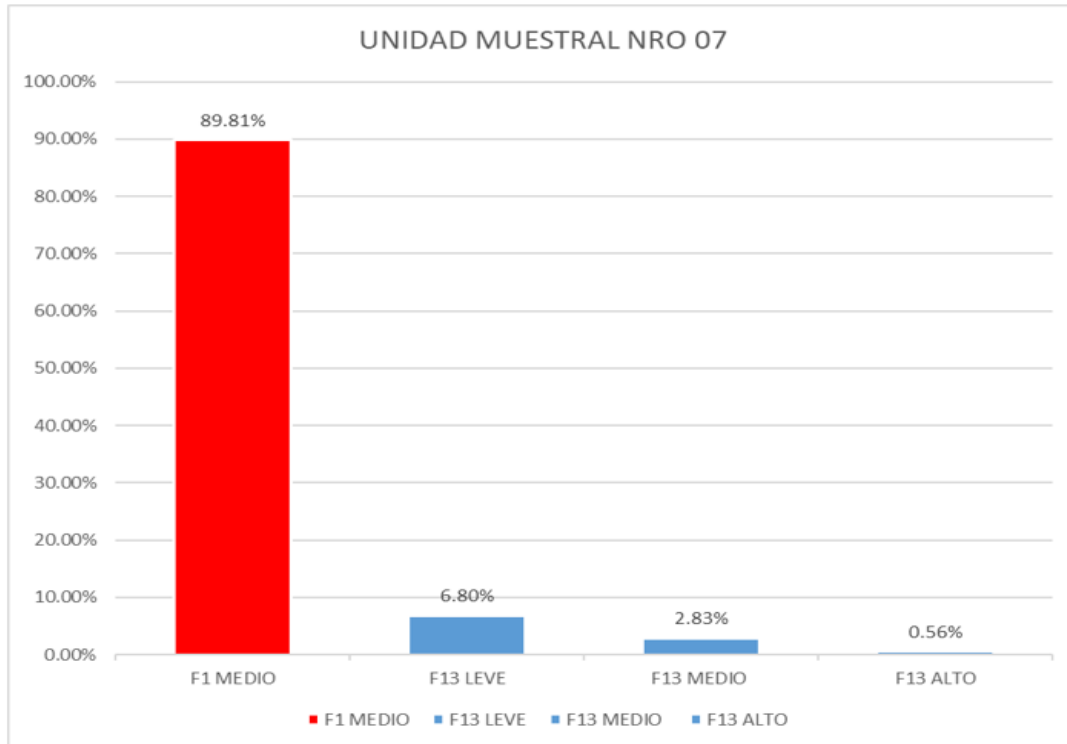
Unidad muestral nro 06 analizado en campo



El fallo 19, también conocido como desprendimiento de áridos, tiene un nivel de gravedad del 45,30%, que se considera de gravedad MEDIA. Del mismo modo, el fallo 13, conocido como Vacíos o baches, tiene un nivel de gravedad del 6,10% clasificado como gravedad LEVE, y del 4,40% clasificado como gravedad ALTA. El fallo 19, con un nivel de gravedad del 47,30%, puede considerarse de gravedad ALTA.

Figura 44.

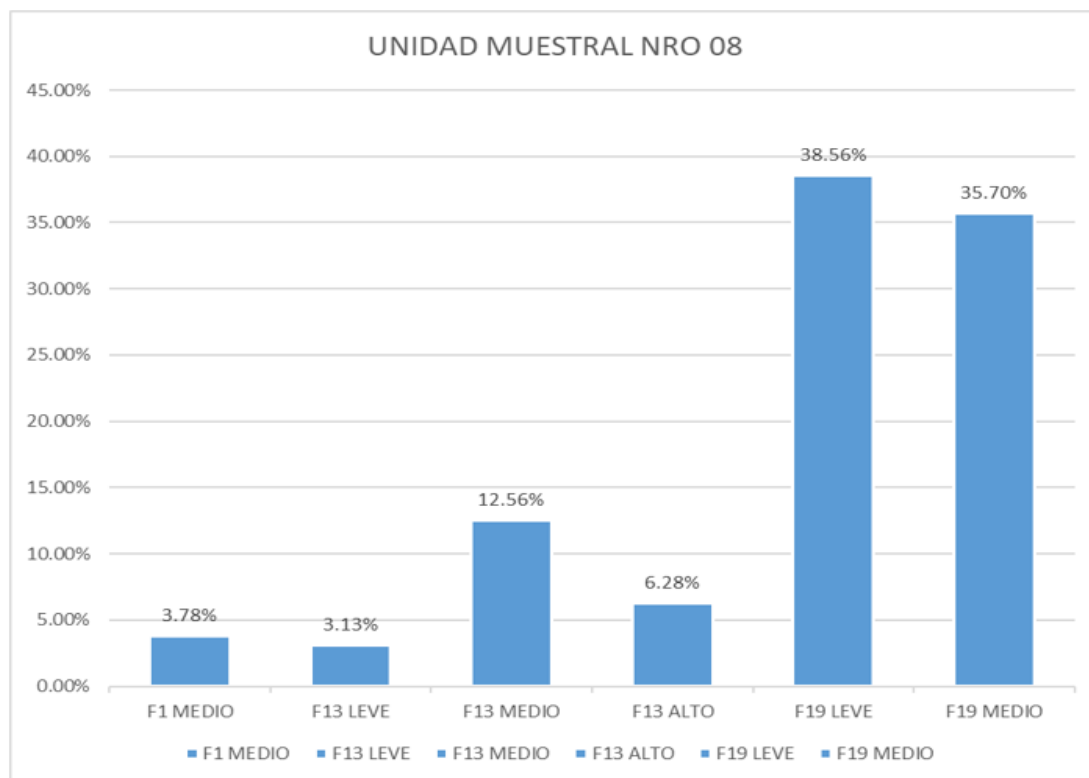
Unidad muestral nro 07 analizado en campo



Explicación: El fallo 01, también conocido como piel de cocodrilo, tiene un nivel de gravedad MEDIO y es responsable del 89,81% del total de defectos. Basándose en el nivel de gravedad, el fallo 13 (Huecos o baches) tiene un nivel de gravedad LEVE para el 6,80% de los fallos, MEDIO para el 2,83% de los fallos y ALTO para el 0,56% de los fallos. El nivel de gravedad viene determinado por el número de defectos.

Figura 45.

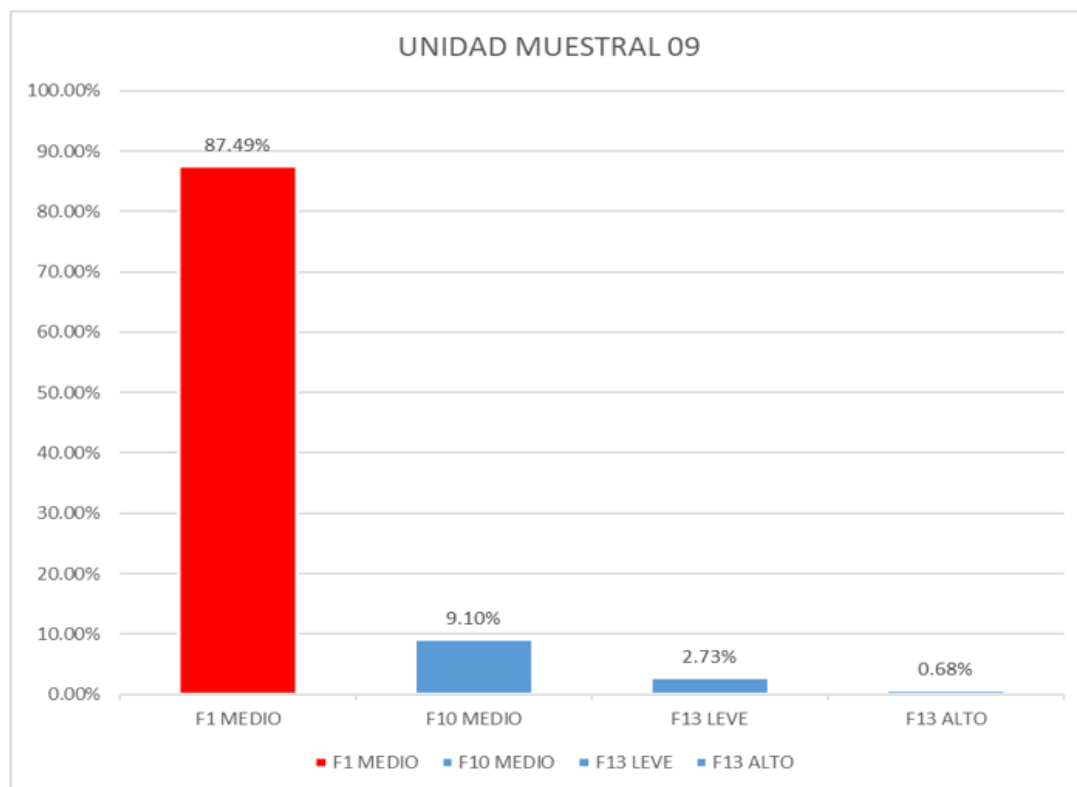
Unidad muestral nro 08 analizado en campo



El nivel de gravedad del fallo 1 (piel de cocodrilo) es MEDIO, y la proporción de fallos que se producen es del 3,78%. El fallo 19, denominado “Desprendimiento de árido”, tiene un nivel de gravedad MEDIO, con un % del 35,70%, y un nivel de gravedad LEVE, con un % del 38,56%. El fallo 13 (Baches o huecos) tiene un nivel de gravedad ALTO, con un porcentaje del 6,28%, un nivel de gravedad MEDIO, con un % del 12,56%, y un grado de gravedad LEVE, con un porcentaje del 3,13%. Hay tres niveles de gravedad diferentes para este fallo.

Figura 46.

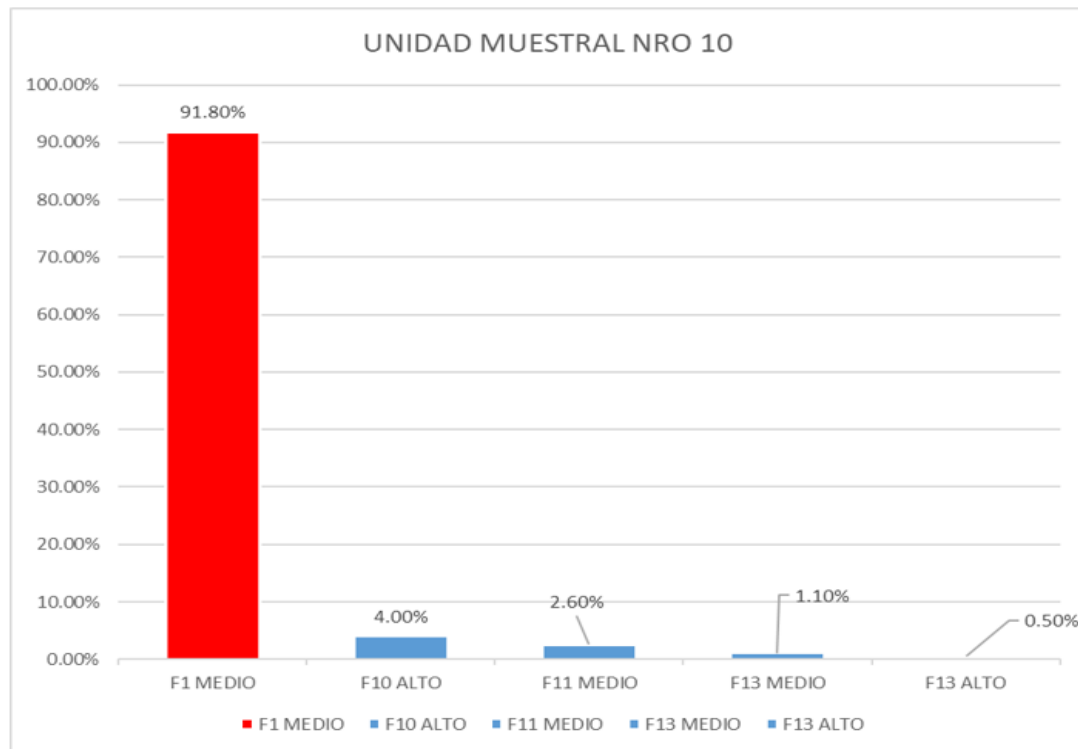
Unidad muestral nro 09 analizado en campo



Además de denominarse piel de cocodrilo, el fallo 01 se caracteriza por un índice de gravedad MEDIO y es responsable del 87,49% del total de defectos. Las grietas que discurren longitudinal y transversalmente se denominan Falla 10, que también tiene un índice de gravedad MEDIO y representa el 9,10% del total de defectos. El fallo 13, caracterizado por huecos y baches, tiene un nivel de gravedad ALTO y representa el 0,68% de los fallos. Además, el fallo 13 tiene un nivel de gravedad LEVE del 2,73%. Todos estos defectos tienen un grado de gravedad que se considera moderado.

Figura 47.

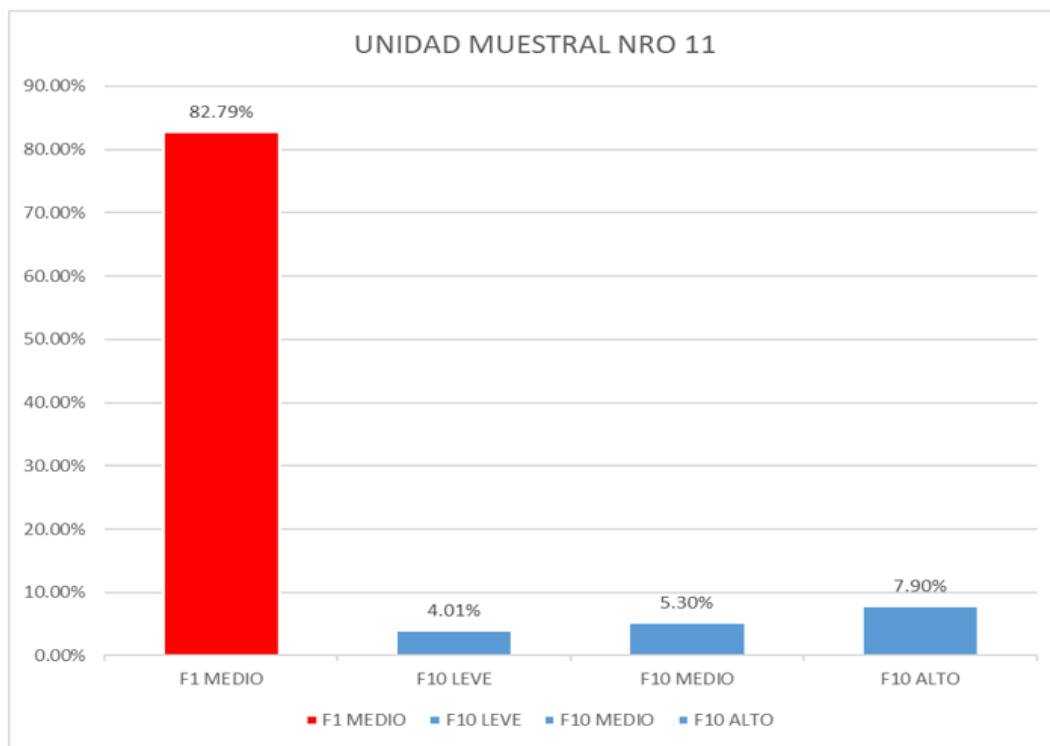
Unidad muestral nro 10 analizado en campo



El primer defecto, que suele denominarse piel de cocodrilo, tiene un grado de gravedad MEDIO y es responsable del 91,80% del total de fallos. El defecto número 13, al que se denomina Huecos y baches, tiene un índice de gravedad MEDIO y es responsable del 1,10% del total de averías. Además, tiene un índice de gravedad ALTO, que representa el 0,50% del total de problemas. El defecto 10, que se refiere a grietas que discurren longitudinal y transversalmente, tiene un índice de gravedad ALTO y es responsable del 4,00% del total de averías. El undécimo y último defecto, que se denomina Parcheado, tiene un grado de severidad MEDIO y es responsable del 2,60% del total de problemas. El mismo grado de dureza repercute por igual en todos y cada uno de estos fallos.

Figura 48.

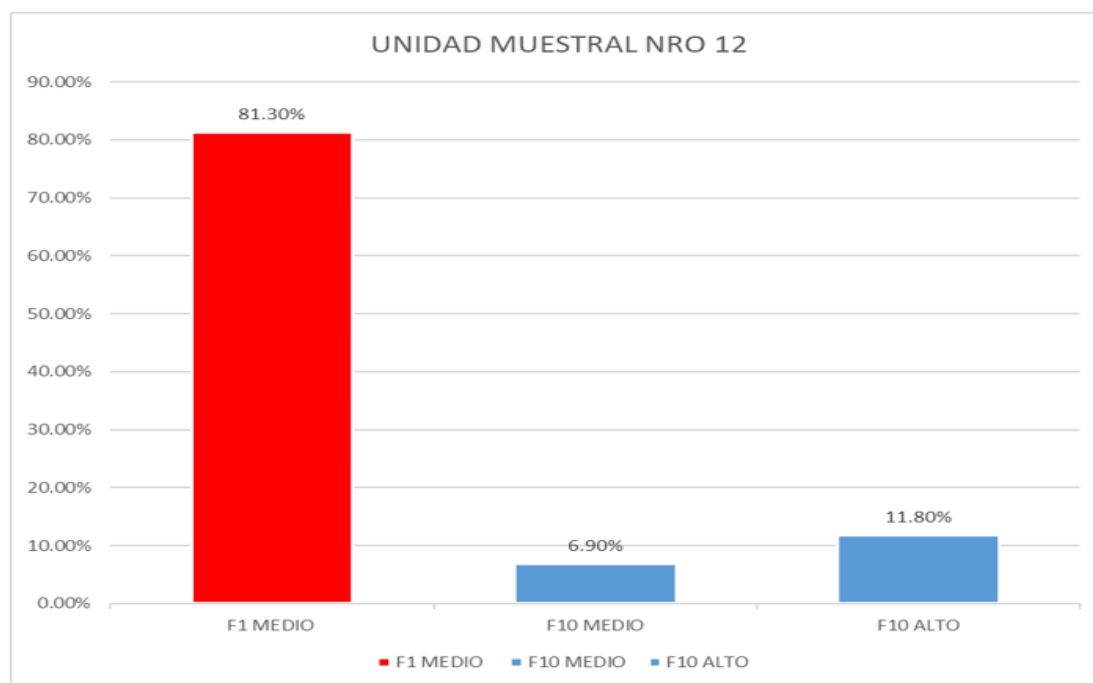
Unidad muestral nro 11 analizado en campo



El defecto piel de cocodrilo, que es el primer problema, tiene un nivel de gravedad MEDIO y es responsable del 82,79% del total de fallos. El fallo 10, compuesto por grietas longitudinales y transversales, tiene un grado de gravedad ALTO para el 7,90% de los fallos, MEDIO para el 5,30% de los fallos y LEVE para el 4,01% de los fallos. Por el contrario, el fallo 10 tiene un nivel de gravedad LEVE en el 4,01% de los fallos. Ambos problemas tienen un grado de severidad que se considera grave.

Figura 49.

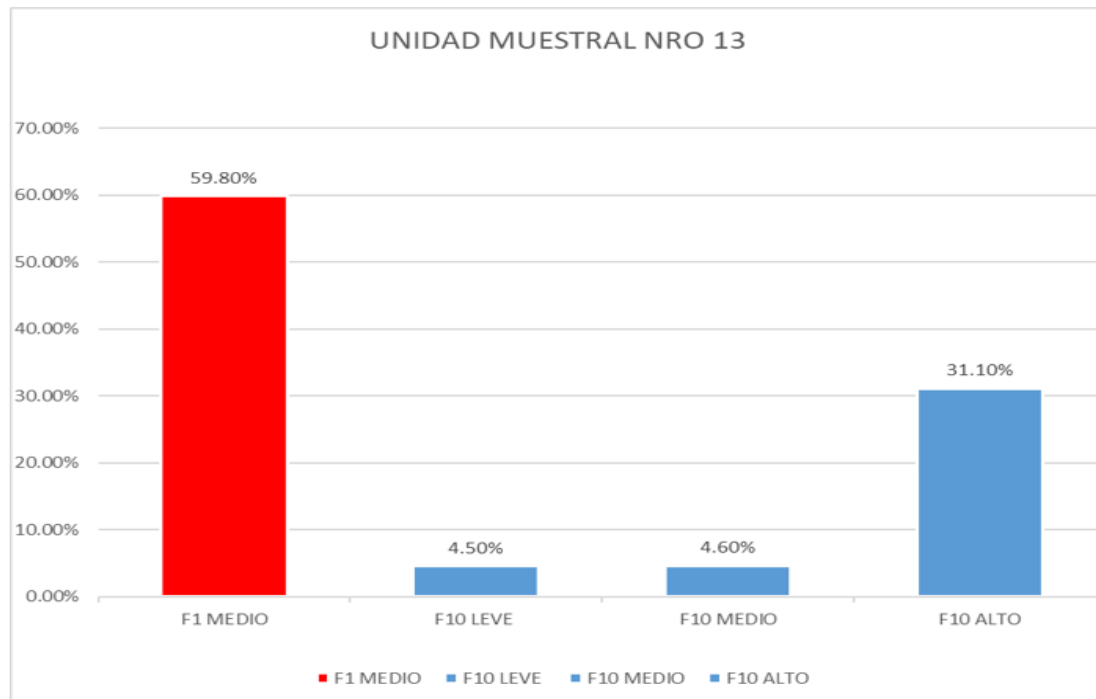
Unidad muestral nro 11 analizado en campo



El fallo conocido como Fallo 01, que se caracteriza por la piel de cocodrilo, tiene un grado de gravedad MEDIO y es responsable del 81,30% de los fallos. Además, el fallo 10, caracterizado por grietas longitudinales o transversales, tiene una gravedad MEDIA y es responsable del 6,90% de los fallos. Por otra parte, el fallo 11, que tiene una calificación de gravedad ALTA, es responsable del 11,80% de los problemas encontrados.

Figura 50.

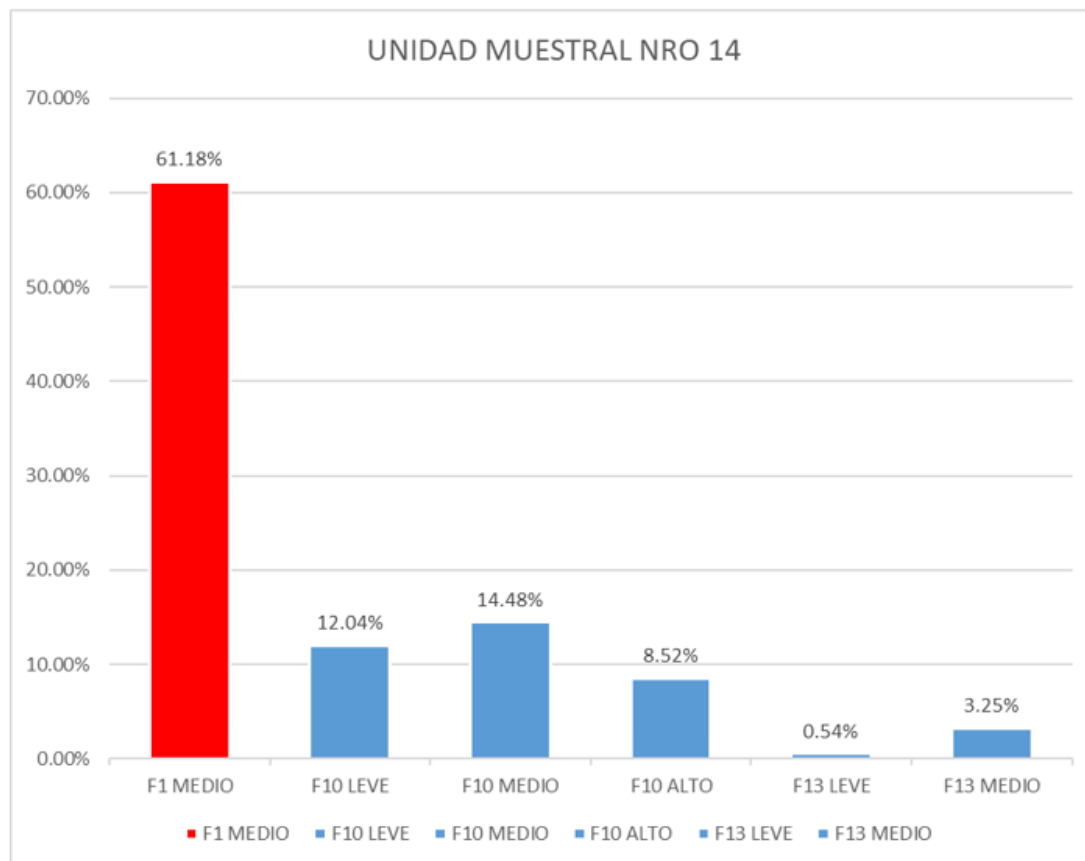
Unidad muestral nro 13 evaluado in-situ



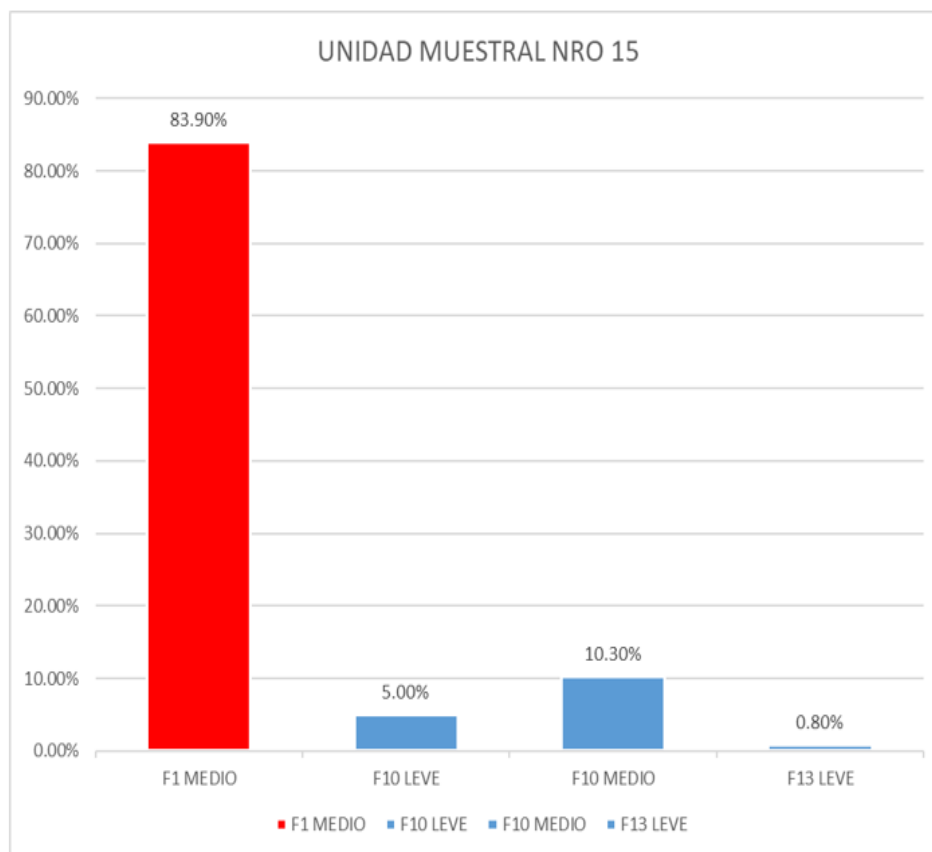
El nivel de gravedad del fallo 01 (piel de cocodrilo) es MEDIO, y la tasa de fallos para este fallo en particular es del 59,80%. El nivel de gravedad del fallo 10 (grietas longitudinales y transversales) se considera LEVE, y la tasa de fallo de este fallo es del 4,50%. El fallo 10, que consiste en grietas que discurren longitudinal y transversalmente, tiene un índice de fallo del 4,60% y un nivel de gravedad MEDIO. Es importante señalar que el fallo 01, que consiste en grietas longitudinales y transversales, tiene un nivel de gravedad ALTO y un índice de fallo del 31,10%.

Figura 51.

Unidad muestral nro 14 analizado en campo



Se asigna un nivel de gravedad MEDIO al defecto 01, también denominado piel de cocodrilo. Este defecto es responsable del 61,18% de los fallos. El 12,4% de los fallos corresponde al defecto 10, que se caracteriza por grietas longitudinales y transversales y tiene una gravedad global LIGERA. Además, tiene un nivel de gravedad MEDIO, que representa el 14,48% de los defectos, y también tiene un nivel de gravedad ALTO, que representa el 8,52% de los defectos. Es importante señalar que el fallo 13, que se caracteriza por la existencia de lagunas o baches, tiene un nivel de gravedad LIGERO y representa el 0,54% del total de fallos. También se le asocia un nivel de gravedad MEDIO, y es responsable del 3,25% de los defectos.

Figura 52.*Unidad muestral nro 15 analizado en campo*

Además de denominarse piel de cocodrilo, la falla 01 se caracteriza por un nivel de gravedad MEDIO y es responsable del 83,90% del total de defectos. El fallo 10, caracterizado por grietas longitudinales y transversales, tiene un nivel de gravedad MEDIO y es responsable del 5,00% de los fallos. Además, el defecto 10 tiene un nivel de gravedad MEDIO y representa el 10,30% de los defectos. Por último, pero no por ello menos importante, el fallo 13, caracterizado por huecos o baches, tiene un nivel de gravedad LEVE y es responsable del 0,80% de los defectos. El nivel de gravedad de cada uno de estos problemas es bastante modesto.

En los párrafos siguientes se presenta un resumen completo de las problemáticas que se han hallado en el tramo de la carretera Lampa-Caracara, que van de 1 a 5.000. Evaluación realizada en las instalaciones.

Tabla 4.

Resumen de fallas analizadas en campo

Clase de falla	Severidad	Total, en todo el tramo	Valor (%)	Valor totalizado
F1 PIEL DE COCODRILO.	LEVE	1.39	9.36 %	
	MEDIO	6.42	43.18 %	52.54 %
	ALTO	-	-	
F10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	LEVE	0.26	1.72 %	
	MEDIO	0.51	3.41 %	9.39%
	ALTO	0.63	4.26 %	
F11 PARCHEOS	LEVE	-	-	
	MEDIO	0.12	0.84 %	1.51%
	ALTO	0.10	0.67 %	
F13 HUECOS O BACHES	LEVE	0.20	1.35 %	
	MEDIO	0.22	1.51 %	4.70 %
	ALTO	0.27	1.84 %	
F19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.	LEVE	0.95	6.40 %	
	MEDIO	0.81	5.45 %	31.86 %
	ALTO	2.97	20.01%	
		14.863	100.00%	100.00 %

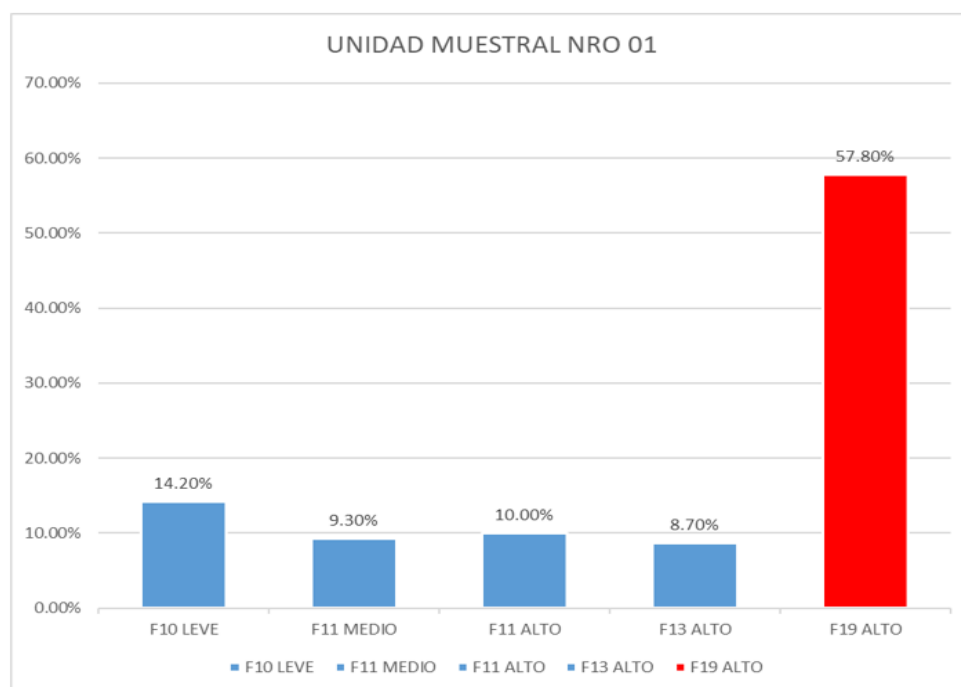
La piel de cocodrilo es la clase de falla que se representa con mayor frecuencia en el tramo carretero que va de Lampa a Caracara, es decir, del 1+000 al 5+000. Esto se observa en el cuadro resumen. Las fallas que corresponden a esta categoría representan el 52,54% del total de fallas, el 43,18% del total de fallas con nivel de severidad medio y el 9,36% del total de fallas con nivel de severidad alto. Seguidamente, está la separación de racimos, que representa el 6,40% del total con un grado de gravedad NIVEL, el 5,45% del total con un nivel de gravedad MEDIO y el 20,01% del total con un grado de gravedad ALTO, lo que da un total combinado del 31,66%. En cuanto al total general, las grietas longitudinales y transversales representan el 1,72%. Respecto a éstas, el 3,41% tienen un grado de severidad MEDIO, mientras que el 4,26% tienen un grado de severidad ALTO. Teniendo todo en cuenta, estas grietas constituyen el 9,39% del total. Como consecuencia de la existencia de agujeros o baches se alcanza un total acumulado del 4,70%, que supone

el 1,35%, el 1,51%, el 1,51%, el 1,51%, el 1,51% y el 1,84% del total. Hay un 0,84 por ciento de contribución del bacheo de cuentas a la cantidad total. Hay un 0,84% que se clasifica con un grado de gravedad MEDIO, y un 0,67% con un grado de gravedad ALTO, lo que da un total combinado del 1,51%.

Conforme con las unidades de muestra analizadas con fotogrametría con dron se obtiene lo visualizado a continuación:

Figura 53.

Unidad muestral nro 01 analizado con fotometría con dron

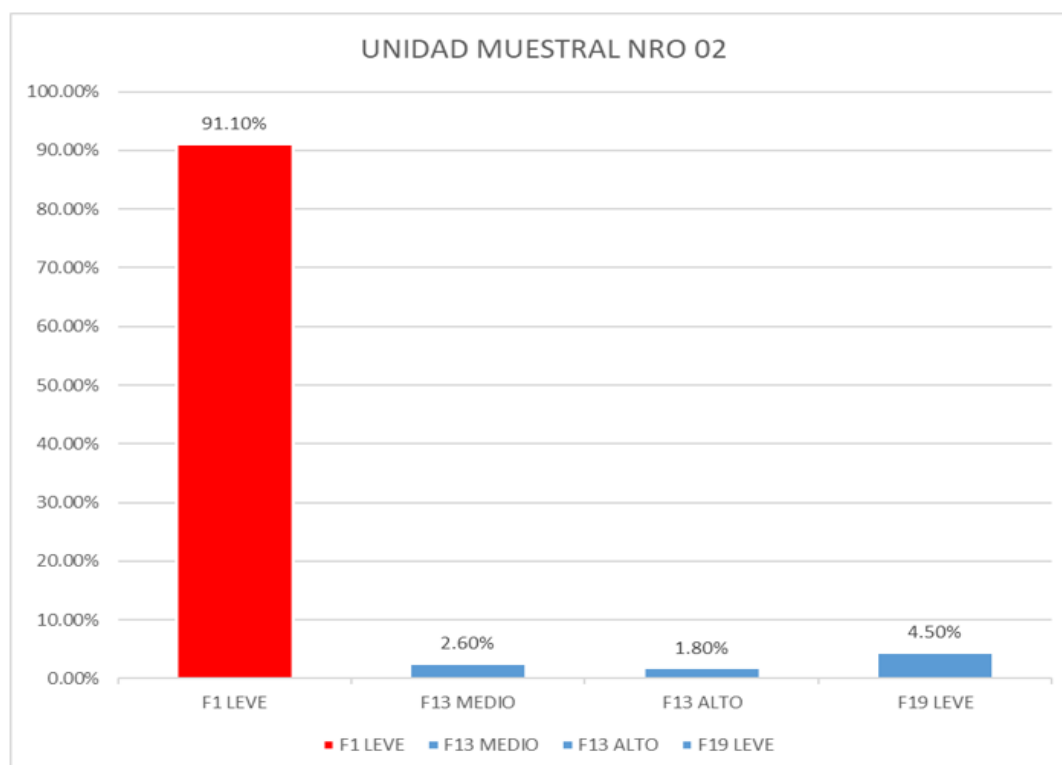


Explicación: El grado de gravedad asignado al fallo número 19, que suele denominarse desconchamiento de áridos, se califica como ALTO. Esta falla representa el 57,80% de todas las fallas. La falla número 10, que se caracteriza por fracturas tanto en sentido longitudinal como transversal, tiene un nivel de severidad calificado como LEVE y representa el 14,20% de todas las fallas disponibles. Al defecto número 11, relacionado con el parcheado, se le ha asignado un nivel de gravedad ALTO y representa el 10,00%.

Además, es responsable del 9,30% de todos los errores.

Figura 54.

Unidad de muestra nro 02 analizado con fotometría con dron

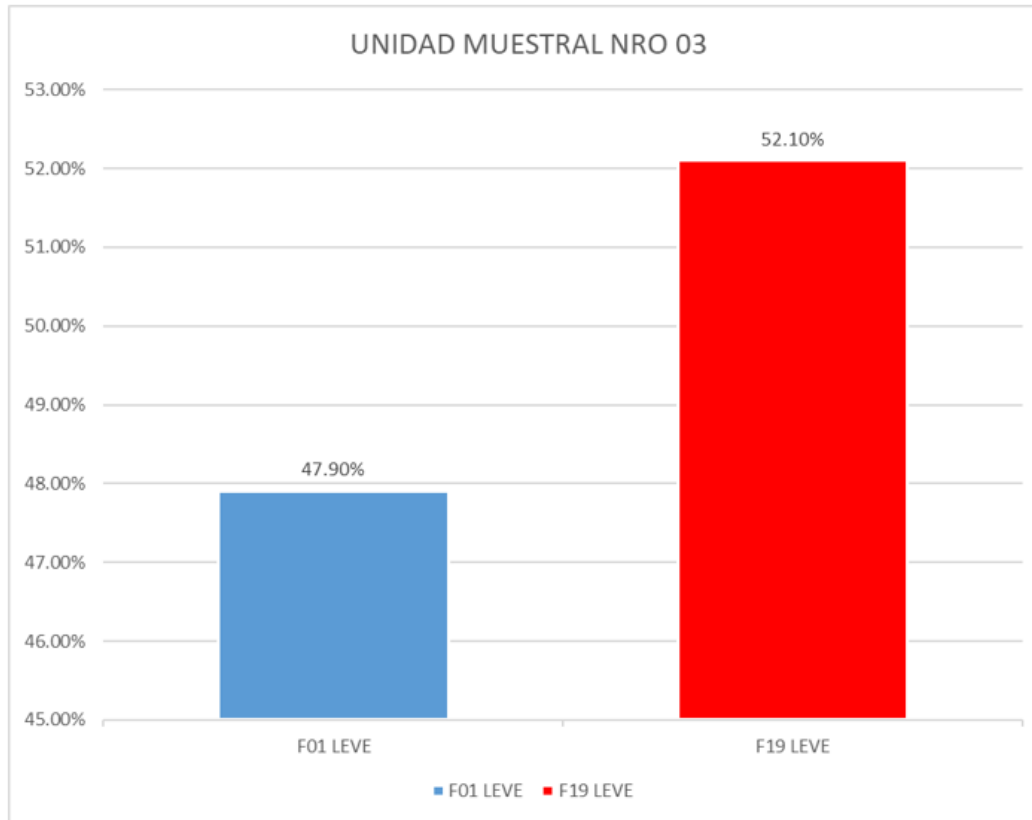


En concreto, está en relación con las densidades que se adquirieron de la unidad de muestra que se analizó mediante el uso de fotogrametría con drones. Existe un importante grado de severidad asociado a los huecos o baches, como muestra el nivel de severidad del 8,70%.

Explicación: El nivel de severidad de la Falla 01, a menudo denominada piel de cocodrilo, es de 91,1 puntos porcentuales. Los huecos, a menudo conocidos como baches, están asociados al Defecto 13, que tiene un nivel de gravedad medio del 2,60% y un nivel de gravedad alto del 1,80%. Por último, el defecto 19, que se caracteriza por la separación de áridos, tiene un nivel de gravedad del 4,50%.

Figura 55.

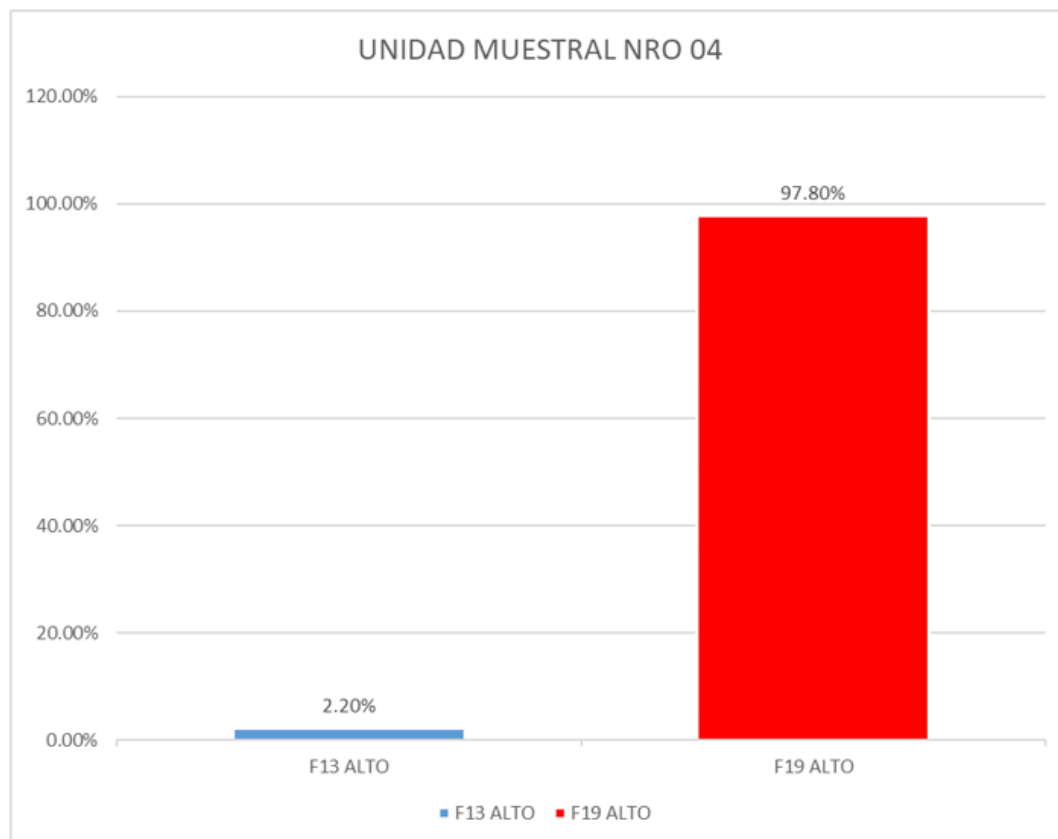
Unidad de muestra nro 03 con fotometría con dron



En concreto, el fallo 19 (desprendimiento de áridos) tiene un nivel de gravedad del 52,10%, mientras que el fallo 01 (piel de cocodrilo) tiene un nivel de gravedad del 47,90%. Ambos fallos se consideran menores.

Figura 56.

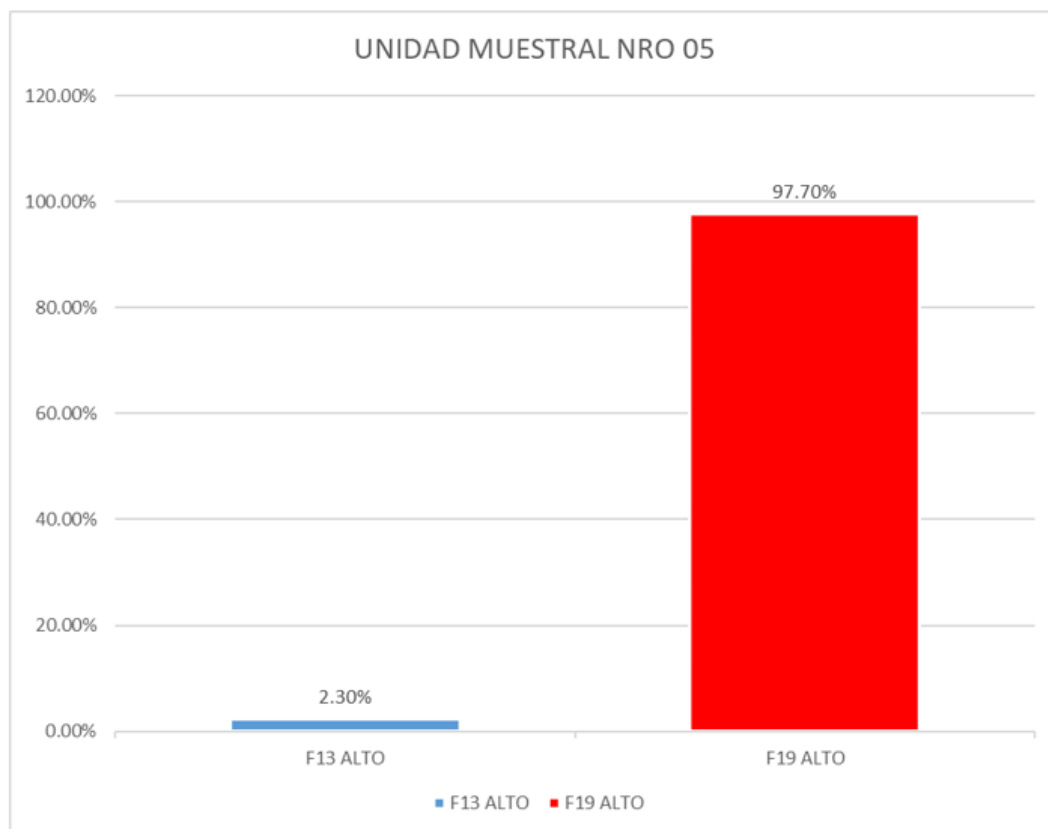
Unidad de muestra nro 04 con fotometría con dron



El fallo 19, que se denomina desprendimiento de áridos, es responsable del 97,80% de los fallos totales y se clasifica con un nivel de gravedad ALTO. Por otro lado, el fallo 13, relacionado con huecos o baches, representa el 2,20% del total de fallos y también tiene un nivel de gravedad considerado ALTO. Los dos fallos que se han descrito aquí se consideran ambos de gravedad alta.

Figura 57.

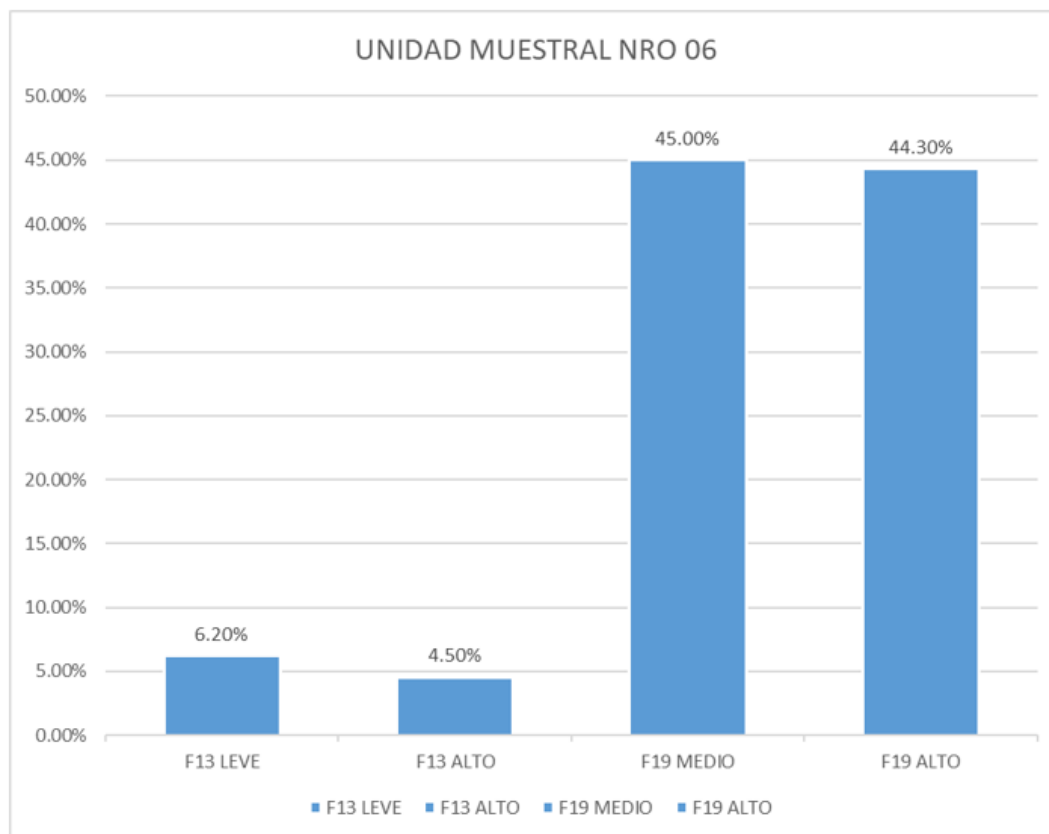
Unidad de muestra nro 05 con fotometría con dron



El nivel de severidad del Fallo 19 (desconchamiento de áridos) es ALTO, y representa el 97,70% del total de fallos. Por otro lado, el fallo 13 (huecos o baches) también tiene un nivel de gravedad ALTO, y representa el 2,30% del total de fallos. La gravedad de cada uno de estos fallos se considera muy grave.

Figura 58.

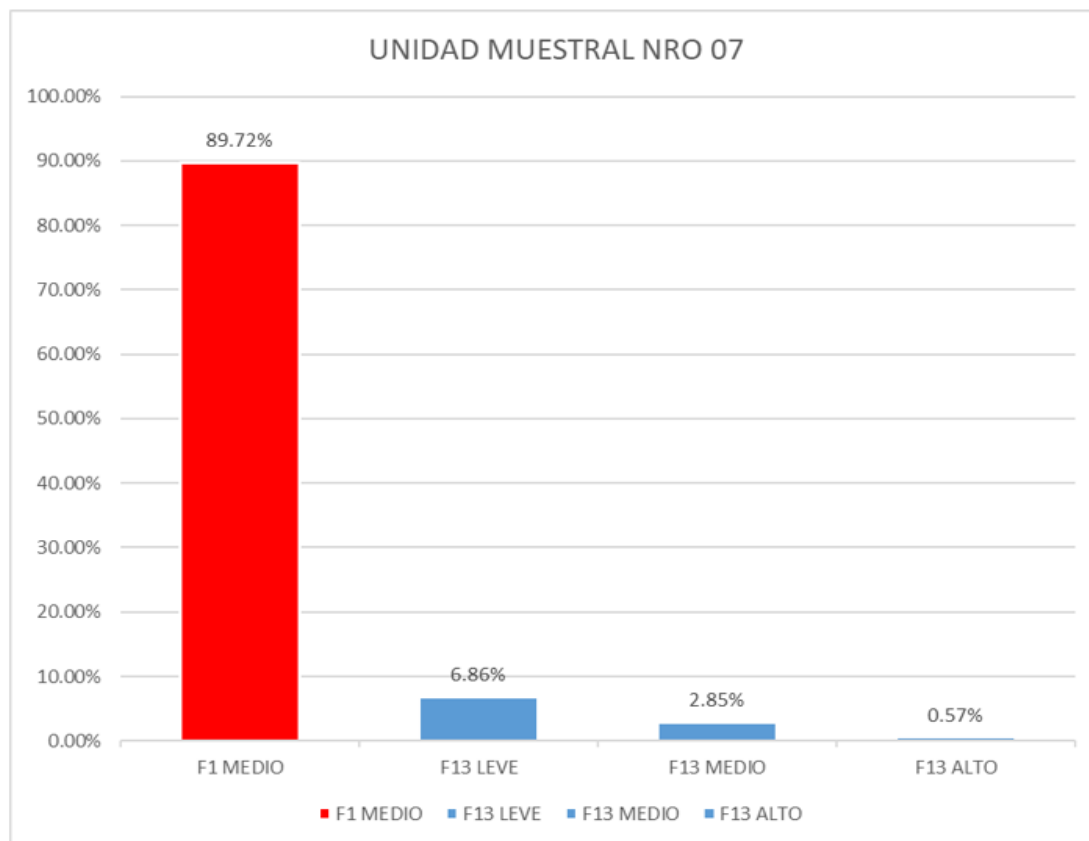
Unidad de muestra nro 06 con fotometría con dron



Para ser más específicos, la falla 19 (desprendimiento de áridos) puede clasificarse con un nivel de severidad del 45,00% con un nivel de severidad MEDIO, y del mismo modo, puede clasificarse con un grado de severidad del 44,30% con un grado de severidad ALTO. Además, el fallo 13, que hace referencia a la existencia de agujeros o baches, es responsable del 6,20% del total de fallos y se clasifica con un nivel de gravedad que se considera MEDIO. Además, es responsable del 4,50 por ciento del total de defectos y se clasifica con un nivel de gravedad que se considera grave.

Figura 59.

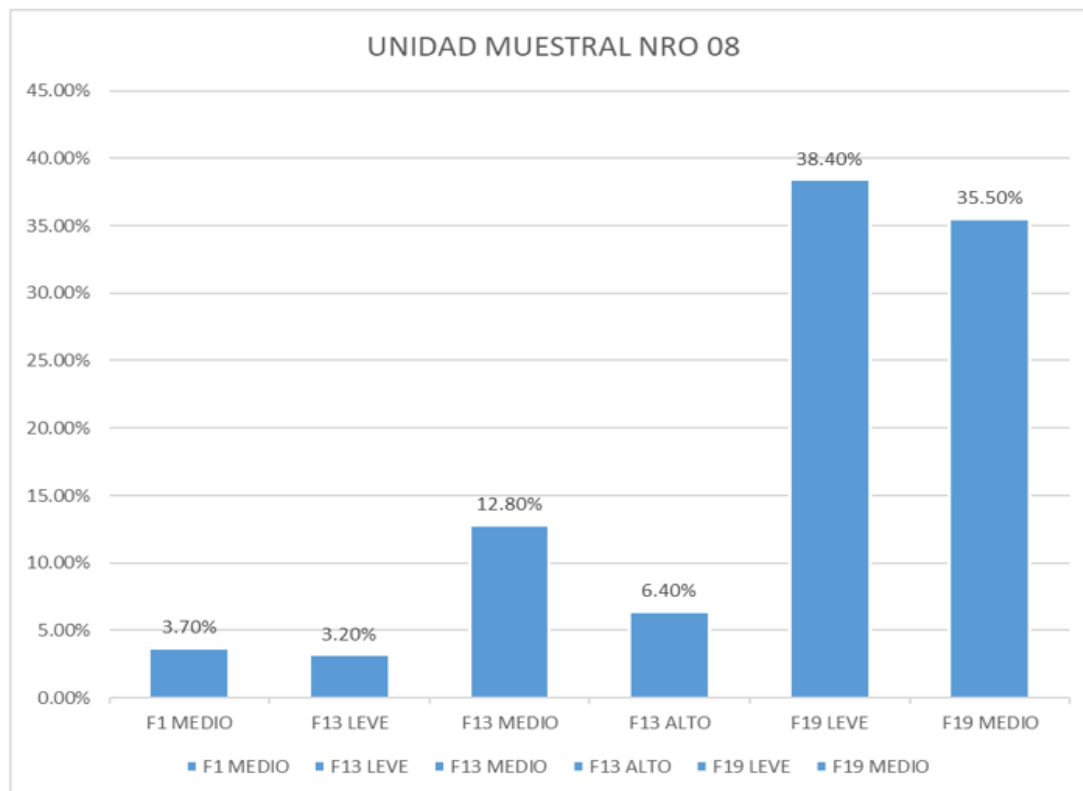
Unidad de muestra nro 07 con fotometría con dron



La falta 01 (Piel de cocodrilo) tiene un grado de gravedad MEDIO, que representa el 89,72% del total. Por otra parte, el defecto 13 (Huecos o baches) tiene un nivel de gravedad LEVE para el 6,86% del total, MEDIO para el 2,85% del total y ALTO para el 0,57% del total según el nivel de gravedad. Este defecto se caracteriza por los tres niveles de gravedad.

Figura 60.

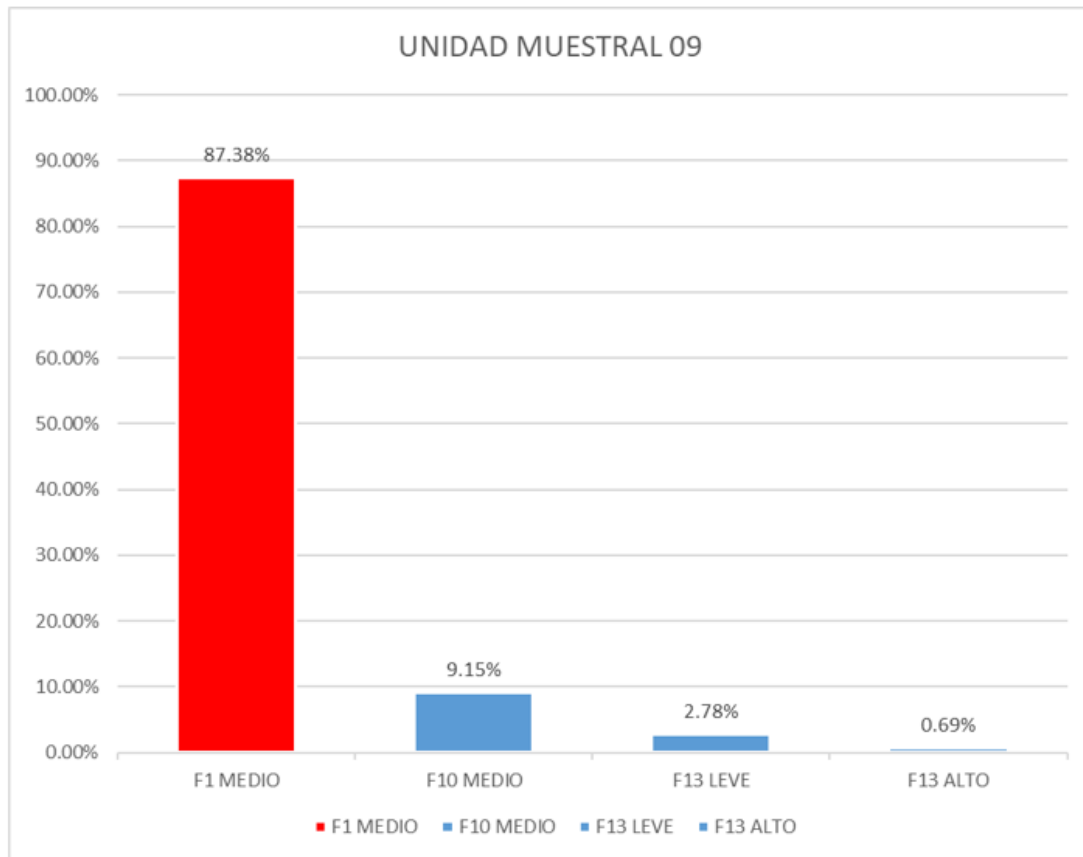
Unidad de muestra nro 08 con fotometría con dron



En términos de gravedad, el fallo 1 (Piel de cocodrilo) se clasifica como MEDIO, y su proporción es del 3,70%. El fallo 19 (desprendimiento del agregado) tiene un nivel de gravedad MEDIO y un porcentaje del 35,50%, y también tiene un nivel de gravedad LEVE y un porcentaje del 38,40%. Ambos fallos contribuyen al porcentaje global. El fallo 13 (Baches o socavones) tiene un nivel de gravedad ALTO y un porcentaje del 6,40%, un nivel de gravedad MEDIO y un porcentaje del 12,80%, y un nivel de gravedad LEVE y un porcentaje del 3,20%.

Figura 61.

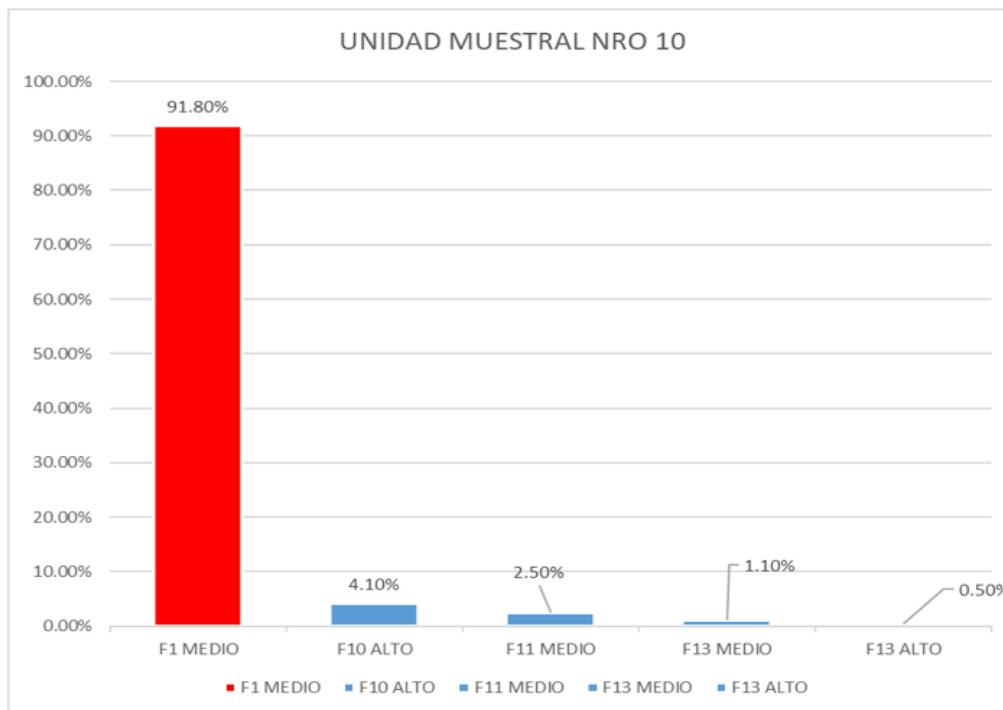
Unidad de muestra nro 09 con fotometría con dron



El nivel de gravedad de la falla 01, también conocida como piel de cocodrilo, es MEDIO, y es responsable del 87,38% de todos los problemas descubiertos. Además de presentar fracturas longitudinales y transversales, el fallo 10 se clasifica como de gravedad intermedia. En total, es responsable del 9,15% de todos los errores. La decimotercera falla, que se caracteriza por la existencia de huecos y baches, tiene un grado de gravedad alto y es responsable del 0,69% de las dificultades descubiertas. Además, tiene un índice de gravedad del 2,78%, que se considera de carácter leve.

Figura 62.

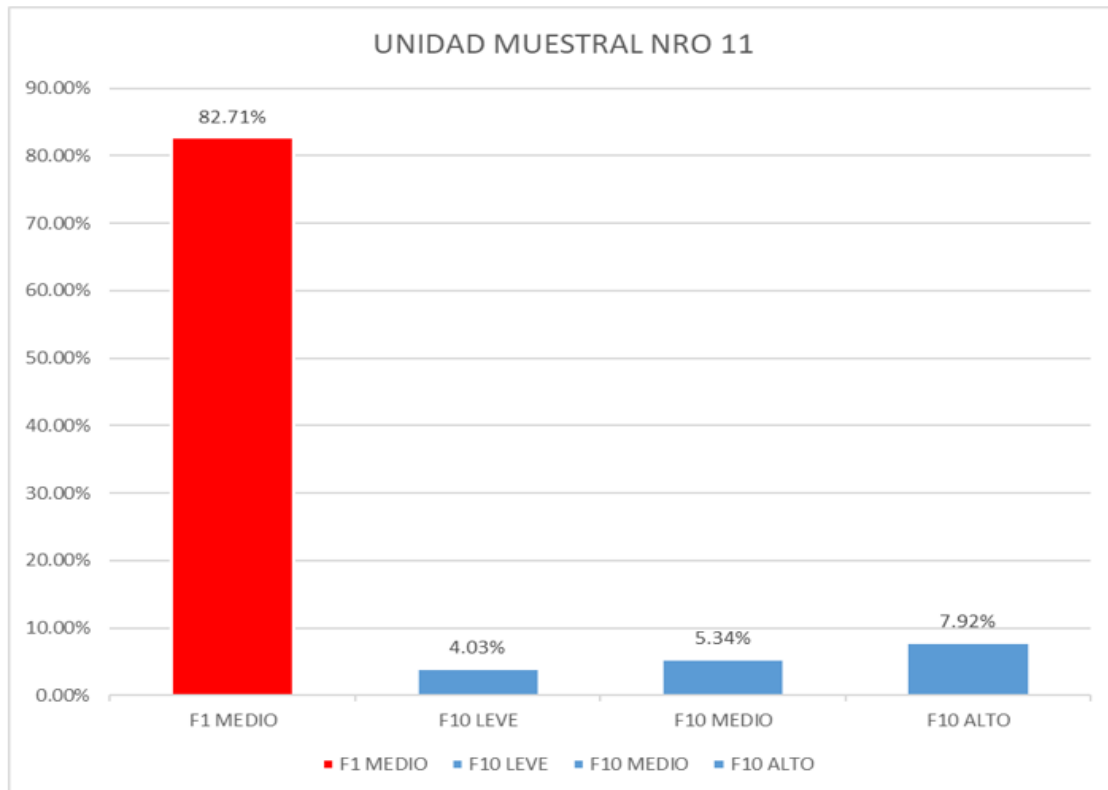
Unidad de muestra nro 10 con fotometría con dron



La imperfección en la piel del cocodrilo, que se conoce como defecto 01, tiene un nivel de gravedad clasificado como MEDIO y es responsable del 91,80% de los problemas. El decimotercer defecto, que se denomina lagunas y baches, tiene un nivel de gravedad clasificado como MEDIO y es responsable del 1,10% de los problemas. El defecto número 13, por su parte, tiene un nivel de gravedad clasificado como ALTO y es responsable del 0,5% de todos los problemas. El 4,10% de los problemas corresponde al defecto número 10, que se distingue por fracturas que discurren tanto en sentido longitudinal como transversal. La clasificación de esta afección como de alto grado de gravedad es ALTA. El parcheado es el undécimo y último defecto, y tiene un nivel de gravedad MEDIO. Es responsable del 2,50% de los problemas descubiertos. Con cada uno de estos datos, se tiene en cuenta en el cálculo el grado de gravedad con el que se descubre el problema.

Figura 63.

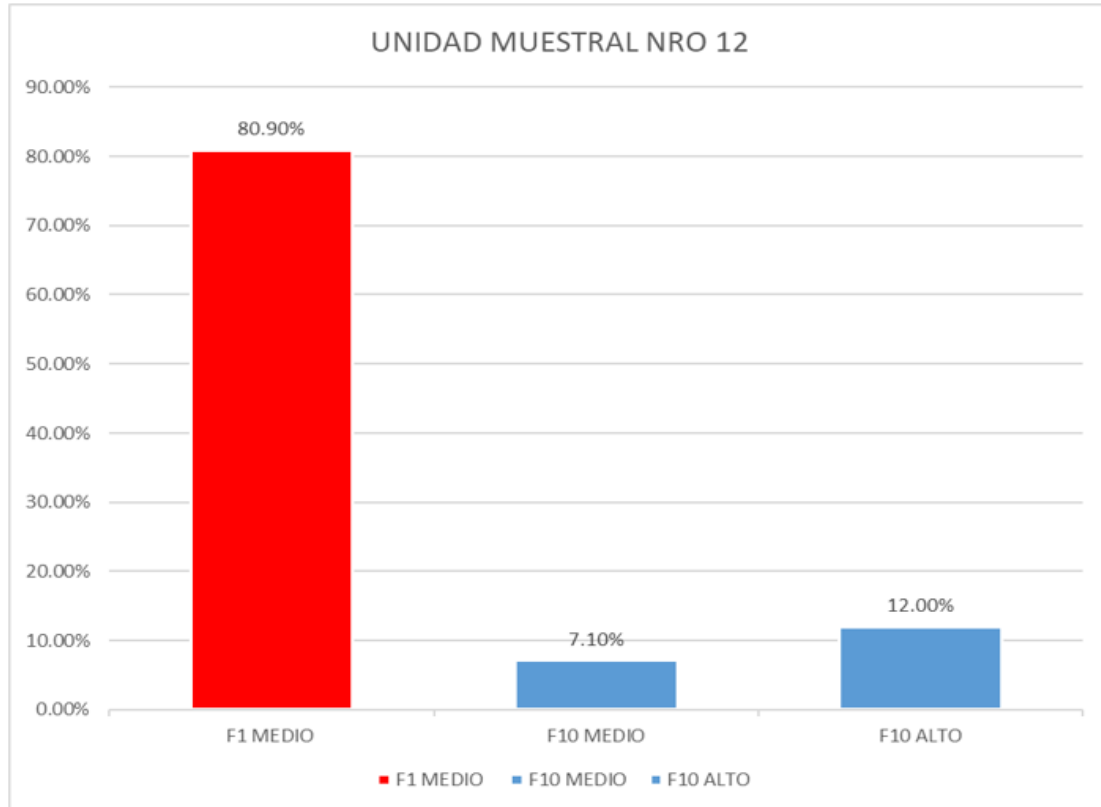
Unidad de muestra nro 11 con fotometría con dron



Se asigna un índice de gravedad MEDIO al fallo 01, que se caracteriza por la piel de cocodrilo. Este fallo es responsable del 82,71% de todos los fallos. Sin embargo, el fallo 10, que incluye fracturas longitudinales y transversales, tiene una calificación de gravedad ALTA para el 7,92% de los fallos, MEDIA para el 5,34% de los fallos y LEVE para el 4,03% de los fallos. La falla 10 se caracteriza por la existencia de fracturas longitudinales y transversales. Debido a los altos grados de severidad que presentan cada una de estas fallas, ambas son significativas.

Figura 64.

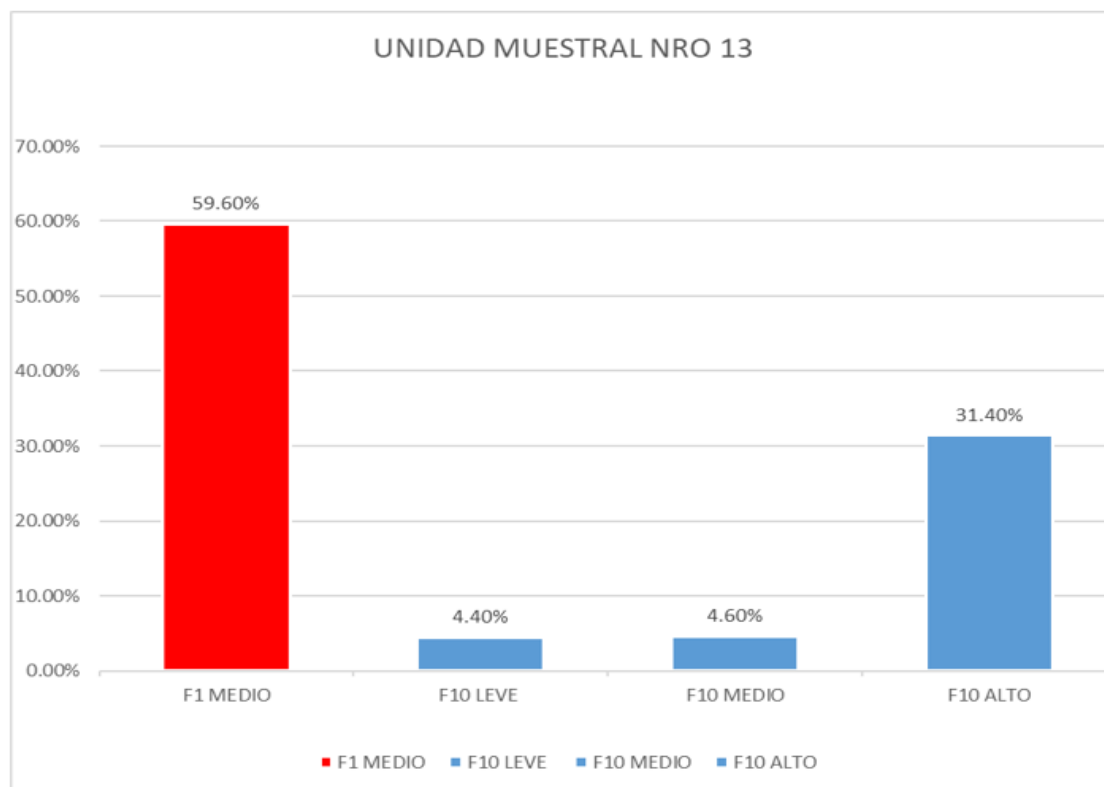
Unidad de muestra nro 12 con fotometría con dron



La falla 01, que se caracteriza por tener un nivel de severidad MEDIO, es responsable del 80,90% de las fallas y se define por tener piel de cocodrilo. El fallo 10, que comprende grietas de orientación longitudinal o transversal, es responsable del 7,10% del total de fallos y se clasifica como de nivel de gravedad MEDIO. En conclusión, el fallo 12 es el que representa el doce por ciento de todos los fallos y se clasifica como de nivel de gravedad alto. Todos estos fallos se clasifican con un grado de gravedad que se considera severo.

Figura 65.

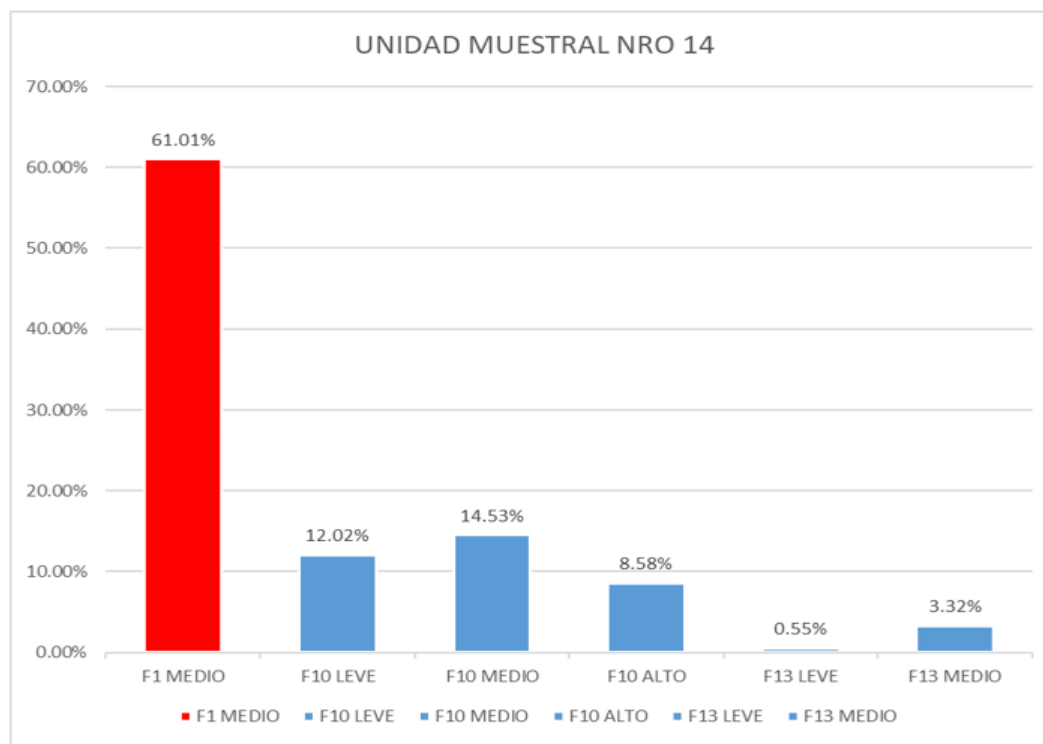
Unidad de muestra nro 13 con fotometría con dron



El 59,60% de los fallos pertenecen a la categoría de fallo 01, que se define por la piel de cocodrilo. Este fallo tiene un nivel de gravedad MEDIO. Se asigna un nivel de gravedad LEVE al fallo 10, que se caracteriza por grietas longitudinales y transversales. El fallo 10 representa el 4,40% de los fallos y tiene un nivel de gravedad de 10. Otro caso de fallo 10, que se caracteriza igualmente por grietas longitudinales y transversales, tiene un grado de gravedad MEDIO y representa el 4,60% de los fallos. El fallo 01, caracterizado por fisuras longitudinales y transversales, tiene un índice de gravedad ALTO y representa el 31,40% de los fallos. El fallo 01 es el último fallo encontrado.

Figura 66.

Unidad de muestra nro 14 con fotometría con dron



Se asigna un índice de gravedad MEDIO al defecto 01, también denominado piel de cocodrilo. Este defecto es responsable del 61,01% del total de fallos. El décimo defecto, que se caracteriza por fracturas longitudinales y transversales, tiene una gravedad LIGERA y es responsable del 12,02% de los defectos. Además, tiene un nivel de gravedad MEDIO, responsable del 14,53% de los problemas, y también tiene un nivel de gravedad ALTO, responsable del 8,58% de los fallos. Por lo tanto, se trata de un problema muy grave. En conclusión, el fallo 13, que se caracteriza por la existencia de huecos o baches, se clasifica con un nivel de gravedad LEVE y es responsable del 0,55% de los defectos. También se le asocia un nivel de gravedad MEDIO y es responsable del 3,32% de los defectos.

El siguiente texto ofrece un análisis completo de las problemáticas que se han hallado en la carretera Juliaca-Lampa, concretamente en los tramos 0+000 a 4+000. Estos

defectos fueron evaluados utilizando fotometría aérea que fue recogida por un vehículo aéreo no tripulado (UAV).

Tabla 5.

Resumen de fallas analizadas con la fotometría con dron

CLASE DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL, EN TODO EL TRAMO	VALOR (%)	VALOR TOTALIZADO
F1 PIEL DE COCODRILO.	LEVE	1.39	10.03 %	
	MEDIO	5.57	40.16 %	50.19 %
F10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ALTO	-	-	
	LEVE	0.21	1.48%	
	MEDIO	0.41	2.94%	9.04%
F11 PARCHEOS	ALTO	0.64	4.62 %	
	LEVE		-	
	MEDIO	0.12	0.88 %	1.60%
F13 HUECOS O BACHES	ALTO	0.10	0.72 %	
	LEVE	0.20	1.41 %	
	MEDIO	0.23	1.63 %	5.04 %
F19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.	ALTO	0.28	2.00 %	
	LEVE	0.95	6.85 %	
	MEDIO	0.81	5.81 %	34.13 %
	ALTO	2.98	21.47%	
		13.86	100.00%	100.00 %

Con base en la información dada en la tabla resumen, es posible extraer la conclusión de que la ocurrencia de piel de cocodrilo es la clase de falla más prevalente que se representa en el segmento carretero que se extiende desde Lampa hasta Caracara, es decir, de mil a cinco mil. Este tipo de falla representa el cincuenta y nueve punto nueve % del total de fallas, siendo el cuarenta y seis punto dieciséis por ciento descrito como de nivel de severidad medio y el diez punto tres por ciento descrito como de nivel de severidad alto. A continuación, se produce una separación de agrupaciones, que incluye el 6,85% de las agrupaciones clasificadas con un NIVEL de gravedad, el 5,81% de las agrupaciones identificadas con un NIVEL MEDIO de gravedad y el 21,47% de las agrupaciones clasificadas con un NIVEL ALTO de gravedad, lo que da como resultado un nivel total acumulado del 34,13%. Además de las grietas transversales, las grietas

longitudinales también se incluyen en esta categoría de grietas. Estas grietas tienen un nivel de gravedad del 1,48% con una gravedad LEVE, del 2,94% con una gravedad MEDIA y del 4,62% con una gravedad ALTA, lo que eleva el nivel de gravedad total al 9,04%. A continuación, comprobamos si hay agujeros o baches. Con un nivel de gravedad NIVEL, estos representan el 1,41% del total, mientras que el 1,63% tienen un nivel de gravedad MEDIO, y el 2,00% tienen un grado de gravedad ALTO, lo que da un total combinado del 5,04%. En conclusión, la aplicación de parches es un factor que constituye el 0,88% del total y se clasifica con un nivel de gravedad MEDIO. Además, hay un 0,72% de personas que tienen un nivel de gravedad ALTO, lo que hace un total del 1,60% en toda la población.

Tabla 6.

Diferencia entre % determinados de las clases de fallas existentes en el tramo

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	VALOR (%)ANALIZADO EN CAMPO	VALOR (%) ANALIZADO CON DRON	CONTRASTE DE DATOS HALLADOS
F1 PIEL DE COCODRILO	LEVE	9.36 %	10.03 %	0.67%
	MEDIO	43.18 %	40.16 %	3.02%
	ALTO	-	-	
F10 FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	LEVE	1.72 %	1.48%	0.24%
	MEDIO	3.41 %	2.94%	0.47%
	ALTO	4.26 %	4.62 %	0.36%
F11 PARCHEOS	LEVE	-	-	
	MEDIO	0.84 %	0.88 %	0.04%
	ALTO	0.67 %	0.72 %	0.05%
F13 HUECOS O BACHES	LEVE	1.35 %	1.41 %	0.06%
	MEDIO	1.51 %	1.63 %	0.12%
	ALTO	1.84 %	2.00 %	0.16%
F19 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.	LEVE	6.40 %	6.85 %	0.45%
	MEDIO	5.45 %	5.81 %	0.36%
	ALTO	20.01%	21.47%	1.46%
		100.00%	100.00%	

La siguiente tabla ilustra el contraste en las proporciones proyectadas de las diferentes clases de fallas que se detectaron en secciones que van desde un millón a cinco mil kilómetros a lo largo de la ruta Lampa - Caracara. Estos tramos fueron descubiertos utilizando técnicas in-situ así como fotogrametría con drones. En general, los hallazgos

que se adquieren mediante el uso de la fotogrametría con drones son comparables a los que se obtienen mediante el uso de enfoques tradicionales. La incorporación de la fotogrametría con UAV a la técnica de PCI demuestra su utilidad, como muestra este ejemplo.

4.1.1 *Condicionantes superficiales de los pavimentos flexibles conforme a la metodología PCI y la fotometría con dron*

Con el desarrollo del método PCI IN-SITU, se alcanzó la siguiente organización PCI para cada unidad de muestra.

Tabla 7.

Organización PCI para cada unidad de muestra

U.M	PROG.INICIAL (KM)	PROG.FINAL (KM)	(PCI) CALCULADO	CLASIFICACION DEL PAVIMENTO
M - 1	KM 1+000.00	KM 1+031.50	17,38	MUY MALO
M - 2	KM 1+252.00	KM 1+283.50	16,39	MUY MALO
M - 3	KM 1+504.00	KM 1+535.50	49,09	REGULAR
M - 4	KM 1+756.00	KM 1+787.50	6,99	FALLADO
M - 5	KM 2+008.00	KM 2+039.50	7,12	FALLADO
M - 6	KM 2+260.00	KM 2+291.50	4,97	FALLADO
M - 7	KM 2+512.00	KM 2+543.50	3,08	FALLADO
M - 8	KM 2+764.00	KM 2+795.50	0,04	FALLADO
M - 9	KM 3+016.00	KM 3+047.50	18,54	MUY MALO
M - 10	KM 3+268.00	KM 3+299.50	14,47	MUY MALO
M - 11	KM 3+520.00	KM 3+551.50	23,48	MUY MALO
M - 12	KM 3+772.00	KM 3+803.50	27,32	MALO
M - 13	KM 4+024.00	KM 4+055.50	14,63	MUY MALO
M - 14	KM 4+276.00	KM 4+307.50	9,87	MUY MALO
M - 15	KM 4+528.00	KM 4+559.50	28,43	MALO
PCI PROMEDIO			16.12	

Según el cuadro 12, las unidades de muestreo M-03 tienen una calificación PCI de REGULAR ya que su PCI hallado es inferior a 55. Esta es la razón de la calificación. Además, las unidades de muestreo M-12 y M-15 han recibido una calificación de Índice de Mal Estado (ICP) ya que los valores que se calcularon para su ICP han resultado ser inferiores a 40. Las unidades de muestreo M-01, M-02, M-09, M-10, M-11, M-13 y M-14 tienen una calificación muy baja para su Índice de Estado del Pavimento (ICP) debido a que su Índice de Estado del Pavimento (ICP) calculado es inferior a 25. Además, las unidades de muestreo M-12 y M-15 tienen un Índice de Estado del Pavimento (ICP) bajo. Debido a que su (PCI) calculado fue inferior a 10, las unidades de muestreo M-04, M-05, M-06, M-07 y M-08 han recibido una calificación de NO APTO por el (PCI).

Un gráfico que proporciona una visión general de las numerosas soluciones diferentes que están disponibles para cada unidad de muestra única.

Tabla 8.

Alternativa de solución para cada unidad de muestra

U.M	PROG.INICIAL (KM)	PROG.FINAL (KM)	ORGANIZACIÓN PCI	ALTERNATIVAS DE SOLUCION
M - 1	KM 1+000.00	KM 1+031.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 2	KM 1+252.00	KM 1+283.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 3	KM 1+504.00	KM 1+535.50	REGULAR	REHABILITACIÓN
M - 0	KM 1+756.00	KM 1+787.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 5	KM 2+008.00	KM 2+039.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 6	KM 2+260.00	KM 2+291.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 7	KM 2+512.00	KM 2+543.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 8	KM 2+764.00	KM 2+795.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 9	KM 3+016.00	KM 3+047.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 10	KM 3+268.00	KM 3+299.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 11	KM 3+520.00	KM 3+551.50	MUY MALO	REHABILITACIÓN
M - 12	KM 3+772.00	KM 3+803.50	MALO	REHABILITACIÓN
M - 13	KM 4+024.00	KM 4+055.50	MUY MALO	REHABILITACIÓN
M - 14	KM 4+276.00	KM 4+307.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 15	KM 4+528.00	KM 4+559.50	MALO	CONSTRUCCION



El valor PCI medio de los kilómetros evaluado será la separación de la sumatoria de PCIs determinados entre el número de unidades de muestra.

$$PCI_{promedio} = \frac{\sum PCIs \text{ calculado}}{\text{Total unidades muestrales}}$$

$$PCI_{promedio} = \frac{241.80}{15}$$

$$PCI_{promedio} = 16.12$$

Con una clasificación PCI de MUY MALA, la ruta Lampa - Caracara tiene una progresión que va de 1+000 a 5+000 con cada milla adicional. Debido a que este sector tiene un puntaje promedio de PCI de 16,12, ha sido clasificado de acuerdo al PCI. Además, como opción alternativa adicional, se sugiere la construcción de un nuevo pavimento peatonal. Debido al hecho de que el (PCI) promedio para este tramo particular de la carretera entre Lampa y Caracara es muy pobre, la indagación se centra en ese segmento particular de la carretera. La investigación cubre el rango de mil a cinco mil.

RESULTADOS SON CONSISTENTES CON LA FOTOGRAMETRIA CON DRONES

Un resultado del desarrollo del vuelo de drones a una altura de treinta metros fue la identificación de la organización PCI para cada unidad de muestra.

Tabla 9.*Organización PCI (dron) para cada unidad de muestra*

U.M	PROG.INICIAL (KM)	PROG.FINAL (KM)	(PCI) HALLADO	DETERMINACIÓN DEL PAVIMENTO
M - 1	KM 1+000.00	KM 1+031.50	17,58	MUY MALO
M - 2	KM 1+252.00	KM 1+283.50	16,52	MUY MALO
M - 3	KM 1+504.00	KM 1+535.50	49,14	REGULAR
M - 4	KM 1+756.00	KM 1+787.50	7,01	FALLADO
M - 5	KM 2+008.00	KM 2+039.50	7,15	FALLADO
M - 6	KM 2+260.00	KM 2+291.50	5,08	FALLADO
M - 7	KM 2+512.00	KM 2+543.50	3,11	FALLADO
M - 8	KM 2+764.00	KM 2+795.50	0,35	FALLADO
M - 9	KM 3+016.00	KM 3+047.50	18,68	MUY MALO
M - 10	KM 3+268.00	KM 3+299.50	14,66	MUY MALO
M - 11	KM 3+520.00	KM 3+551.50	23,72	MUY MALO
M - 12	KM 3+772.00	KM 3+803.50	27,71	MALO
M - 13	KM 4+024.00	KM 4+055.50	15,03	MUY MALO
M - 14	KM 4+276.00	KM 4+307.50	10,16	MUY MALO
M - 15	KM 4+528.00	KM 4+559.50	N-C	N-C
PCI PROMEDIO			15.42	

Dado que las unidades de muestra M-03 tienen un valor de PCI calculado inferior a 55, la calificación de PCI que se les ha dado es **REGULAR**. Esta decisión se ha tomado conforme con los valores que se visualizan en el cuadro 14. Por otra parte, a las unidades de muestreo M-12 se les ha asignado un grado de ICP de **MALO** ya que su valor de ICP calculado es inferior a 40. Esta es la razón de la asignación de este grado. Cada una de las unidades de muestreo M-01, M-02, M-09, M-10 y M-11 tiene un grado de ICP inferior a la media. A las unidades M-04, M-05, M-06, M-07, y M-08 se les ha asignado un grado de PCI de **FALLIDO** porque su (PCI) previsto es inferior a 10. Este es el motivo de la asignación de este grado. Así lo demuestra el hecho de que su calificación PCI sea inferior

a 25. Tanto la M-13 como la M-14 tienen un índice PCI que se considera muy inferior. Debido a la restricción que se impuso a la colocación de la sección dentro de una GEOZONA de vuelo restringido (ZONA ROJA), no fue factible recoger datos de esa unidad de muestra mientras el dron estaba en vuelo. Debido a esto, fue imposible calcular M-15 con los datos disponibles.

Esta es una forma tabular que proporciona un breve resumen de las muchas opciones de solución que están disponibles para cada unidad de muestra individual.

Tabla 10.

Alternativas de solución para cada unidad de muestra (Determinado con dron)

U.M	PROG.INICIAL (KM)	PROG.FINAL (KM)	ORGANIZACIÓN PCI	ALTERNATIVAS DE SOLUCION
M - 1	KM 1+000.00	KM 1+031.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 2	KM 1+252.00	KM 1+283.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 3	KM 1+504.00	KM 1+535.50	REGULAR	REHABILITACIÓN
M - 0	KM 1+756.00	KM 1+787.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 5	KM 2+008.00	KM 2+039.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 6	KM 2+260.00	KM 2+291.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 7	KM 2+512.00	KM 2+543.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 8	KM 2+764.00	KM 2+795.50	FALLADO	CONSTRUCCION
M - 9	KM 3+016.00	KM 3+047.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 10	KM 3+268.00	KM 3+299.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 11	KM 3+520.00	KM 3+551.50	MUY MALO	REHABILITACIÓN
M - 12	KM 3+772.00	KM 3+803.50	MALO	REHABILITACIÓN
M - 13	KM 4+024.00	KM 4+055.50	MUY MALO	REHABILITACIÓN
M - 14	KM 4+276.00	KM 4+307.50	MUY MALO	CONSTRUCCION
M - 15	KM 4+528.00	KM 4+559.50	N-C	N-C

El valor PCI medio de los kilómetros evaluados será la separación de la sumatoria de PCIs determinados entre la cantidad de unidades de muestra.

$$PCI_{promedio} = \frac{\sum PCIs \text{ calculado}}{\text{Total unidades muestrales}}$$

$$PCI_{promedio} = \frac{215.90}{14}$$

$$PCI_{promedio} = 15.42$$

Sobre la base de la calificación media del (ICP) de 15,42, la carretera que une Lampa y Caracara se incluirá en la categoría “muy mala”. Para efectos de esta clasificación, son aplicables los tramos 1+000 a 5+. Tomando en consideración el (ICP) que se adquirió mediante el uso de fotogrametría con drones, especialmente para la ruta Lampa-Caracara, tramo 1+000 a 5+000, se sugiere la construcción de un nuevo pavimento como opción alternativa. Sólo se utilizaron catorce unidades de muestreo en el cálculo, que se llevó a cabo para obtener el valor medio del PCI. La unidad de muestra 15 no pudo evaluarse debido a los factores indicados anteriormente.

En cuanto a la aplicación del enfoque del PCI, es de suma importancia señalar que la realización del vuelo del dron a una altura de treinta metros mejoró la detección de defectos, lo que en última instancia condujo a un procedimiento de recopilación de datos y medición más eficiente que requirió menos tiempo.

4.1.2 Planteamiento de una solución ante las fallas del pavimento flexible analizado con el método PCI y fotometría con dron

La solución más viable para la sustitución del pavimento flexible en la ruta Lampa - Caracara, es decir, en el segmento de 1+000 a 5+000, es la construcción de un nuevo pavimento. Este resultado se obtuvo mediante el uso del enfoque PCI y la fotometría, que

se llevaron a cabo utilizando un avión no tripulado. Se llegó a este juicio basándose en los datos recogidos mediante la técnica PCI, la mayoría de los cuales indican una situación fallida, muy mala o mala. Por lo tanto, se recomienda considerar la viabilidad de la construcción de una nueva carretera que esté diseñada específicamente para acomodar el tráfico en la región y se alinee con los criterios investigados.

4.2 Discusiones de datos obtenidos

4.2.1 *Clases de fallas existentes en el pavimento flexible*

La piel de cocodrilo es la clase de falla más frecuente en el pavimento flexible del tramo de la vía Lampa - Caracara +1000 a 5+000, según los hallazgos. La piel de cocodrilo representa el 52,54% de las fallas in situ y el 50,19% de las fallas mediante fotogrametría con drones. A esto le sigue el desprendimiento de agregados, que in situ representa el 31,86% del total y la fotogrametría con drones representa el 34,13% del total. Las grietas in situ representan el 9,39% del total, mientras que las grietas que corren longitudinalmente y transversalmente representan el 9,04% del total cuando se utiliza la fotogrametría con drones. Los agujeros o baches representan el 4,70% del total cuando se utiliza la fotogrametría con drones. Los parches representan el 1,51% del total de datos in situ, mientras que la fotogrametría con drones representa el 1,60% del total. En todo el tramo estudiado se observa una presencia continua de todos los aspectos que se han definido y estos elementos aparecen en distintos momentos de acuerdo con los patrones que se han establecido en el pasado. Es fundamental destacar la presencia de un tramo completo para mejorar la recolección de datos y obtener una comprensión de las condiciones de la vía más clara y concisa. Para el uso efectivo de la técnica PCI en campo y la fotogrametría con dron, es fundamental obtener una visualización precisa de la ruta. Por ello, es muy necesario tener en cuenta el clima como elemento limitante. La razón de

esto es que es fundamental realizar una inspección visual exhaustiva y pasar por el proceso de vuelo del dron.

Los resultados que se obtuvieron al estudiar las distintas clases de fallas en el pavimento flexible del tramo vial entre Lampa y Caracara, que oscilaron entre un millón y quinientos mil, se suman a la base de datos que se está considerando para la construcción de un nuevo pavimento en ese tramo.

4.2.2 Situación superficial del pavimento flexible en relación al método PCI y la fotometría

Los resultados hallados a través del uso del método PCI IN-SITU y PCI con fotogrametría con drones a una altura de vuelo de treinta m, que consta de un total de quince unidades de muestra a lo largo de todo el tramo de cuatro kilómetros investigado, indican que los resultados de PCI que se calcularon se clasificaron principalmente como MAL, MUY MAL y REPROBADO. El (PCI) promedio que se deriva utilizando datos IN-SITU es de 16,12, pero el PCI promedio que se halla utilizando fotogrametría con drones es de 15,42. El hecho de que este sea el caso sugiere que el valor de PCI para fotogrametría con drones es bastante cercano al valor de PCI IN-SITU. Es claro que la carretera Juliaca-Lampa, que está categorizada como progresiva 1+000 a 5+000, está en muy mal estado, como lo demuestra el pésimo estado en el que se encuentra actualmente. En consecuencia, como solución alternativa, se sugiere el desarrollo de un nuevo pavimento. El valor PCI media será diferente debido a que la ruta investigada fue completamente diferente. Como resultado, los resultados de nuestra investigación PCI promedio no son consistentes con los hallazgos de otras investigaciones. Por otro lado, se descubrió que el uso del dron como soporte para la Metodología PCI produce resultados favorables. En vista de esto, el uso de drones en futuras investigaciones resultará muy



ventajoso, ya que contribuyen a la identificación de defectos y a la implementación del enfoque PCI de una manera más expedita y efectiva.

4.2.3 Planteamiento de una solución, ante las fallas del pavimento flexible estudiado

A través del uso del método PCI y técnicas de fotogrametría que incluyen la utilización de un dron, se logra dar una solución alternativa más pertinente y adecuada a la circunstancia particular de la ruta Juliaca-Lampa avanzando de 0+000 a 4+000. La instalación de un nuevo pavimento es la estrategia que se recomienda como la más óptima y útil para el tramo evaluado. Esto se debe a que cada uno de los datos recabados demuestran, sin lugar a dudas, que el pavimento se sitúa en un estado que oscila entre malo, extremadamente malo y fallido.



CONCLUSIONES

1. En conclusión, el camino que une Lampa y Caracara se encuentra sobre un pavimento flexible que se extiende por una distancia que oscila entre mil y cinco mil metros. Utilizando la metodología PCI y la fotogrametría con un UAV, se descubrió que el estado de conservación del elemento se ha degradado significativamente, lo que es suficiente para apoyar una categorización de “muy malo” en términos de estado de la superficie. Esto se determinó fotografiando el objeto con un dron. Para garantizar que los procedimientos y los ensayos tengan lugar de forma aceptable, es imprescindible que se realicen de acuerdo con las precauciones de seguridad requeridas y con el equipo de seguridad adecuado. Además, es esencial que el desarrollo de recopilación de datos se lleve a cabo con meticulosidad. Las recomendaciones que aquí se presentan se han obtenido a partir de la recopilación exhaustiva de hallazgos.
2. Mediante la técnica de PCI y fotogrametría con dron, se determinó que el pavimento flexible de la carretera Lampa - Caracara, especialmente en el tramo 1+000 a 5+000, presentaba diversas fallas. Esto se determinó adoptando el método PCI. Además de la existencia de hoyos o pozos y parches, estas fallas incluían patrones de piel de cocodrilo, desprendimiento de agregados, fracturas longitudinales y transversales, y desprendimiento de incorporante. Se aceptó la existencia de estas deficiencias. La evaluación in situ fue responsable del 52,54%, 31,86%, 9,39%, 4,70% y 1,51% del total, según los resultados recogidos. Mediante fotogrametría con dron, la evaluación fue responsable del 50,19%, 9,04%, 1,60%, 5,04% y 34,13%, respectivamente. Estos porcentajes son una representación de los defectos que se encontraron en el total de unidades de la



muestra, que ascendieron a quince en toda la muestra. Utilice una escala que va de 0+000 a 4+000 para indicar el estado de la carretera que une Juliaca y Lampa.

3. Conforme con el rango de PCI, se descubrió que la situación del pavimento flexible en la ruta entre Lampa y Caracara, que se extiende de 1+000 a 5+000, corresponde a un nivel de superficie total que cae entre 16,12 y 15,42. Después de realizar una evaluación de los datos obtenidos que se hallaron utilizando la técnica de PCI en campo y el PCI aplicado con fotogrametría de drones a una altura de 35 metros, es obvio que hay una diferencia menor entre los resultados. El hecho de que este sea el caso demuestra que el pavimento flexible en ambos casos es de muy baja calidad, y no alcanza con los parámetros límites para el flujo continuo de tráfico.
4. De acuerdo con la información recopilada, la opción más adecuada para la carretera que une Lampa y Caracara, es decir, entre los hitos 1+000 y 5+000, es crear un nuevo pavimento. A la luz del hecho de que el método de PCI, que fue apoyado por el vuelo de drones, produjo un rango de PCI que indica un muy mal estado, estamos en condiciones de deducir que el pavimento flexible de la ruta Lampa - Caracara, a saber, las secciones 1+000 a 5+000, se encuentra en un terrible estado de deterioro. Como resultado, existe la posibilidad de desarrollar un modelo innovador para el pavimento de la carretera.



RECOMENDACIONES

1. Se ha aconsejado que la porción de la carretera que se está examinando se amplíe para brindar un análisis más completo de la condición de la carretera. Esta recomendación llega después de que se hayan identificado los fallos actuales de la carretera entre Lampa y Caracara. Estos problemas van desde progresivos.
2. Se ha propuesto utilizar la técnica de PCI en conjunto con la fotogrametría de drones para llevar a cabo un vuelo de drones a una altura disminuida de 35 m. Esto se hace con la intención de disminuir al límite la posibilidad de errores. Es esencial tener en cuenta las regiones circundantes, que incluyen la altura de edificios, postes, antenas y otros objetos, además de las zonas geográficas, para disminuir la posibilidad de que se desarrollen percances durante el vuelo.
3. Se recomienda encarecidamente el uso de un dron equipado con tecnología punta para lograr una mayor precisión y reducir el número de errores. Para llevar a cabo con éxito el levantamiento fotogramétrico, es esencial que el viaje esté minuciosamente planificado, que cumpla las normas de seguridad adecuadas y que esté supervisado por un piloto profesional. Cada una de estas propuestas ha recibido un respaldo rotundo.
4. Para que la carretera que se está investigando resulte más cómoda para los automovilistas, se sugiere que se construya de acuerdo con el volumen de tráfico de automóviles que experimente.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Campos Días, M. J. (2017). Evaluación del estado del Pavimento Flexible según el Índice de condición del Pavimento (PCI), de la carretera Cp. Huambocancha Baja-Cp. El Batan, Provincia de Cajamarca-2015. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Carrera Uquilla, M. V. (2011). EVALUACIÓN DE PAVIMENTO UTILIZANDO EL MÉTODO PCI Y SU APLICACIÓN EN EL PASO LATERAL DE PORTOVIEJO DESDE LA VÍA PORTOVIEJO- MEJÍA HASTA EL REDONDEL DE PICOAZÁ. RECOMENDACIONES DE MEJORA. Portoviejo-Manabí- Ecuador: UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ.

Corea y Asociados. (2008). Manual para la revisión de Diseño de Pavimentos. Nicaragua: Corasco.

Esteban Rojas, W. (2016). Comparación de las Metodologías Vizir y PCI con fines de Intervención en la Carretera PE-18A Tramo KM 15+000- KM 25+306. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

Fustamante Rafael, J. (2019). Evaluación Superficial del Estado Actual del Pavimento de las calles del Distrito de Paccha por el Método PCI y VIZIR. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Gutierrez, W. (1994). Índice de Condición del Pavimento. Método de Evaluación de Pavimento Asfálticos.

Hernandez Sampieri, R., & Fernandez Collado, C. (1997). Metodología de la Investigación. Mexico: McGraw-Hill.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Batista Lucio, M. (2010). Metodología de la Investigación (Quinta Edición ed.). México: Mc Graw Hill. Obtenido de



https://www.academia.edu/25455344/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_Hernandez_Fernandez_y_Baptista_2010_

Herrera Álvarez, J. C., & Montoya Ponce, R. A. (2018). Identificación y evaluación del grado de desgaste de la carretera (desvió Cascas) – Baños Chimú mediante el método de pavimento flexible (PCI) del tramo km: 13+000 a km: 23+000. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.

Montejo Fonseca, A. (2008). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Morales Olivares, J. (2004). Técnicas de Rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo. Piura: Universidad de Piura.

MTC. (2014). Manual de Carreteras. Lima.

Ortega Flores, J. A. (2016). ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO UTILIZANDO LOS MÉTODOS DEL PCI (ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS) Y DEL MTC, PARA SU TIPO DE MEJORAMIENTO Y/O REHABILITACIÓN. EN EL JR. 2 DE MAYO DEL DISTRITO DE HUÁNUCO. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

Portillo Calcina, G. Y. (2015). Evaluación estructural de fallas del pavimento flexible por el método no destructivo en la carretera Puno –llave. Puno. Puno: Universidad Andina Nestor Cáceres Velasquez.

Robles Bustios, R. (2015). Cálculo del índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco-Surco-Lima. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Rodriguez Velásquez, E. D. (2009). Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla. Piura: Universidad de Piura.



Vásquez Valera, L. R. (2002). PAVIMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. Manizales: ingepav.



ANEXOS



ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA



Matriz de consistencia

TIULO: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO MEDIANTE LA FOTOGAMETRÍA AÉREA DE LA VÍA LAMPA – CARACARA DE LA REGIÓN PUNO					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Pregunta general:</p> <p>¿Cuál es el estado del pavimento flexible de la evaluación e identificación, aplicando la metodología PCI y la fotometría aérea en la vía Lampa – Caracara de la región Puno?</p> <p>Preguntas específicas:</p> <p>¿Qué tipos de fallas son predominantes en el pavimento aplicando la metodología PCI y fotometría aérea en el pavimento flexible de la vía Lampa - Caracara?</p> <p>¿Cuál es la condición superficial del pavimento flexible según el método del PCI y la fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara?</p> <p>¿Cuál es el planteamiento de una solución que se puede dar ante las fallas del pavimento flexible evaluado con la metodología PCI y fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar e identificar el estado del pavimento flexible, aplicando la metodología PCI mediante la fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara de la región Puno.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Identificar los tipos de fallas en el pavimento flexible aplicando la metodología PCI mediante la fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara.</p> <p>Establecer la condición superficial del pavimento flexible según el método del PCI mediante la fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara.</p> <p>Plantear una solución, ante las fallas del pavimento flexible evaluado con la metodología PCI mediante la fotometría aérea en la vía Lampa - Caracara.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Determinado el estado del pavimento flexible mediante la metodología PCI y fotometría con dron en la vía Lampa – Caracara, se determinará en que estado se encuentra la vía.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>Las fallas más predominantes en el pavimento flexible de la vía Lampa – Caracara serán: Piel de cocodrilo, baches, peladuras y desprendimientos.</p> <p>La condición del pavimento flexible de la vía Lampa - Caracara según el método del PCI y fotometría aérea, será malo con un rango PCI de 25.</p> <p>El planteamiento de una solución que se puede dar ante las fallas del pavimento flexible evaluado con la metodología PCI y fotometría aérea en la vía Lampa – Caracara.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Estado actual del pavimento flexible</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Análisis del pavimento flexible (PCI)</p>	<p>Piel de cocodrilo Fisuras Deformaciones Ahuellamiento Parchado Desprendimientos Baches Depresión</p> <p>Rango de calificación de Mantenimiento Rehabilitación</p>	<p>Tipo: descriptivo</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Método: Deductivo</p> <p>Población: Será el pavimento flexible de la vía Juliaca - Caracara, en la ciudad de Juliaca.</p> <p>Muestra: El espécimen que se usará para el proyecto actual, será de 1 muestra general comenzando, en la progresiva 1+000 hasta 5+000, de la carretera Juliaca – Caracara.</p>



ANEXO 02

MEMORIA DE CALCULO DEL PCI

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abutamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruz e de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
4.53				4.38	4.70					
2.14										
TOTAL POR FALLA	6.67	0.00	0.00	0.00	4.38	4.70	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
		4.00								
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
19										
L	M	H								
		19.80								
		7.20								
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	27.00							
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
10	L		6.67	2.90%		1.81				
11	M		4.38	1.90%		13.88				
11	H		4.70	2.04%		26.19				
13	H		4.00	1.74%		62.87				
19	H		27.00	11.74%		44.18				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		148.93				
CALCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido mas alto (HDV _i)		62.87								
Número máximo de valores deducidos (m _i)		4.41								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	62.87	44.18	26.19	13.88	1.81	0	0	148.93	4	81.57
2	62.87	44.18	26.19	2	2	0	0	137.24	3	82.62
3	62.87	44.18	2	2	2	0	0	113.05	2	77.53
4	62.87	2	2	2	2	0	0	70.87	1	70.87
MAX VDC =									82.62	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:						PCI =	100 - (MAX VDC)			
						PCI =	17.38			
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:						MUY MALO				


TIPO DE FALLAS									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m		
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2			
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und			
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2			
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2			
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2			
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2			
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2			
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2			
	10.- Grietas long y transv	GLT	m						
TIPO DE FALLAS EXISTENTES									
1			2			3			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
88.20									
TOTAL POR FALLA	88.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19									
L	M	H							
96.08									
TOTAL POR FALLA	96.08	0.00	0.00						
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO			
1	L		88.20	38.36%		48.91			
19	L		96.08	41.78%		11.6			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		60.51			
CÁLCULO DEL PCI			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.						
Número de deducidos > 2 (q)			2						
Valor deducido mas alto (HDVi)			48.91						
Número máximo de valores deducidos (mi)			5.69						
Donde:			m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.						
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	48.91	11.6	0	0	0	60.51	2	44.36	
2	48.91	2	0	0	0	50.91	1	50.91	
MAX VDC =								50.91	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						PCI =	100- (MAX VDC)		
						PCI =	49.09		
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						REGULAR			

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parqueo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
	13			14			15			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
			5.00							
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	19									
	L	M	H							
			220.50							
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	220.50							
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO			
13	H			5.00	2.17%		68.45			
19	H			220.50	95.89%		78.24			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN					VDT=		146.69			
CALCULO DEL PCI				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .						
Número de deducidos > 2 (q)		2								
Valor deducido mas alto (HDVi)		78.24								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3								
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	78.24	68.45	0	0	0	0	0	146.69	2	93.01
2	78.24	2	0	0	0	0	0	80.24	1	80.24
								MAX VDC =	93.01	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :							PCI =	100- (MAX VDC)		
							PCI =	6.99		
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :							FALLADO			

TIPO DE FALLAS									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m		
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg	PU	m2			
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und			
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2			
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahue llamiento	AHU	m2			
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2			
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2			
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2			
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2			
	10.- Grietas long y transv	GLT	m						
TIPO DE FALLAS EXISTENTES									
13			14			15			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
7.00		5.00							
TOTAL POR FALLA	7.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19									
L	M	H							
	51.51	50.24							
TOTAL POR FALLA	0.00	51.51	50.24						
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO			
13	L		7.00	3.04%		36.28			
13	H		5.00	2.17%		68.45			
19	M		51.51	22.40%		26.4			
19	H		50.24	21.85%		55.63			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		186.76			
CÁLCULO DEL PCI			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV $_i$: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .						
Número de deducidos > 2 (q)		4							
Valor deducido mas alto (HDV $_i$)		68.45							
Número máximo de valores de ducidos (mi)		3.9							
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	68.45	55.63	36.28	26.4	0	0	186.76	4	95.03
2	68.45	55.63	36.28	2	0	0	162.36	3	93.71
3	68.45	55.63	2	2	0	0	128.08	2	85.04
4	68.45	2	2	2	0	0	74.45	1	74.45
								MAX VDC =	95.03
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						PCI =	100- (MAX VDC)		
						PCI =	4.97		
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						FALLADO			

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	158.45									
TOTAL POR FALLA			0.00	158.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
12.00	5.00	1.00								
TOTAL POR FALLA			12.00	5.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		158.45	68.91%		72.07				
13	L		12.00	5.22%		38.12				
13	M		5.00	2.17%		47.53				
13	H		1.00	0.43%		36.88				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		194.6				
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido mas alto (HDVi)		72.07								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.57								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.										
Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	72.07	47.53	38.12	36.88	0	0	0	194.6	4	96.92
2	72.07	47.53	38.12	2	0	0	0	159.72	3	92.86
3	72.07	47.53	2	2	0	0	0	123.6	2	82.80
4	72.07	2	2	2	0	0	0	78.07	1	78.07
								MAX VDC =	96.92	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						PCI =	100- (MAX VDC)			
						PCI =	3.08			
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						FALLADO				



TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m  229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	3.62									
TOTAL POR FALLA			0.00	3.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
3.00	12.00	6.00								
TOTAL POR FALLA			3.00	12.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19										
L	M	H								
36.86	34.13									
TOTAL POR FALLA			36.86	34.13	0.00					
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		3.62	1.57%		25.53				
13	L		3.00	1.30%		22.07				
13	M		12.00	5.22%		68.59				
13	H		6.00	2.61%		72.45				
19	L		36.86	16.03%		4.6				
19	M		34.13	14.84%		22.05				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		215.29				
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		6								
Valor deducido mas alto (HDVi)		72.45								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.53								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.										
Donde: m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	72.45	68.59	25.53	22.07	22.05	4.6	0	215.29	6	96.88
2	72.45	68.59	25.53	22.07	22.05	2	0	212.69	5	99.96
3	72.45	68.59	25.53	22.07	2	2	0	192.64	4	96.53
4	72.45	68.59	25.53	2	2	2	0	172.57	3	96.77
5	72.45	68.59	2	2	2	2	0	149.04	2	93.71
6	72.45	2	2	2	2	2	0	82.45	1	82.45
MAX VDC =									99.96	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					PCI =	100- (MAX VDC)				
					PCI =	0.04				
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					FALLADO					



TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abutamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	128.21									
TOTAL POR FALLA			0.00	128.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	6.65									
	3.34									
	3.35									
TOTAL POR FALLA			0.00	13.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
4.00		1.00								
TOTAL POR FALLA			4.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		128.21	55.76%		69.18				
10	M		13.34	5.80%		12.7				
13	L		4.00	1.74%		26.87				
13	H		1.00	0.43%		36.88				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN						VDT=		145.63		
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido mas alto (HDV _i)		69.18								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.83								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	69.18	36.88	26.87	12.7	0	0	0	145.63	4	80.25
2	69.18	36.88	26.87	2	0	0	0	134.93	3	81.46
3	69.18	36.88	2	2	0	0	0	110.06	2	76.03
4	69.18	2	2	2	0	0	0	75.18	1	75.18
MAX VDC =									81.46	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						PCI =	100- (MAXVDC)			
						PCI =	18.54			
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						MUY MALO				

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parqueo	PA	m2	FORMA DE LA MUUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimiento	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
	TIPO DE FALLAS EXISTENTES									
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	137.97									
	36.23									
TOTAL POR FALLA			0.00	174.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
		4.53		4.88						
		3.16								
TOTAL POR FALLA			0.00	0.00	7.69	0.00	4.88	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	2.00	1.00								
TOTAL POR FALLA			0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		174.20	75.76%		73.34				
10	H		7.69	3.34%		17.26				
11	M		4.88	2.12%		14.67				
13	M		2.00	0.87%		29.34				
13	H		1.00	0.43%		36.88				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT =		171.49				
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		5								
Valor deducido mas alto (HDV _i)		73.34								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.45								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	73.34	36.88	29.34	17.26	14.67	0	0	171.49	5	85.45
2	73.34	36.88	29.34	17.26	2	0	0	158.82	4	85.53
3	73.34	36.88	29.34	2	2	0	0	143.56	3	85.42
4	73.34	36.88	2	2	2	0	0	116.22	2	79.11
5	73.34	2	2	2	2	0	0	81.34	1	81.34
MAX VDC =									85.53	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						PCI =	100 - (MAX VDC)			
						PCI =	14.47			
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						MUY MALO				




TIPO DE FALLAS																		
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m											
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2												
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und												
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2												
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2												
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2												
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2												
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2												
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2												
	10.- Grietas lng y transv	GLT	m															
TIPO DE FALLAS EXISTENTES																		
1			2			3												
L	M	H	L	M	H	L	M	H										
	133.56																	
	7.88																	
TOTAL POR FALLA	0.00	141.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
10			11			12												
L	M	H	L	M	H	L	M	H										
3.92	3.44	4.16																
2.94	5.61	3.42																
		5.91																
TOTAL POR FALLA	6.86	9.05	13.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
CÁLCULO DEL PCI																		
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO												
1	M		141.44	61.51%		70.52												
10	L		6.86	2.98%		1.96												
10	M		9.05	3.94%		9.06												
10	H		13.49	5.87%		25.12												
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		106.66												
CÁLCULO DEL PCI			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.															
Número de deducidos > 2 (q)			3															
Valor deducido mas alto (HDVi)			70.52															
Número máximo de valores deducidos (mi)			3.71															
Donde:			m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.															
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC										
1	70.52	25.12	9.06	1.96	0	0	0	106.66	3	66.33								
2	70.52	25.12	2	2	0	0	0	99.64	2	70.75								
3	70.52	2	2	2	0	0	0	76.52	1	76.52								
MAX VDC =									76.52									
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :							<table border="1"> <tr> <td>PCI =</td> <td colspan="3">100 - (MAX VDC)</td> </tr> <tr> <td>PCI =</td> <td colspan="3">23.48</td> </tr> </table>				PCI =	100 - (MAX VDC)			PCI =	23.48		
PCI =	100 - (MAX VDC)																	
PCI =	23.48																	
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :							MUY MALO											

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	108.32									
	10.02									
	10.06									
TOTAL POR FALLA	0.00	123.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	2.48	6.04								
	3.41	4.39								
	4.55	7.55								
TOTAL POR FALLA	0.00	10.44	17.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		123.40	53.66%		68.68				
10	M		10.44	4.54%		10.44				
10	H		17.98	7.82%		30.33				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		109.45				
CALCULO DEL PCI			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .							
Número de deducidos > 2 (q)		3								
Valor deducido mas alto (HDVi)		68.68								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.88								
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	68.68	30.33	10.44	0	0	0	0	109.45	3	67.73
2	68.68	30.33	2	0	0	0	0	101.01	2	71.51
3	68.68	2	2	0	0	0	0	72.68	1	72.68
								MAX VDC =	72.68	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						PCI =		100 - (MAX VDC)		
						PCI =		27.32		
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						MALO				

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parqueo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	118.13									
TOTAL POR FALLA	0.00	118.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
2.51	2.45	11.75								
1.95	3.47	12.61								
4.36	3.19	37.05								
TOTAL POR FALLA	8.82	9.11	61.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		118.13	51.37%		68.13				
10	L		8.82	3.84%		3.09				
10	M		9.11	3.96%		9.11				
10	H		61.41	26.71%		56.61				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		136.94				
CALCULO DEL PCI				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .						
Número de deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido mas alto (HDV _i)		68.13								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.93								
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	68.13	56.61	9.11	3.09	0	0	0	136.94	4	76.47
2	68.13	56.61	9.11	2	0	0	0	135.85	3	81.93
3	68.13	56.61	2	2	0	0	0	128.74	2	85.37
4	68.13	2	2	2	0	0	0	74.13	1	74.13
								MAX VDC =	85.37	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
				PCI =	100- (MAX VDC)					
				PCI =	14.63					
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
MUY MALO										



TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m  31.50 m 229.95 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	113.09									
TOTAL POR FALLA			0.00	113.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
6.43	12.07	15.76								
11.16	14.70									
4.68										
TOTAL POR FALLA			22.27	26.77	15.76	0.00	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
1.00	6.00									
TOTAL POR FALLA			1.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		113.09	49.18%		67.55				
10	L		22.27	9.68%		7.68				
10	M		26.77	11.64%		19.58				
10	H		15.76	6.85%		27.8				
13	L		1.00	0.43%		9.64				
13	M		6.00	2.61%		51.49				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		183.74				
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		6								
Valor deducido mas alto (HDV)		67.55								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.98								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$										
Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .										
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	67.55	51.49	27.8	19.58	9.64	7.68	0	183.74	6	85.50
2	67.55	51.49	27.8	19.58	9.64	2	0	178.06	5	87.42
3	67.55	51.49	27.8	19.58	2	2	0	170.42	4	90.13
4	67.55	51.49	27.8	2	2	2	0	152.84	3	89.42
5	67.55	51.49	2	2	2	2	0	127.04	2	84.52
6	67.55	2	2	2	2	2	0	77.55	1	77.55
MAX VDC =									90.13	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
PCI =				100 - (MAX VDC)						
PCI =				9.87						
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
MUY MALO										

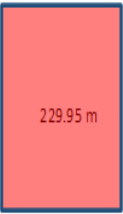
TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	97.84									
TOTAL POR FALLA			0.00	97.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
2.19	4.08									
3.61	3.97									
	3.94									
TOTAL POR FALLA			5.80	11.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
1.00										
TOTAL POR FALLA			1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		97.84	42.55%		65.57				
10	L		5.80	2.52%		1.09				
10	M		11.99	5.21%		11.82				
13	L		1.00	0.43%		9.64				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		88.12				
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		3								
Valor deducido mas alto (HDVi)		65.57								
Número máximo de valores deducidos (mi)		4.16								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.										
Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	65.57	11.82	9.64	1.09	0	0	0	88.12	3	55.78
2	65.57	11.82	2	2	0	0	0	81.39	2	58.83
3	65.57	2	2	2	0	0	0	71.57	1	71.57
MAX VDC =									71.57	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
PCI =		100- (MAX VDC)								
PCI =		28.43								
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
MALO										




ANEXO 03

HOJAS DE CÁLCULO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI (FOTOGRAMETRÍA CON DRON)

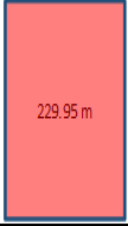


TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m  229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
	TIPO DE FALLAS EXISTENTES									
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
22.11										
81.81										
TOTAL POR FALLA			103.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	3.00	2.00								
TOTAL POR FALLA			0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19										
L	M	H								
5.09										
TOTAL POR FALLA			5.09	0.00	0.00					
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	L		103.92	45.19%		51.01				
13	M		3.00	1.30%		36.2				
13	H		2.00	0.87%		49.75				
19	L		5.09	2.21%		2.38				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		139.34				
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)				4						
Valor deducido mas alto (HDV _i)				51.01						
Número máximo de valores deducidos (mi)				5.5						
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	51.01	49.75	36.2	2.38	0	0	0	139.34	4	77.67
2	51.01	49.75	36.2	2	0	0	0	138.96	3	83.48
3	51.01	49.75	2	2	0	0	0	104.76	2	73.38
4	51.01	2	2	2	0	0	0	57.01	1	57.01
MAX VDC = 83.48										
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						PCI = 100 - (MAX VDC) PCI = 16.52				
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						MUY MALO				



TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m  229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
	10			11			12			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
	4.47				4.31	4.59				
	2.07									
TOTAL POR FALLA	6.54	0.00	0.00	0.00	4.31	4.59	0.00	0.00	0.00	
	13			14			15			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
			4.00							
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	19									
	L	M	H							
			19.47							
			7.14							
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	26.61							
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO			
10	L			6.54	2.84%		1.7			
11	M			4.31	1.87%		13.75			
11	H			4.59	2.00%		26			
13	H			4.00	1.74%		62.87			
19	H			26.61	11.57%		43.96			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN					VDT=		148.28			
CÁLCULO DEL PCI				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m: Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.						
Número de deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido mas alto (HDVi)		62.87								
Número máximo de valores deducidos (mi)		4.41								
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	62.87	43.96	26	13.75	1.7	0	0	148.28	4	81.31
2	62.87	43.96	26	2	2	0	0	136.83	3	82.42
3	62.87	43.96	2	2	2	0	0	112.83	2	77.42
4	62.87	2	2	2	2	0	0	70.87	1	70.87
MAX VDC = 82.42										
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :				PCI =		100 - (MAX VDC)				
				PCI =		17.58				
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :				MUY MALO						

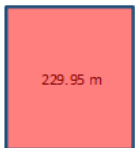


TIPO DE FALLAS									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 		
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimento de agreg.	PU	m2			
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und			
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2			
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahue llamiento	AHU	m2			
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2			
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2			
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2			
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2			
	10.- Grietas long y transv	GLT	m						
TIPO DE FALLAS EXISTENTES									
	13			14			15		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
			5.00						
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19								
	L	M	H						
			219.56						
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	219.56						
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO			
13	H		5.00	2.17%		68.45			
19	H		219.56	95.48%		78.18			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		146.63			
CÁLCULO DEL PCI			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV $_i$: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .						
Número de deducidos > 2 (q)			2						
Valor deducido mas alto (HDV $_i$)			78.18						
Número máximo de valores deducidos (mi)			3						
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	78.18	68.45	0	0	0	146.63	2	92.99	
2	78.18	2	0	0	0	80.18	1	80.18	
MAX VDC =								92.99	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					PCI =	100- (MAX VDC)			
					PCI =	7.01			
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					FALLADO				

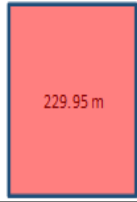
TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
	13			14			15			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
	7.00		5.00							
TOTAL POR FALLA	7.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	19									
	L	M	H							
		50.40	49.66							
TOTAL POR FALLA	0.00	50.40	49.66							
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
13	L		7.00	3.04%		36.28				
13	H		5.00	2.17%		68.45				
19	M		50.40	21.92%		26.18				
19	H		49.66	21.60%		55.48				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		186.39				
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido mas alto (HDV)		68.45								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.9								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.										
Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	68.45	55.48	36.28	26.18	0	0	0	186.39	4	94.92
2	68.45	55.48	36.28	2	0	0	0	162.21	3	93.66
3	68.45	55.48	2	2	0	0	0	127.93	2	84.97
4	68.45	2	2	2	0	0	0	74.45	1	74.45
MAX VDC =									94.92	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
PCI =					100 - (MAX VDC)					
PCI =					5.08					
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
FALLADO										

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de vía ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	126.00									
TOTAL POR FALLA			0.00	126.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	6.60									
	3.30									
	3.30									
TOTAL POR FALLA			0.00	13.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
4.00		1.00								
TOTAL POR FALLA			4.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		126.00	54.79%		68.95				
10	M		13.20	5.74%		12.61				
13	L		4.00	1.74%		26.87				
13	H		1.00	0.43%		36.88				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		145.31				
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido mas alto (HDVi)		68.95								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.85								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.										
Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	68.95	36.88	26.87	12.61	0	0	0	145.31	4	80.12
2	68.95	36.88	26.87	2	0	0	0	134.7	3	81.32
3	68.95	36.88	2	2	0	0	0	109.83	2	75.92
4	68.95	2	2	2	0	0	0	74.95	1	74.95
MAX VDC =									81.32	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
PCI =		100- (MAX VDC)								
PCI =		18.68								
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
MUY MALO										




TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m  229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abutamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	110.25									
TOTAL POR FALLA			0.00	110.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
6.23	11.87	15.51								
10.90	14.40									
4.59										
TOTAL POR FALLA			21.72	26.27	15.51	0.00	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
1.00	6.00									
TOTAL POR FALLA			1.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		110.25	47.95%		67.19				
10	L		21.72	9.45%		7.45				
10	M		26.27	11.42%		19.41				
10	H		15.51	6.74%		27.5				
13	L		1.00	0.43%		9.64				
13	M		6.00	2.61%		51.49				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		182.68				
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)				6						
Valor deducido mas alto (HDV _i)				67.19						
Número máximo de valores deducidos (m)				4.01						
$m_i = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.										
Donde: m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.										
Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	67.19	51.49	27.5	19.41	9.64	7.45	0	182.68	6	85.07
2	67.19	51.49	27.5	19.41	9.64	2	0	177.23	5	87.17
3	67.19	51.49	27.5	19.41	2	2	0	169.59	4	89.84
4	67.19	51.49	27.5	2	2	2	0	152.18	3	89.09
5	67.19	51.49	2	2	2	2	0	126.68	2	84.34
6	67.19	2	2	2	2	2	0	77.19	1	77.19
MAX VDC =									89.84	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
PCI =		100 - (MAX VDC)								
PCI =		10.16								
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :										
MUY MALO										



TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parqueo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m  31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abutamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	3.46									
TOTAL POR FALLA			0.00	3.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
3.00	12.00	6.00								
TOTAL POR FALLA			3.00	12.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19										
L	M	H								
36.01	33.29									
TOTAL POR FALLA			36.01	33.29	0.00					
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		3.46	1.50%		25.1				
13	L		3.00	1.30%		22.07				
13	M		12.00	5.22%		68.59				
13	H		6.00	2.61%		72.45				
19	L		36.01	15.66%		4.6				
19	M		33.29	14.48%		21.82				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		214.63				
CALCULO DEL PCI			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .							
Número de deducidos > 2 (q)		6								
Valor deducido mas alto (HDV _i)		72.45								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.53								
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	72.45	68.59	25.1	22.07	21.82	4.6	0	214.63	6	96.58
2	72.45	68.59	25.1	22.07	21.82	2	0	212.03	5	99.65
3	72.45	68.59	25.1	22.07	2	2	0	192.21	4	96.44
4	72.45	68.59	25.1	2	2	2	0	172.14	3	96.64
5	72.45	68.59	2	2	2	2	0	149.04	2	93.71
6	72.45	2	2	2	2	2	0	82.45	1	82.45
MAX VDC =									99.65	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						PCI =	100- (MAX VDC)			
						PCI =	0.35			
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						FALLADO				



TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m  31.50 m 229.95 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	135.45									
	34.97									
TOTAL POR FALLA	0.00	170.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
		4.47		4.67						
		3.10								
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	7.57	0.00	4.67	0.00	0.00	0.00		
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	2.00	1.00								
TOTAL POR FALLA	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		170.42	74.11%		73.04				
10	H		7.57	3.29%		17.09				
11	M		4.67	2.03%		14.39				
13	M		2.00	0.87%		29.34				
13	H		1.00	0.43%		36.88				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		170.74				
CÁLCULO DEL PCI				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.						
Número de deducidos > 2 (q)		5								
Valor deducido mas alto (HDV _i)		73.04								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.48								
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	73.04	36.88	29.34	17.09	14.39	0	0	170.74	5	85.22
2	73.04	36.88	29.34	17.09	2	0	0	158.35	4	85.34
3	73.04	36.88	29.34	2	2	0	0	143.26	3	85.30
4	73.04	36.88	2	2	2	0	0	115.92	2	78.96
5	73.04	2	2	2	2	0	0	81.04	1	81.04
								MAX VDC =	85.34	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						PCI =	100- (MAX VDC)			
						PCI =	14.66			
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						MUY MALO				

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abutamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	110.25									
TOTAL POR FALLA	0.00	110.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
6.23	11.87	15.51								
10.90	14.40									
4.59										
TOTAL POR FALLA	21.72	26.27	15.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
13			14			15				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
1.00	6.00									
TOTAL POR FALLA	1.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO						
1	M	110.25	47.95%	67.19						
10	L	21.72	9.45%	7.45						
10	M	26.27	11.42%	19.41						
10	H	15.51	6.74%	27.5						
13	L	1.00	0.43%	9.64						
13	M	6.00	2.61%	51.49						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			VDT=	182.68						
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		6								
Valor deducido mas alto (HDV _i)		67.19								
Número máximo de valores deducidos (m _i)		4.01								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.										
Donde: m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.										
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	67.19	51.49	27.5	19.41	9.64	7.45	0	182.68	6	85.07
2	67.19	51.49	27.5	19.41	9.64	7.45	2	177.23	5	87.17
3	67.19	51.49	27.5	19.41	9.64	7.45	2	169.59	4	89.84
4	67.19	51.49	27.5	19.41	9.64	7.45	2	152.18	3	89.09
5	67.19	51.49	27.5	19.41	9.64	7.45	2	126.68	2	84.34
6	67.19	51.49	27.5	19.41	9.64	7.45	2	77.19	1	77.19
MAX VDC =									89.84	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					PCI = 100 - (MAX VDC) PCI = 10.16					
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					MUY MALO					

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabolica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/beirma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	131.36									
	7.44									
TOTAL POR FALLA	0.00	138.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
3.88	3.40	4.10								
2.89	5.57	3.35								
		5.84								
TOTAL POR FALLA	6.77	8.97	13.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO				
1	M		138.80	60.36%		70.28				
10	L		6.77	2.94%		1.89				
10	M		8.97	3.90%		8.97				
10	H		13.29	5.78%		24.86				
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		106				
CALCULO DEL PCI			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i . HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .							
Numero de deducidos > 2 (q)	3									
Valor deducido mas alto (HDVi)	70.28									
Numero máximo de valores deducidos (mi)	3.73									
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	70.28	24.86	8.97	1.89	0	0	0	106	3	66.00
2	70.28	24.86	2	2	0	0	0	99.14	2	70.40
3	70.28	2	2	2	0	0	0	76.28	1	76.28
MAXVDC =										76.28
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					PCI =	100- (MAX VDC)				
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					PCI =	23.72				
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					MUY MALO					



TIPO DE FALLAS									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parqueo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 229.95 m 31.50 m		
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2			
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und			
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2			
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2			
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2			
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabólica	GP	m2			
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2			
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2			
	10.- Grietas long y transv	GLT	m						
TIPO DE FALLAS EXISTENTES									
1			2			3			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
	100.80								
	9.52								
	9.39								
TOTAL POR FALLA	0.00	119.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10			11			12			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
	2.51	6.00							
	3.34	4.31							
	4.58	7.47							
TOTAL POR FALLA	0.00	10.43	17.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD		TOTAL	DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO			
1	M		119.71	52.06%		68.29			
10	M		10.43	4.54%		10.44			
10	H		17.78	7.73%		30.1			
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN				VDT=		108.83			
CÁLCULO DEL PCI				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.					
Número de deducidos > 2 (q)				3					
Valor deducido mas alto (HDVi)				68.29					
Número máximo de valores de deducidos (mi)				3.91					
Donde:				mi: Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.					
				HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.					
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	68.29	30.1	10.44	0	0	0	108.83	3	67.42
2	68.29	30.1	2	0	0	0	100.39	2	71.20
3	68.29	2	2	0	0	0	72.29	1	72.29
							MAXVDC =	72.29	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :							PCI =	100 - (MAX VDC)	
							PCI =	27.71	
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :							MALO		

TIPO DE FALLAS										
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	PC	m2	11.- Parcheo	PA	m2	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES 7.30 m 			
	2.- Exudación	EX	m2	12.- Pulimiento de agreg.	PU	m2				
	3.- Agrietamiento en bloque	BLO	m2	13.- Huecos	HUE	und				
	4.- Abultamiento y hundimie	ABH	m2	14.- Cruce de via ferrea	CVF	m2				
	5.- Corrugación	COR	m2	15.- Ahuellamiento	AHU	m2				
	6.- Depresión	DEP	m2	16.- Desplazamiento	DES	m2				
	7.- Grieta de borde	GB	m	17.- Grieta parabólica	GP	m2				
	8.- Reflexion de juntas	GR	m	18.- Hinchamiento	HN	m2				
	9.- Desnivel carril/berma	DN	m	19.- Desprendimientos de agregados	DAG	m2				
	10.- Grietas long y transv	GLT	m							
TIPO DE FALLAS EXISTENTES										
1			2			3				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	114.66									
TOTAL POR FALLA			0.00	114.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10			11			12				
L	M	H	L	M	H	L	M	H		
2.44	2.39	11.54								
1.87	3.39	12.38								
4.21	3.10	36.41								
TOTAL POR FALLA			8.52	8.88	60.33	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO						
1	M	114.66	49.86%	67.76						
10	L	8.52	3.71%	2.92						
10	M	8.88	3.86%	8.88						
10	H	60.33	26.24%	56.17						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			VDT=	135.73						
CÁLCULO DEL PCI										
Número de deducidos > 2 (q)		4								
Valor deducido mas alto (HDV _i)		67.76								
Número máximo de valores deducidos (mi)		3.96								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas. Donde: m _i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i. HDV _i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.										
Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	67.76	56.17	8.88	2.92	0	0	0	135.73	4	75.87
2	67.76	56.17	8.88	2	0	0	0	134.81	3	81.39
3	67.76	56.17	2	2	0	0	0	127.93	2	84.97
4	67.76	2	2	2	0	0	0	73.76	1	73.76
MAX VDC =									84.97	
INDICE DE CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:					PCI =	100- (MAX VDC)				
					PCI =	15.03				
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :					MUY MALO					



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 20/11/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Cynthia Manrique Quenallata

Dirección: Jr. Progreso sin centro poblado San Isidro

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70238282

Teléfono: 936479948 email: cynthia.lyly9828@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras

Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Civil

Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Civil

Asesor: Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: Evaluación superficial del pavimento flexible con el método del índice de condición del pavimento mediante la fotogrametría aérea de la vía Lampa - Caracas de la Región de Puno.

Palabras claves, (3 a 5 términos): pavimentos, fallas, servicioabilidad, regularidad, condición

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

L

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: Tecnología de la Construcción – P17

Firma de Autor



huella digital

20 de noviembre del 2024

Fecha