

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“Estudio superficial del pavimento flexible para el
mantenimiento de vías en la Región Huánuco, tramo Ambo –
San Rafael 25.4 km,2019”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORA: Condezo Malpartida, Nataly Shirley

ASESOR: Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander

HUÁNUCO – PERÚ

2023



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Análisis estructural
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título
Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45903957

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45250659

Grado/Título: Master universitario en ingeniería
hidráulica y medio ambiente

Código ORCID: 0000-0003-0701-2621

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarría, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Bastidas Salazar, Karen Vanessa	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental.	48753085	0000-0002-7346-9542

H



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 9:40 horas del día viernes del mes de marzo del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS	(Presidente)
MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA	(Secretario)
MG. KAREN VANESSA BASTIDAS SALAZAR	(Vocal)

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 349-2023-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada: “**ESTUDIO SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO SAN RAFAEL 25.4 KM 2019**”, presentado por el (la) Bach. Nataly Shirley CONDEZO MALPARTIDA, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por CATORCE con el calificativo cuantitativo de 4 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47)

Siendo las 10:20 horas del día 10 del mes de MARZO del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


Mg. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA
ORCID: 0000-0002-0579-5135
SECRETARIO


Mg. KAREN VANESSA BASTIDAS SALAZAR
ORCID: 0000-0002-7346-9542
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza**, asesor del PA Ingeniería Civil y designado mediante **RESOLUCIÓN N° 1101-2018-D-FI-UDH** del estudiante Bach. **CONDEZO MALPARTIDA, NATALY SHIRLEY** de la investigación titulada **“ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte final de análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

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

Se adjunta la captura del resultado de Turnitin con fecha actualizada.

Huánuco, 13 de Marzo de 2023

M. Sc. Ing. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza
DNI N° 45250659
Asesor

SEGUNDA REVISION

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	vsip.info Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.upt.edu.p Fuente de Internet	



APELLIDOS Y NOMBRES: LAMBRUSCHINI
ESPINOZA REYDER ALEXANDER
DNI N° 45250659
CÓDIGO ORCID N° 0000-0003-0701-2621

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza y a mi familia por ser mi apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera universitaria. A todas las personas especiales que me han acompañado en este camino, brindándome formación tanto profesional como personal.

AGRADECIMIENTO

A Dios y mi familia, que me han brindado la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa universidad y han sido mi apoyo todo este tiempo.

Un agradecimiento especial a mi director de tesis, por guiarme en el desarrollo de este trabajo de investigación y a la Universidad de Huánuco, por formarme profesionalmente.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FOTOGRAFIAS	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3. OBJETIVOS	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	20
CAPITULO II.....	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	27
2.2. BASES TEÓRICAS	29
2.2.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	29
2.2.2. ELEMENTOS QUE COMPONEN UN PAVIMENTO FLEXIBLE ..	30
2.2.3. CONDUCTA DEL PAVIMENTO	32

2.2.4.	FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	33
2.2.5.	ELEMENTOS QUE AFECTAN A LOS PAVIMENTOS	35
2.2.6.	CARACTERÍSTICAS DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	36
2.2.7.	CICLO DE VIDA FATAL DE LOS PAVIMENTOS.....	36
2.2.8.	CICLO DE VIDA DESEABLE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	40
2.2.9.	DRENAJE EN EL PAVIMENTO	42
2.2.10.	METODOLOGÍA PCI	44
2.2.11.	TIPOS DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	45
2.2.12.	CLASIFICACION DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES	48
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	76
2.4.	HIPÓTESIS	81
2.5.	VARIABLES.....	81
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	81
2.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	81
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	82
CAPITULO III.....		83
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		83
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	83
3.1.1.	ENFOQUE	83
3.1.2.	ALCANCE	83
3.1.3.	DISEÑO	84
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	84
3.2.1.	POBLACIÓN	84
3.2.2.	MUESTRA.....	84
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	87
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	87
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	88
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	90
CAPITULO IV		91
RESULTADOS		91
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS	91
4.1.1.	UBICACIÓN DE FALLAS	91
4.1.3.	RESULTADOS DE CADA UNIDAD DE MUESTRA.....	100

4.1.4. MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO ASFALTICO DEL TRAMO AMBO - SAN RAFAEL	107
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ...	113
CAPITULO V	114
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	114
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	114
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	118
ANEXOS	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura del pavimento flexible	31
Figura 2 Desgaste de los pavimentos en su ciclo de vida	33
Figura 3 Cuadro de estipulación de la vía sin mantenimiento	38
Figura 4 Condición de la vía sin mantenimiento.....	41
Figura 5 Diagrama de flujo del ciclo de vida fatal y deseable	41
Figura 6 Distribuciones aleatorias de fallas.....	47
Figura 7 Distribución uniforme y frecuente de fallas.....	47
Figura 8 Distribución uniforme y frecuente de fallas.....	48
Figura 9 Distribución uniforme y frecuente de fallas.....	48
Figura 10 Fisuras piel de cocodrilo	50
Figura 11 Fisuras piel de cocodrilo	50
Figura 12 Esquema de fisuras en bloque.....	51
Figura 13 Fisuras en bloque, vía de estudio	52
Figura 14 Esquema de fisuras en arco	53
Figura 15 Fisuras en arco, vía de estudio	53
Figura 16 Esquema de fisuras longitudinales.....	55
Figura 17 Fisuras longitudinales, vía de estudio	55
Figura 18 Esquema de Fisuras transversales	55
Figura 19 Fisuras transversales, vía de estudio	56
Figura 20 Esquema Fisura de borde.....	57
Figura 21 Fisura de borde en el pavimento.....	57
Figura 22 Esquema Fisura por reflexión de junta.....	59
Figura 23 Fisura por reflexión de junta en el pavimento.....	59
Figura 24 Esquema de Hundimiento.....	60
Figura 25 Hundimiento en el pavimento.....	61
Figura 26 Esquema Hueco – Bache	62
Figura 27 Hueco – Bache en el pavimento	62
Figura 28 Esquema desintegración de borde.....	64
Figura 29 Desintegración de borde en el pavimento	64
Figura 30 Esquema pérdida de agregados	66
Figura 31 Pérdida de agregados en el pavimento	66
Figura 32 Esquema desgaste superficial	68

Figura 33	Esquema exudación de asfalto	69
Figura 34	Exudación de asfalto.....	70
Figura 35	Esquema de surcos	71
Figura 36	Surcos en el pavimento	71
Figura 37	Esquema separación de berma	72
Figura 38	Separación de berma en el pavimento.....	73
Figura 39	Esquema afloramiento de finos.....	74
Figura 40	Hundimiento en el pavimento.....	75
Figura 41	Esquema de hundimiento	75
Figura 42	Mapa político de la Región Huánuco	85
Figura 43	Ubicación del inicio del tramo a evaluar.....	85
Figura 44	Ubicación fin del tramo a evaluar	86
Figura 45	Mapa político de la Región de Huánuco.....	86
Figura 46	Ficha usada para la evaluación del pavimento.....	89
Figura 47	Progresiva San Rafael km 188+000	91
Figura 48	Progresiva Provincia de Ambo km 210+400	92
Figura 49	Recolección de datos de la evaluación realizada en campo	96
Figura 50	Valor deducido para el tipo de falla fisuras piel de cocodrilo en el pavimento asfaltico	97
Figura 51	Curva de corrección del VDC para pavimentos asfalticos	99
Figura 52	Cuadro de resumen del PCI con sus respectivos tipos de mantenimiento	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Índice de condición del pavimento	44
Tabla 2 Tipos de falla en el pavimento.....	45
Tabla 3 Niveles de severidad en función del área afectada y de la profundidad del bache.	62
Tabla 4 Variable independiente	82
Tabla 5 Variable dependiente	82
Tabla 6 Tramo Ambo - San Rafael	94
Tabla 7 Cálculo de densidad de la UM 09	96
Tabla 8 Valor total de deducción para la UM 09.	97
Tabla 9 Cálculo del VDC para determinar el PCI de la UM 09	99
Tabla 10 Unidades de muestreo	100
Tabla 11 Fallas encontradas en el tramo	101
Tabla 12 Índice de condición del pavimento, resultados	103
Tabla 13 Porcentaje de condición de pavimento tramo Ambo – San Rafael	104
Tabla 14 Tipo de mantenimiento y acciones a tomar según tipo de falla. .	111

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 Fisuras longitudinales, nivel de severidad bajo	146
Fotografía 2 Fisuras longitudinales, nivel de severidad alto	146
Fotografía 3 Fisuras longitudinales, nivel de severidad medio	147
Fotografía 4 Fisuras en arco, nivel de severidad bajo	147
Fotografía 5 Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad alto	148
Fotografía 6 Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad medio	148
Fotografía 7 Fisuras piel de cocodrilo y huecos, nivel de severidad bajo ...	149
Fotografía 8 Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad alto	149
Fotografía 9 Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad alto	150
Fotografía 10 Huecos o baches, nivel de severidad bajo	150
Fotografía 11 Huecos o baches, nivel de severidad medio	151
Fotografía 12 Huecos o baches, nivel de severidad medio	151
Fotografía 13 Fisuras de borde, nivel de severidad medio	152
Fotografía 14 Fisuras por flexión de juntas, nivel de severidad medio	152
Fotografía 15 Perdida de agregados, nivel de severidad alto	153
Fotografía 16 Perdida de agregados, nivel de severidad alto	153
Fotografía 17 Desintegración de bordes, nivel de severidad alto	154
Fotografía 18 Desintegración de bordes, nivel de severidad alto	154
Fotografía 19 Fisuras piel de cocodrilo, huecos y perdida de agregado, nivel de severidad alto	155
Fotografía 20 Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad medio	155
Fotografía 21 Afloramiento de finos, nivel de severidad medio	156
Fotografía 22 Afloramiento de finos, nivel de severidad bajo	156
Fotografía 23 Fisuras en bloque, nivel de severidad medio	157
Fotografía 24 Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad bajo	157
Fotografía 25 Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad medio	158
Fotografía 26 Hueco o bache, nivel de severidad medio	158
Fotografía 27 Hundimiento, nivel de severidad bajo	159
Fotografía 28 Fisura en borde, nivel de severidad medio	159
Fotografía 29 Fisuras transversales, nivel de severidad bajo	160

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo general proponer opciones de intervención que permitan mejorar la condición operacional del pavimento flexible de la Región Huánuco, tramo Ambo – San Rafael 25.4 km, mediante el método Pavement Condition Index (PCI) hallado en la norma ASTM D6433-07.

En primer lugar, se realizó la evaluación del pavimento mediante la metodología PCI, realizando un trabajo de campo de tipo transversal donde se registró los tipos, cantidades y nivel de severidad de cada falla encontrada en el transcurso del tramo; después se realizó el cálculo de la condición del pavimento (PCI) para las 16 Unidades de Muestra del tramo evaluado, resultando el promedio de PCI de 37 con un índice de condición de pavimento Mala.

Los resultados del PCI fueron desfavorables para el pavimento flexible del tramo estudiado, la cual genera la necesidad de tomar acciones de mantenimiento según corresponda al tipo de falla hallada en el pavimento; pudiendo ser intervenciones de mantenimiento para fallas localizadas y generales, de tipo menor y mayor.

Para finalizar se presentó un cuadro con las alternativas de mantenimiento dependiendo al tipo de falla encontrado en el transcurso del tramo estudiado, para que de esta manera la vía esté operativa y brinde seguridad y confort al usuario. Se presenta los resultados e interpretación de resultados obtenidos.

Palabras Claves: Pavimento flexible, evaluación de fallas, índice de condición del pavimento, mantenimiento vial, tipos de mantenimiento.

ABSTRACT

The general objective of this thesis was to propose intervention options to improve the operational condition of the flexible pavement in the Huánuco Region, stretch Ambo - San Rafael 25.4 km, using the Pavement Condition Index (PCI) method found in the ASTM D6433-07 standard.

In the first place, the evaluation of the pavement was carried out using the PCI methodology, carrying out a cross-sectional field work where the types, quantities and level of severity of each fault found during the section were recorded; then the calculation of the pavement condition (PCI) was made for the 16 Sample Units of the section evaluated, resulting in an average PCI of 37 with a Bad pavement condition index.

The results of the PCI were unfavorable for the flexible pavement of the section studied, which generates the need to take maintenance actions as appropriate to the type of failure found in the pavement; They can be maintenance interventions for localized and general faults, of a minor and major type.

Finally, a table was presented with the maintenance alternatives depending on the type of failure found during the section studied, so that the road is operational and provides safety and comfort to the user. The results and interpretation of the obtained results are presented.

Keywords: Flexible pavement, failure assessment, pavement condition index, road maintenance, types of maintenance.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este estudio fue aumentar el grado de prestación de la carretera, a través de un mantenimiento que se adecue mejor a la zona y mitigar los costos de mantenimiento. Tener buenas vías de comunicación genera el desarrollo de los países, puesto que gracias a ello se realiza las interrelaciones económicas, culturales y sociales entre las ciudades o departamentos.

Para la construcción, mantenimiento y rehabilitación de vías se invierte una gran cantidad de dinero para que dicho activo sea productivo y brinde un servicio de calidad la cual no sucede por la inestabilidad de los pavimentos.

En la infraestructura vial la carpeta de rodadura tiene la función y objetivo especial de ofrecer un buen servicio al usuario brindando una vía segura, cómoda y económica.

El pavimento está diseñado para resistir las fuerzas ejercidas por el vehículo sobre la superficie de rodadura. La tasa de crecimiento automotriz, en la región Huánuco ha aumentado considerablemente causando en la infraestructura vial el incremento del nivel de servicio.

Las diferentes fallas superficiales pueden dañar a la estructura como son las deformaciones, fisuras, erosión, agrietamiento, baches, etc. Que conllevan al proceso de deterioro natural del pavimento la cual son problemas comunes durante toda la vida del pavimento, por ello es importante la conservación vial para preservarlo y que esta respete la vida útil de diseño para la que fue diseñado.

Para realizar el estudio superficial del pavimento se tuvo que definir el estado y las circunstancias en la que se encontraba el pavimento pudiendo ser fallas estructurales o funcionales. Las propiedades estructurales del pavimento están relacionadas con su condición física la cual se manifiestan en hinchamientos, baches, hundimientos entre otros, ocasionando situaciones de fallas estructurales reduciendo su capacidad de soporte. En cuanto al comportamiento funcional del pavimento está vinculado al servicio que ofrece al usuario, en comodidad y buena circulación.

En la superficie de rodadura se encontraron ahuellamiento, pérdida de agregados hundimientos entre otros. Los factores que más inciden en el pavimento flexible son el deterioro en la superficie de la capa de rodamiento que son: tráfico, edad y medio ambiente.

Lo que ocasionaron y produjeron los daños al pavimento son de origen natural y artificial, en la que destacamos:

Procedimiento constructivo deficiente, dosificación y mala calidad de materiales minimizando el espesor de las capas métodos de diseños inadecuados por la incorrecta dosificación de los materiales utilizados.

Deficiencia en el estudio del tráfico existente durante el diseño del pavimento, la falta de mantenimiento vial por falta de gestión o escasez económica.

Al aumentar la circulación automotriz también aumenta las cargas circundantes previstas a su diseño original, la elevación del nivel freático a causa de las lluvias prolongadas, falta de drenaje e inundaciones son factores climáticos desfavorables para el pavimento flexible.

De igual manera existen tres hechos importantes en el deterioro de un pavimento flexible, se explican a continuación:

Se deberá realizar acciones preventivas tales como mantenimiento regular y periódico si lo hay y requiera el pavimento flexible.

Cuando la superficie plástica de la carretera se deteriora el costo de mantenimiento vehicular aumenta.

El costo de reconstrucción es mayor al costo de renovación o rehabilitación, por ello el pavimento flexible tiene que cumplir con su periodo de vida útil.

Para conservar el buen estado del pavimento flexible tanto físico como estructural es importante el mantenimiento y rehabilitación. Por ello solucionar el problema en la primera etapa garantiza un buen transporte que el activo cumpla con el periodo de vida útil.

Las investigaciones minuciosas de muchos proyectos viales de pavimentos flexibles fueron importantes para elaborar esta tesis, en la cual en los archivos recopilados encontramos evidencias de deterioros en su estructura.

Para realizar un adecuado estudio superficial se tendrá en cuenta el monitoreo de un trabajo detallado y riguroso. Con el estudio somero del pavimento flexible en la zona de Huánuco, dos tramos de San Rafael, se obtendrá un diagnóstico de daños por capas asfálticas.

El sistema de evaluación determinará la cantidad de daño presente en la capa asfáltica, así como la causa y fuente, de esta forma se podrá establecer el diagnóstico más adecuado para el área, ya sea que se trate de una acción de mejoramiento, crear o mantener.

Para finalizar la presente tesis se dividió en cinco capítulos que se describen a continuación:

En el capítulo I se describe el problema de investigación, considera la exposición del problema, representación del problema, objetivos generales, objetivos específicos, fundamento teórico del estudio, limitaciones de la investigación y factibilidad del estudio.

El siguiente capítulo expone el marco teórico del proyecto, teniendo en cuenta el contexto de investigación, los antecedentes teóricos, las definiciones conceptuales, las hipótesis, las variables dependientes e independientes y el funcionamiento de las variables

El capítulo III describe la metodología de investigación, considera el tipo de investigación, el enfoque, el alcance, el diseño, las muestras, las herramientas, la recopilación y el análisis de datos y la interpretación de los datos.

En el capítulo IV se presenta los resultados de la investigación, obtenidos con la metodología aplicada, con fotografías, figuras, tablas y fichas de campo, que nos indica el análisis y la conclusión del tramo evaluado usando la metodología PCI, considerando el desarrollo de la hipótesis y prueba de hipótesis.

En el capítulo V se exhibe la discusión de resultados, que es nada más la información procesada de campo con el respectivo análisis para comparar o contrastar estudios anteriores y nos den un panorama más amplio y claro para plantear soluciones y mejoras en la vía evaluada.

En la última sección se describe las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos correspondientes a la tesis.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel internacional, el uso del pavimento flexible en vías expresas y carreteras de ingreso tuvo un efecto beneficioso debido a sus diversas ventajas tales como: costo reducido, velocidad al construir, protección y comodidad del consumidor durante el trayecto. Sin embargo, en los años transcurridos, el número de pavimentos deformados y agrietados se ha incrementado debido al desarrollo de la industria del automóvil con vehículos de gran peso. Además, la descentralización de la energía y el comercio del país ha facilitado un aumento en el tráfico de automóviles en áreas donde no hay un tránsito regular de vehículos. (Delgado & Morales Guivin, 2020).

Todas estas variables han llevado a evaluar el diseño de estructuras viarias para su preservación, continuidad y restablecimiento. Es por esta razón que los métodos VIZIR y PCI han transformado en el estándar para definir el grado de preservación superficial de pavimentos flexibles, ayudando a prolongar la vida útil de las estructuras de ingeniería civil. Más para áreas de América Latina donde las calles son baches y surcos a lo largo de la dirección de la ruta (Delgado & Morales Guivin, 2020).

Nacionalmente, la ausencia de conservación de las principales vías del Perú ha causado deformación, agrietamientos y daños en las vías, dejando un total de 9.600 km de vías sin itinerario de conservación adecuado en los años transcurridos. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (2013).

En la región de Huánuco tramo Ambo San Rafael los pavimentos flexibles cuentan con graves daños en su infraestructura vial después de su construcción lo que pasa con la mayoría de obras de infraestructura vial en diferentes partes del Perú. Se deberá realizar acciones de mantenimiento en

toda su vida útil del proyecto asegurar la vida para la que fue diseñado y así evitar problemas, dificultades y mala prestación al usuario.

La finalidad de un mantenimiento adecuado de las vías es que la capa de rodadura sea apta de resistir alta tasa de tráfico vehicular y las causas climáticas que se presenten durante su periodo de diseño. La gestión de mantenimiento para las vías en la región de Huánuco es insuficiente para prevenir las diversas daños superficiales y estructurales al pavimento flexible.

Referente al nivel de servicio de las vías viene creciendo paulatinamente el tránsito vehicular, causando deformaciones, hundimientos, baches, fisuras y grietas considerables provocando el envejecimiento prematuro del pavimento haciendo que esta no cumpla con su periodo de diseño. Por ello es que el ingeniero civil se ve obligado a buscar y fomentar nuevas tendencias de estudios apropiados para el proyecto, proponiendo sistemas y diseños apropiados de mantenimiento y rehabilitación de acuerdo al tipo de vía.

Ante esta situación se recomienda analizar y estudiar los elementos que deterioran superficialmente al pavimento flexible, procurando de esta manera buscar alternativas de solución al problema.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cómo el estudio superficial de pavimentos flexibles influye en el mantenimiento de vías en la región Huánuco tramo Ambo – San Rafael 2019?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los tipos, causas y nivel de deterioro en el estudio superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías?
- ¿Cómo el mantenimiento constante evitara fallas en el pavimento flexible?

- ¿Qué métodos de mantenimiento es el más adecuado para la vía tramo Ambo San Rafael 2019?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar como el estudio superficial del pavimento flexible influye en el mantenimiento de vías en la región Huánuco tramo Ambo - San Rafael 2019.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los tipos, causas y niveles de deterioro que contribuyen al desgaste de los pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías.
- Determinar como el mantenimiento constante evitara fallas en el pavimento flexible.
- Proponer métodos de mantenimientos que más se adecuen a la situación de la vía del tramo Ambo – san Rafael 2019.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTUFICACIÓN TEÓRICA

El proyecto presentado sugiere por medio de la teoría y los conceptos fundamentales dar una posible solución a la problemática del mantenimiento de vías de la región Huánuco tramo Ambo - San Rafael, que afecta el nivel de serviciabilidad de la vía.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Las soluciones idóneas serán conforme a los rendimientos que arroje la investigación, ayudará a localizar resultados precisos a la problemática de la falta de mantenimiento de las vías en la región Huánuco tramo Ambo - San Rafael, para mejorar los niveles de servicio de las carreteras.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para conseguir las metas de la investigación, se usaron métodos de investigación de campo visual y la recolección de datos teóricos y porcentuales que permitirán medir la cantidad de daños en el pavimento.

El argumento importante del estudio de la superficie del pavimento blando es para minimizar la tasa de daño que se muestra en la calzada, en particular, algunos daños pueden ser visualizarse y otro tipo de fallas se manifiestan al tiempo de transitar con un móvil a una velocidad moderada. Una infraestructura vial es importante y necesaria por eso debe tomar importancia al mantenimiento vial, para que su buen servicio sea constante y útil, con las correcciones necesarias en la vía esta cumplirá con su etapa de vida útil. El actual estudio de investigación tiene el propósito final de fomentar el mantenimiento vial, sugiriendo formas de solución a los desperfectos hallados en la vía, y de tal forma solucionar o mejorar los niveles de servicio de las carreteras, dando como resultado no solo un buen servicio sino también seguridad y bienestar al usuario del departamento de Huánuco tramo Ambo - San Rafael.

El proyecto también fue creado con el propósito de proporcionar a los ingenieros de vías un pequeño apoyo para la ejecución e inspección de sus trabajos.

El estudio de la superficie de pavimento flexible se estima de considerable utilidad en obras de carreteras para la apropiada conservación del pavimento.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Se encontraron las siguientes limitaciones:

Consecuente a la investigación de estudio en el departamento de Huánuco no se encontraron datos actuales de la conservación vial en cuanto al mantenimiento vial adecuado de acuerdo a la zona.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La llegada a la indagación se obtendrá mediante la recolección de datos de campo y la metodología del Pavement Condition Index (PCI).

Entendimiento del tema puesto que se tiene pericia en este plano por conocimientos previos obtenidos en los siguientes cursos:

- Manual de carreteras conservación vial – MTC.
- Manual técnico, mantenimiento rutinario de caminos con microempresas.
- Sistema de valoración del pavimento flexible.
- Mantenimiento rutinario de caminos.
- PCI – Índice de Condición de Pavimento.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se investigó en diversas entidades de la región de Huánuco y repositorio de la UNHEVAL Y UDH, si existían trabajos similares a la que estoy realizando, se hayo proyectos similares para mi propósito, como son los siguientes:

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ghose, Mirza y Malik (2019) en su tesis denominada “Failures in Flexible Pavements and Remedial Measures”, los descubridores se han fijado como propósito común definir el desarrollo firme de la calzada, en una definida calzada, con el fin de regenerar la calidad del firme de la calzada, de manera que los vehículos sean completamente seguros, según la clasificación de los mismos y establecidos. los determinantes Se aplica el tipo de metodología utilizada, con un planteamiento descriptivo en el que se realiza la estimación del pavimento, a través del uso de fichas de sugerencia, para realizar una apreciación inmejorable del pavimento. Los productos muestran que la clase del pavimento se ve dañada por el volumen y duración del tráfico que recibe, generándose defectos tipo A y tipo B, según la metodología VZIR. Al respecto, se puede concluir que la calidad de los defectos generó un efecto severo y aparente en diferentes partes del pavimento, lo que motivó el desarrollo de una propuesta para mejorar su estado.

Pallasco (2018) en su tesis titulada: “Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en santo domingo de los Tsáchilas”, El presente informe planteó como propósito común estimar y recomendar un modelo de conservación para la Avenida Quevedo en Santo Domingo. En esta encuesta, el autor concluye: 1) La

investigación se realiza con el propósito de crear una mejora en la ruta de investigación y los temas. Además, también pretende optimizar la gestión y adecuarla a las necesidades de las personas, y al mismo tiempo, mejorar el proceso de desgaste, reducir los costes operativos como combustible, repuestos, mantenimiento de vehículos, ratio, etc., la siniestralidad y buscar proporcionar un confort de seguridad óptimo y, por lo tanto, aumentar la duración de la carretera. 2) Sobre la avenida Quevedo, la totalidad de sus tramos se hallan en mal estado, que parece que a lo largo de los años de uso solo se han asfaltado aproximaciones o se han realizado soluciones puntuales en diferentes zonas mediante parcheo. Sin embargo, en muchos casos, la reparación no es buena sin respetar nada que está en la norma. 3) Se estudia el funcionamiento del procedimiento PAVER para la evaluación de la fase de la capa de desgaste, el cual es de gran beneficio por su versatilidad y facilidad de manejo, y se utiliza para pavimentos calificados funcionales y de desempeño. Cabe señalar que este método de valoración y gestión de pavimentos fue rápidamente adoptado y aplicado con fines de rehabilitación y rehabilitación de vías degradadas, tal como se utiliza a nivel militar y civil, ya que se utilizó en 1980. 4) Estudio de Pavimentos Avenida Quevedo, se localiza en mal estado y deficiente, por lo que, de acuerdo a los productos, se requiere mayor sostenimiento para mejorar la facilidad de facilidad para el mantenimiento de los usuarios transeúntes. 5) Es necesario y necesario intervenir en la conservación de la Avenida Quevedo por un período corto de tiempo, ya que el pavimento se halla en el término de talud crítico del ciclo de vida del pavimento y donde los costos de mantenimiento se incrementarán al 400% en cuestión de no desarrollarse a tiempo dichos cuidados.

Andrade (2018) en la tesis titulada: "Mejora de la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos en la ciudad de Valencia a través de la predicción de su deterioro.", la investigación tuvo como finalidad general reconocer el estado actual de los sistemas de gestión de pavimentos usados a nivel mundial y dar un análisis del estado de las vías de la ciudad de Valencia (24vías). En este estudio, los autores concluyen:

1) Las aceras urbanas de la ciudad de Valencia requieren de un sistema de gestión planificado para implementar un adecuado mantenimiento vial. Esto se puede lograr conociendo el curso de deterioro que tendrán las carreteras, o similar, un pronóstico de la etapa posterior. En ese marco, están surgiendo modernos métodos, como las curvas de regresión, las series de Markov o las redes neuronales. 2) Para analizar 24 vías de la ciudad de Valencia y predecir su degradación en el tiempo se utilizó el método PCI. Las imágenes obtenidas de Google Earth se utilizan para evaluar los daños más típicos que afectan las condiciones de las carreteras en diferentes años. La expresión de los valores de PCI del pavimento a lo largo del tiempo es importante para obtener un valor para predecir el deterioro. En este estudio se obtuvieron curvas PCI VS AGE según imágenes de Google Earth y se relacionaron con curvas teóricas existentes en función de la clasificación del tráfico. A partir de la curva teórica se desarrolló una previsión del PCI hasta junio de 2018, con el fin de mostrar la diferencia con el PCI real evaluada in situ y evaluar el error de la curva teórica. Se concluye que, de 24 muestras tomadas, 9 rutas están por encima del 5% margen de error permisible del método PCI. Por lo tanto, de esta forma, la ecuación teórica no afirma que la proyección creada por el índice de condición del pavimento sea la más adecuada.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Según Delgado & Morales (2020) en la tesis titulada: “Condición superficial del pavimento flexible con la metodología VIZIR y PCI de la carretera vecinal tramo km 00+00 al km 05+00 de los distritos de la victoria y Monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo - departamento de Lambayeque”, El objetivo general de este informe es determinar el estado del tramo vial en las comunas de Monsefú y La Victoria. Responda la próxima consulta de investigación: ¿Condición superficial del pavimento plástico según métodos VIZIR y PCI, del tramo vial adyacente del Km 00 00 al Km 05 00 en los distritos de La Victoria y Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque? En esta investigación el autor

ha concluido: 1) Estado de la superficie del pavimento flexible según métodos VIZIR y PCI, del tramo vial vecinal del Km 00 00 al Km 05 00 en los cantones Victoria y Monsefú, en la provincia de Chiclayo, parte de Lambayeque, ha logrado un estado de carácter normal, para los dos métodos aplicados. 2) El índice de superficie vial, utilizando el método VIZIR, del tramo vial vecinal del Km 00+00 al Km 05+00 en el cantón Victoria y Monsefú, en Chiclayo, provincia de Lambayeque, muestra una calidad de pavimento de 3,51 puntos, demostrando así normalidad. calidad, creando ejercicios principalmente en los últimos 2/3 del tramo, siendo el menor valor 3 puntos de calidad y el mayor valor aproximadamente 4. 3) Sobre el indicativo de superficie de pavimento, a través de la metodología PCI, del tramo vial vecinal del Km. 00+00 al Km 05+00 en Victoria y Monsefú, en Chiclayo, Provincia de Lambayeque, muestra que la condición del pavimento es de 51, 97 puntos, señalando calidad de manera regular, indicado principalmente en el último tercio del segmento con un valor mínimo de 10 calidad puntos y un valor máximo de aproximadamente 90. 4) El defecto más característico es la diferencia de niveles del carril, con una representatividad del 47% y una consistencia de distancia media de 56,60 a 66,10, logrando repeticiones de 82 evidencias. Asimismo, la densidad máxima que alcanza esta falla es de 85,10 a 94,60, con una frecuencia de muestreo de 18 unidades.

Correa & Del Carpio (2019), en la tesis titulada: "Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura", El presente informe planteó como objetivo general proponer recomendaciones de intervención inicial en base a los resultados obtenidos, y recomendar el mantenimiento rutinario para cada año, realizando diversas actividades para mantener la vía en óptimas condiciones. En esta investigación el autor concluye: 1) De los resultados encontrados en las diferentes estaciones donde se realiza el conteo de vehículos en el jirón de Los Incas, se puede observar que en la parte 1 existe una cantidad de vehículos mucho mayor que en parte 1. para el resto de los tramos de carretera, donde los vehículos más comunes para cruzar este tramo de carretera son principalmente motocicletas y

mototaxis, este tipo de vehículo predominante se repite en todos los tramos de carretera posteriores. Asimismo, cabe señalar que los horarios de mayor tránsito entre semana oscilan entre las 13:00 y las 15:00 horas (excepto el punto 5). Cabe señalar que el endurecimiento de diferentes secciones existentes en una calzada se puede lograr por varios medios adicionales, como indicadores de deflexión, índices de rugosidad u otras propiedades de la superficie de la calzada. 2) Del porcentaje de turnos que reinciden los modelos de defecto verdadero en todo el jirón los Incas, se finaliza que el denominado defecto hueco se convierte en el tipo de fallo más repetido en la vía, entre ellos 50% deficiencias existentes, dicho defecto es muy probablemente que se forme por la contención de líquido, por la precipitación continua causada por el niño costero en el aplastamiento que existía tiempo atrás de que se produzca dicho fenómeno natural, y también debido a la penetración del líquido por medio de las fisuras, el cual forma la congestión bajo el manto asfáltico, causando cargas de diferentes vehículos para causar el colapso estructural en esas áreas específicas. Se puede apreciar también que los agujeros no necesariamente persisten como el tipo de daño más común en el pavimento, ocupando el tercer lugar seguido del grado de pulido (que tiene recubierto por completo la superficie del núcleo de la carretera por causa de la abrasión con el tiempo de su capa asfáltica), y la separación de conjuntos. Por otro lado, en cuanto a la severidad, existe un claro predominio de severidad media (M) en la mayoría de los errores encontrados en el jirón y un número muy reducido de errores con severidad alta (H). 3) cuando se compara el método tradicional y el método del software EvalPav, el método tradicional toma el PCI de la unidad de muestra 1 del campo 1 con un resultado de 25, el cual se realiza con un proceso grande, lento pero sencillo, ya que diferentes ábacos (derivados curvos) se utilizan para cada defecto presentado por la curva Jirón Los Incas para encontrar los parámetros (HDV, m, q, HRV) y finalmente derivar PCI. Por otro lado, con el software EvalPav, PCI logra 27 con la misma unidad de muestreo. Este programa es una herramienta muy útil y gratuita para poder evaluar el estado superficial del pavimento, reduciendo el tiempo para obtener los resultados de una forma más

sencilla y precisa. Por otro lado, la diferencia de resultados entre un método y otro, son muy parecidos entre sí, y puede deberse a imprecisiones al utilizar la visualización con ábaco en el método tradicional.

Toledo & Llaiqui (2020) en la tesis titulada: “Evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método pci y propuesta de mejoramiento de la infraestructura vial en la av. industrial, en el tramo de la av. Gustavo Pinto y av. Jorge Basadre Grohmann – Tacna,2019”, El presente informe tuvo como finalidad general, diagnosticar el tamaño de la calificación de apariencia del pavimento sobre la estructura vial actualmente vista en la Av. Industrial, demostrará plantear una mejora continua, del recorrido de Tacna en análisis, 2019. En esta investigación los autores concluyen: 1) Tomando datos de nuestro estudio de pavimento flexible en la Av. Industrial de la zona de Av. Gustavo Pinto y Jorge Basadre Grohmann 2019, se tiene el indicativo como requisito de Acera (PCI) por la acera izquierda de 26.39 que es el pavimento en mal estado y en la valoración del pavimento de la acera derecha es de 37.77 que es el pavimento en mal estado, el producto final es la media de las valoraciones anteriores, obteniendo 32.08 que es el pavimento en mal estado. 2) Durante la valoración del pavimento se encontró mayor parte de defectos, dentro de los más graves se tiene la piel de cocodrilo, grietas parabólicas, grietas longitudinales y transversales, baches, hoyos, pulido de agregados, parches, abolladuras y grietas irregulares. según la antigüedad de la infraestructura desde su fin de vida y también el incremento en el número de vehículos durante el tiempo pasado.

Luego de detectar una gran cantidad de defectos, y luego de evaluar el pavimento según el método PCI, se recomienda rediseñar el pavimento flexible ya que con ello se puede dar una mejora a la circulación de elemento vehiculares, encontrando mayor proporción de vehículos especiales y mayor carga de peso. 4) el resultado final propuesto fue una nueva construcción, esquema propuesto según método AASHTO 93, donde obtenemos los desenlaces posteriores en el tramo vial en estudio, como cálculo ESAL, determinación de cantidad de tránsito vehicular en

siete días de la semana. y calcular el espesor que va a poseer el pavimento nuevo. La valoración de espesores se realizó por el procedimiento AASHTO 93, se determinaron las mediciones necesarias como son: CBR del rack, con su módulo de resiliencia, coeficiente de capas, drenaje y grado de rigidez se obtuvo espesor del manto, confiabilidad, usabilidad y desviación estándar, con lo anterior se encontró el grosor de nuestra rebanada, es decir: Tapete = 2.36 pulgadas, Base = 12 pulgadas, Bajo Base = 16.50 pulgadas.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Cotrina (2020) en su tesis titulada: “Aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) para evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca- cerro de Pasco 2019”, El presente informe planteó como propósito común estimar la situación vigente de las condiciones del pavimento flexible en horarios 46+600- 51+600, Yanahuanca Cerro de Pasco 2019; usando el método del índice de condición de la acera (PCI). En esta investigación el autor concluye: 1) El pavimento plástico de la carretera tramo 46+600- 51+600, Yanahuanca Cerro de Pasco, evaluado por medio de la utilización de la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento), cumple con el estándar PCI = 48,83; y de acuerdo con lo dispuesto en este sistema, la situación del pavimento se clasifica como de condición media. 2) La metodología del índice de condición del pavimento (PCI) es efectiva, fácil de aplicar y no demanda personal experimentado.

Donde el reconocimiento visual es una de los implementos más convenientes en la utilización y valoración de este sistema, y una fracción sustancial de cualquier estudio; Asimismo, es posible clasificar el estado de conservación de la vía progresiva 46+600-51+600 Yanahuanca Cerro de Pasco, donde se han observado los modelos de defectos que expone esta carretera. 3) Se puede delimitar que los defectos más repetidos de la vía de avance 46+600-51+600, Yanahuanca Cerro de Pasco;

respectivamente, es decir: el error de piel de cocodrilo representó el 17,47 %, seguido del error antiestético con el 17,70 %; Del mismo modo, la falla por corrugación representa el 15,34%; y 9,65 % de error de relieve; también el hueco hinchado con 7.95%; falla de pulido en general 5.32%; Parche al 5,60% y menos posibilidades de otros errores por debajo del 5%. 4) por medio del método Sidewalk Condition Index (PCI) se delimitó la situación áspera de toda la progresiva de 46+600 - 51+600 avances, en 6.25 % unidades muéstrales en el estado buen estado con PCI (de 100 a 85); 6,25% en muy buen estado con PCI (de 85 a 70); el 12,50% está al día con PCI (70-55); 43,75% del número total de unidades de prueba examinadas, lo que demuestra que la condición del pavimento pasa regularmente PCI (55-40); seguido de 18,75% unidades de muestra PCI pobres (40-25); El 12,5% se detectó en bastante mal estado PCI (entre 25 y 10). En conclusión, reuniendo el total de productos los 16 elementos muéstrales estimadas, se valora la calidad global de la ruta con un valor de PCI de 48,83; Llámelo un camino en buenas condiciones.

Trujillo (2018) en su tesis titulada: “Evaluación técnica económica entre el pavimento flexible y rígido, para aumentar la transitabilidad en el tramo de la carretera Unguymaran - las pampas - Tomayquichua – Ambo”, El presente informe planteó como El propósito común es señalar la valoración técnico-económica entre pavimento flexible y duro, y aumentar la factibilidad para la progresiva de vía Unguymaran Ambo. En esta investigación, el autor concluye: 1) Luego de completar el diseño de la estructura de pavimento flexible, para ambos procedimientos (MTC y AASHTO 93), se encuentra que cada método contiene diversos factores que producen un cambio en el tamaño final del pavimento. estructura, en general, se han observado metodologías para considerar cuatro parámetros básicos, como son el tránsito, la potencia al corte del suelo de apoyo (CBR) y las cualidades de los materiales que preparan la conformación del pavimento. El procedimiento más tradicional es el MTC, ya que se sobredimensionan los criterios de diseño, en base a las parcelas resultantes de los experimentos realizados, esto nos da una estructura conservada (ver figura N°16) para pavimento duro, el agarre tiene en

cuenta la utilización de dovelas y molduras en el diseño. 2) Al examinar el presupuesto del pavimento blando en semejanza con el pavimento duro, los costos operativos son más bajos y el mantenimiento de más de 20 años de vida más larga. Para mantener la disponibilidad, es necesario programar la restauración de rutina de tomando como guía el manual de mantenimiento vial del MTC. (ver cuadro nº 35). 3) Se comparan 3 procedimientos de diseño de pavimentos rígidos, según su metodología, conducen a un determinado espesor de la estructura del pavimento, en semejanza con otros métodos, el método con espesor conservado es el método PCA, en semejanza con AASHTO 93 y el método MTC, lo que indica que cuando el diseño carece o aumenta el IMD, el pavimento puede soportar las cargas antes mencionadas (ver figuras N° 20 y 50). 4) El propósito de los métodos de diseño, al igual que otras estructuras de asfalto y hormigón, es encontrar el espesor mínimo del pavimento, lo que conduce a menores costos, en el caso de espesores mayores, buen desempeño, pero requieren costo inicial de construcción, pero bajo. coste de mantenimiento en caso de pavimento duro. En el caso de pavimento flexible, un diseño de menor espesor se traducirá en bajos costos constructivos, pero altos costos de conservación, por lo que es necesario determinar el espesor adecuado para asegurar el buen manejo de la vía.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Este modelo de pavimento consiste en una capa de betún regularmente apoyada encima de dos estratos no rígidas, la base y sub base. (Montejo, 2001)

El pavimento flexible debe ser apto para resistir ciertos niveles de deformación elástica sin agrietarse ni romperse. La superficie de rodadura está constituida por un revestimiento bituminoso, la transmisión de fuerza generada por las cargas de los vehículos se realiza en cargo de las propiedades mecánicas de las piezas con las que cooperan las diversas capas de la calzada.

El pavimento flexible es la superestructura de la calzada, cuya labor es sostener los pesos móviles para luego transmitir y distribuir las fuerzas sobre el suelo de manera armoniosa, sin permitir que las deformaciones afecten la estructura del pavimento. no lo afecta. producto, manteniendo una superficie duradera y lisa, se compone de suela, subsuela y capa de soporte.

La construcción inicial de un pavimento flexible resulta más económica, por así decirlo, Tiene una vida útil favorable de 10 a 15 años, pero se requiere un mantenimiento regular y rutinario para completar su vida útil.

Las principales funciones del pavimento flexible es la de facilitar un área de rodamiento uniforme y óptimo, de textura y de color adecuado, resistente a las influencias ambientales, el transporte, el mal tiempo y otros agentes nocivos para la estructura del pavimento, así como también de llevar de manera adecuada las fuerzas producidas debido a la carga de tráfico.

Definiendo, El pavimento de la carretera es la superestructura de la estructura de la carretera, con un proyecto muy bien elaborado se puede obtener el logro de una vida útil completa de la vía, ofreciendo seguridad, comodidad y economía al usuario y al estado. Los pavimentos están divididos en pavimentos rígidos, pavimentos flexibles y otros (adoquines, empedrados, suelo cemento) pero en esta tesis estudiaremos y analizaremos a los suelos blandos.

2.2.2. ELEMENTOS QUE COMPONEN UN PAVIMENTO FLEXIBLE

Están conformadas por un plano superior de pavimento y dos estratos parecidos a la base y sub base que son elementos no rígidos, a continuación, las describimos (Montejo, 2001).

2.2.2.1. LA SUB-BASE GRANULAR

La sub base es uno de los elementos que componen el pavimento, resiste la estructura del pavimento, sostiene como destino tomar las cargas de la base para distribuirlas de forma armónica, El volumen del pavimento necesitara del nivel de resistencia de la sub rasante, debe poseer incomprensibilidad, resistencia e inmunidad a la contracción y expansión y por efectos de la humedad.

2.2.2.2. LA BASE GRANULAR

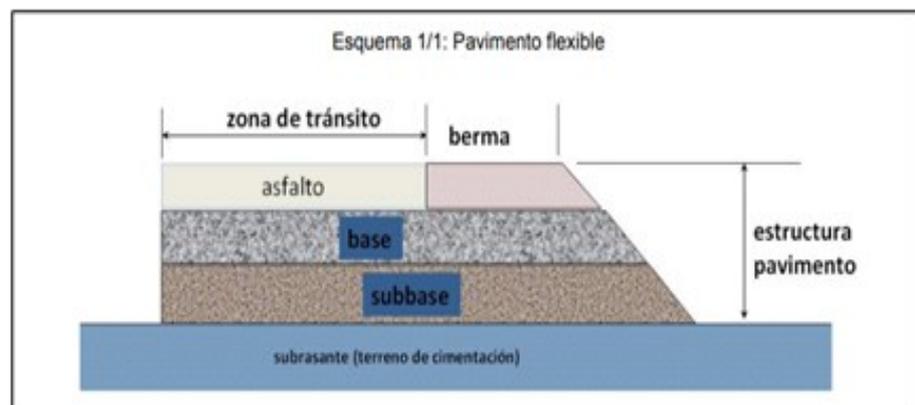
Es responsable de transmitir y distribuir la carga generada por el tráfico que pasa por el camino hacia la subcapa ya través de la subcapa. Esta base está hecha de roca de buena calidad, triturado y mezclado con arena y tierra para macetas, en su estado natural. Todas sus propiedades dependerán de la proporción de partículas finas a agregado grueso, que contiene tamaño de partícula, densidad relativa, forma, fricción interna y fuerza adhesiva.

2.2.2.3. CARPERTA

La carpeta de rodadura es la capa principal donde transitan los vehículos, la superficie es uniforme y estable, su estructura debe soportar las consecuencias rugosas del tráfico, el color y la textura son convenientes al tipo de material empleado.

Figura 1

Estructura del pavimento flexible



Nota: Becerra (2012).

2.2.3. CONDUCTA DEL PAVIMENTO

Los pavimentos deben diseñarse, construirse y mantenerse para una estructura y función óptimas a lo largo de su ciclo de vida. (Becerra, 2012)

2.2.3.1. COMPORTAMIENTO FUNCIONAL

Comprender los aspectos que afectan a la calidad, el confort y la seguridad, dando un mal servicio al usuario.

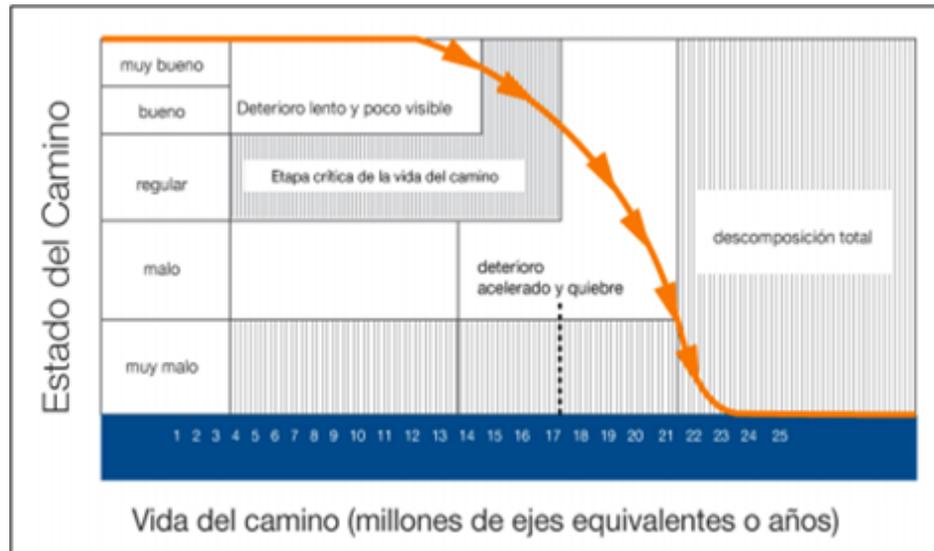
2.2.3.2. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

Aspectos de integridad como estructura de pavimento. (Becerra, 2012)

El comportamiento estructural está ligada al diseño del pavimento que debe cumplir parámetros y valores de diseño establecidos por la norma, para que pueda soportar el alto tránsito y las acciones abrasivas del medio ambiente. Su capacidad estructural debe ser capaz de soportar todos los factores ya mencionados y cumplir con el tiempo o periodo de durabilidad establecido. Al terminarse de construir un pavimento empieza bien y a medida del tiempo y la circulación del tránsito, estas cargas que circulan por la carpeta van deteriorando la superficie de rodadura, no solo las cargas del tránsito deterioran la superficie de rodadura sino también interviene el clima que hace poco fue considerado en el método de diseño del pavimento. Ver figura 2.

Figura 2

Desgaste de los pavimentos en su ciclo de vida



Nota: Becerra (2012).

2.2.4. FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

Los factores a considerar en el diseño de pavimento son los siguientes. (Montejo 2001).

2.2.4.1. El Tránsito: Se requiere hacer un estudio de tránsito para el dimensionamiento de los pavimentos, el aforo tomado por Las cargas más pesadas sobre ejes simples, paralelos y triples determinarán la estructura del pavimento de la vía expresa. Para calcular y diseñar geométrico se necesita los estudios de deformaciones de los pavimentos, acumulación y fatiga, máximas presiones de contacto, puntos tangenciales como curvas, aceleración, zonas de frenado y la canalización del tránsito.

2.2.4.2. La Subrasante: El volumen del pavimento necesitara de la cualidad de esta capa, sea flexible o rígido. Para evaluar esta capa se deberá hacer un estudio de suelo para ver su capacidad portante, soporte y resistencia a la deformación debida a las cargas generadas por el tráfico por esfuerzo cortante. Es importante tener presente la eventualidad de variaciones de volúmenes tanto como hinchamiento y retracción, la sensibilidad

del suelo y la humedad en lo que refiere a la resistencia. La subrasante del tipo de suelo expansivo tiene cambios de volúmenes bruscos ocasionando por defecto graves daños a la estructura que se apoye sobre esta capa, por este motivo se deberá tomar medidas de precaución como la impermeabilización del suelo cuando se construye una carretera en este tipo de suelo para imposibilitar las variaciones y desniveles ocasionadas por la humedad del suelo.

2.2.4.3. El Clima: Existen muchos factores que afectan la estructura de un pavimento entre ellas tenemos a las precipitaciones y los cambios climáticos. El nivel freático sube o aumenta cuando existe presencia de lluvias influyendo de manera directa en cambios en el volumen del soporte, cambios en la resistencia y compresibilidad. En un sitio de construcción durante operaciones tales como movimiento de tierras, colocación y compactación de capas de grano y asfalto este parámetro influye de manera fundamental en el proyecto de la carretera. Los cambios en la temperatura de un pavimento plástico pueden conducir a un cambio fundamental en el patrón elástico de las capas de asfalto, provocando grietas y deformaciones, y afectando la serviciabilidad de la calzada.

2.2.4.4. Los Materiales: Son materias importantes y esenciales para la construcción de pavimentos de carreteras. Se selecciona el tipo y calidad del material del agregado en canteras y los depósitos aluviales en el área, considerando también la distancia, precio y costo de la cantera a explotar se requiere que el material sea homogéneo, limpio y tenga buen volumen, para el proceso de construcción se considera la mejor técnica y un presupuesto económico razonable. Los materiales tales como ligante y conglomerante son los materiales de construcción más costosos.

2.2.5. ELEMENTOS QUE AFECTAN A LOS PAVIMENTOS

Los elementos que afectan en forma predominante al pavimento se pueden considerar en las siguientes descripciones:

2.2.5.1. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Deben poseer una buena base y sub base, Para ello se realizan estudios de mecánica de suelos para identificar y caracterizar el tipo de material y las propiedades del suelo para dimensionar el espesor requerido de la calzada. Como es sabido, el suelo y capas como la cimentación y la sub base desempeñan un documento clave en el diseño del grosor del pavimento.

2.2.5.2. CLIMA

El factor climático perjudica a los pavimentos por medio de la precipitación pluvial por las acciones directas y por la elevación del nivel freático. Ante la existencia de agua y heladas en la vía durante los meses de septiembre - junio (temporada de lluvias), diciembre - febrero, que es la época de heladas, cuando la temperatura de la zona desciende por las noches, dañan especialmente la estructura de la calzada.

2.2.5.3. TRÁNSITO

El pavimento va a estar sujeto al tránsito que conduce las cargas a esta y con respecto al diseño del pavimento primero se requiere conocer y calcular la magnitud de la carga que va a recibir el pavimento. En la región de Huánuco la demanda de tránsito va creciendo considerablemente por tanto es primordial y obligatorio el mantenimiento de vías.

2.2.5.4. DRENAJE

El drenaje se encarga de conducir el agua fluvial o pluvial de tal manera que el agua se separe o aislé de la estructura del pavimento, se puede decir que un drenaje bien diseñado es el complemento ideal del pavimento o de la carpeta de rodadura. En la región de Huánuco en el tramo Ambo – San Rafael al construir un pavimento, si se cambia la forma de diseño de drenaje en la zona donde ⁴⁵atraviesan aguas de quebrada puede

causar varios problemas como la separación y el desgaste del material que compone la parte de la vía. Al elaborar un expediente técnico de infraestructura vial se considera un monto de porcentaje adecuado para las obras de drenaje porque son elementos de construcción importantes para el buen funcionamiento de la vía, es importante acentuar esta partida de construcción porque gracias al drenaje el proyecto de construcción puede cumplir con su vida útil de servicio y utilidad.

2.2.6. CARACTERÍSTICAS DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES

El pavimento flexible tiene que reunir con los siguientes para cumplir de forma correcta con sus funciones: (Rattia, 2014)

- Resistencia estructural.
- Deformabilidad.
- Requerimiento de conservación.
- Durable y económico.
- Debe poseer una textura superficial adecuada para estabilizar la velocidad de circulación de los vehículos.
- La plataforma tiene que ser resistente al efecto abrasivo producido por los neumáticos de los vehículos y al efecto climático del medio ambiente.
- Ser resistente a las acciones de las cargas por el tránsito.
- Presentar condiciones adecuadas de drenaje.
- Su estructura debe presentar uniformidad superficial, diseño de curvas parametradas de acorde al diseño geométrico para facultar seguridad y comodidad al usuario.

2.2.7. CICLO DE VIDA FATAL DE LOS PAVIMENTOS

“Los caminos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, el tráfico, la gravedad en taludes, etc. Estos elementos dañan al camino, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina

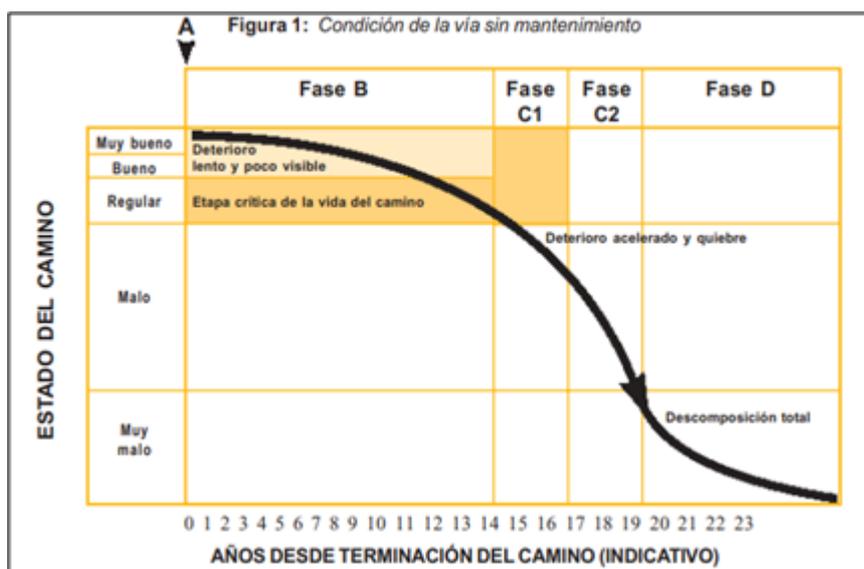
deteriorándolo a tal punto que lo puede convertir en intransitable”. (Menéndez, 2003).

Todos esos elementos indicados perjudican a la vía, más o menos, pero esa acción es permanente y acaba por empeorar el camino hasta el punto de hacerlo posiblemente intransitable. El deterioro del pavimento es un proceso que tiene muchas etapas diferentes, desde la etapa inicial de degradación lenta y discreta, luego a una etapa crítica donde el estado del pavimento ya no es bueno, para luego degradarse rápidamente hasta desgastarse por completo.

Concluyendo, El mantenimiento vial es un trabajo que debe realizarse en un momento determinado, no en cualquier momento, para evitar el impacto y daño de factores externos, para que de esta manera se pueda desplegar el ciclo de vida útil y la inversión en el activo sea productiva y sustentada, y la inversión a largo plazo sea mínima. En la experiencia real se observó que las empresas encargadas contratadas por el estado solamente arreglan fallas graves, visibles o de emergencia que se ven notoriamente en la superficie, mas no le dan un mantenimiento a toda la vía de acuerdo a la asignación presupuestal que son insuficientes para resolver el problema total de la vía. Este modo de trabajo el cual tiene un sistema ineficiente tiene como resultado la rápida falla de la plataforma, conduciendo a la obligación de reconstruir o rehabilitar en su totalidad la vía, incurriendo a gastos superiores a lo previsto por no tener una adecuada conservación vial. Si no existe calidad de buenos caminos la cual como resultado da progreso y mejor economía a la población y al estado, el país quedara en calidad de subdesarrollado. Este periodo se compone de cuatro ciclos, que se describen a continuación:

Figura 3

Cuadro de estipulación de la vía sin mantenimiento



Nota: Menéndez (2003).

La curva que se presenta en la gráfica está basada en un pavimento asfáltico, donde se muestra las fases de deterioro desde la fase B a la fase D, de un deterioro lento y poco visible a un deterioro acelerado y finalmente a la descomposición total. La descomposición se presenta en un periodo de 2 a 3 años a partir de culminada la construcción de la vía.

- **Fase A: Construcción**

En esta fase la carretera se encuentra en un buen estado y en excelentes condiciones de servicio para los usuarios, cubriendo las necesidades y exigencias para la buena transitabilidad. Apenas terminada su construcción entra en servicio, porque el proceso de este tipo de construcción es factible y de secado rápido. Esto se visualiza en el punto A del gráfico.

- **Fase B: Deterioro Lento Y Poco Visible**

“Durante un cierto número de años, el camino va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque, en menor grado, también en el resto de su estructura”. (Menéndez, 2003)

El desgaste se genera en proporción a la totalidad del número de transporte ligeros y pesados en la carretera, a la contribución del desgaste también entra el factor climático que son agua de las precipitaciones y otros elementos.

Además, la tasa de consumo dependerá de la cualidad de la obra original. A fin de minimizar la erosión, es esencial destinar regularmente medidas prácticas de conservación, principalmente en las superficies de vía y en las estructuras de drenaje, además de realizar el mantenimiento rutinario. Si estos procesos de mantenimiento no se llevan a cabo, la vida útil establecida del pavimento se reduce fundamentalmente. En tiempos pasados la conservación de las vías prácticamente era nulas, no prestaban importancia al mantenimiento debido a la idea que siempre se iba a mantener en buenas condiciones y buen estado, y los recursos se han destinado a carreteras en muy mal estado. Se determina que un pavimento está diseñado para un tiempo determinado y una vez cumplida con su tiempo de servicio establecido se vuelve a reconstruir.

Durante la fase B, también observamos que el pavimento parecía permanecer en buenas condiciones y que el consumidor no siente ningún desgaste, no obstante incremento escalonado de defectos inferiores individuales.

El pavimento en esta fase, la vía aún está en condiciones de seguir sirviendo bien a los usuarios.

- **Fase C: Deterioro Acelerado Y Quiebre**

El espacio expuesto de la carretera y las obras de drenaje después de muchos años de uso se ven afectadas, abrasivas; El camino está entrando en un período de rápido deterioro y se está volviendo cada vez menos resistente a los automóviles, como se muestra en el gráfico.

Al comienzo de esta fase C1, la distribución fundamental del pavimento permanece íntegro y la sensación del usuario por el pavimento aun es consistente; Sin embargo, éste no es el caso.

Profundizando en la etapa C2, hay cada vez más lesiones superficiales y la estructura subyacente comienza a deteriorarse, que lamentablemente no se puede observar.

Conclusión, El pavimento muestra defectos graves visibles a simple vista, generalmente se asume que la estructura básica del pavimento está severamente afectada. El daño comienza rápidamente y se propaga gradualmente hasta causar daños en la mayor parte de la calzada.

Esta fase es relativamente corta, porque una vez que el daño superficial se ha extendido, la desintegración es rápida. (Menéndez 2003)

- **Fase D: Descomposición Total**

En la etapa D se observa que en un proceso de tiempo largo es la última etapa de la descomposición total del pavimento. En esta fase del pavimento al estar arruinado el tránsito de los vehículos se ve seriamente interrumpido, el tiempo de circulación aumenta porque la velocidad con la que se transitaba normalmente se reduce drásticamente y la suficiencia de la vía se reduce a solo una pequeña parte del estado principal. (Menéndez, 2003)

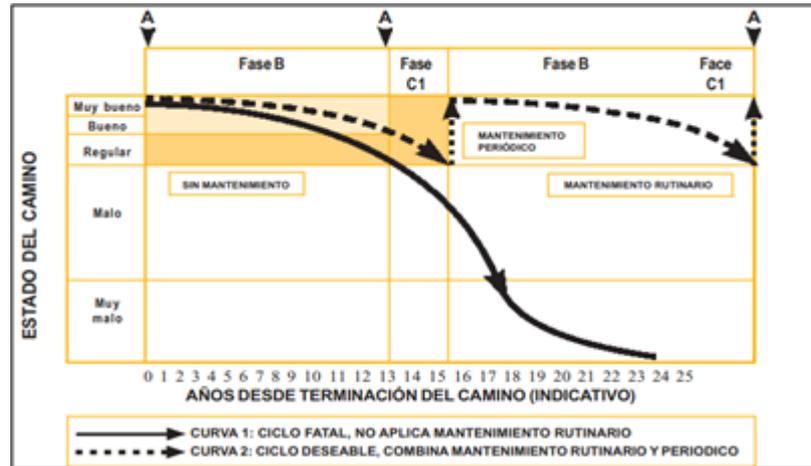
Al existir tal daño de enorme magnitud en la vía los vehículos sufren deterioros en neumáticos, amortiguadores, ejes, etc. En resumen, el costo de mantenimiento y reparación de vehículos está aumentando dramáticamente, y el número de accidentes está aumentando.

2.2.8. CICLO DE VIDA DESEABLE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

El pavimento flexible sin mantenimiento tiene un ciclo de vida muy corto y esto conduciría al daño general de la calzada, ahora con la implementación de un procedimiento de conservación conveniente, el pavimento o pavimento blando de la calzada se puede mantener dentro de un rango aceptable de daño, lo cual se puede mostrar en la siguiente imagen. (Menéndez, 2003).

Figura 4

Condición de la vía sin mantenimiento

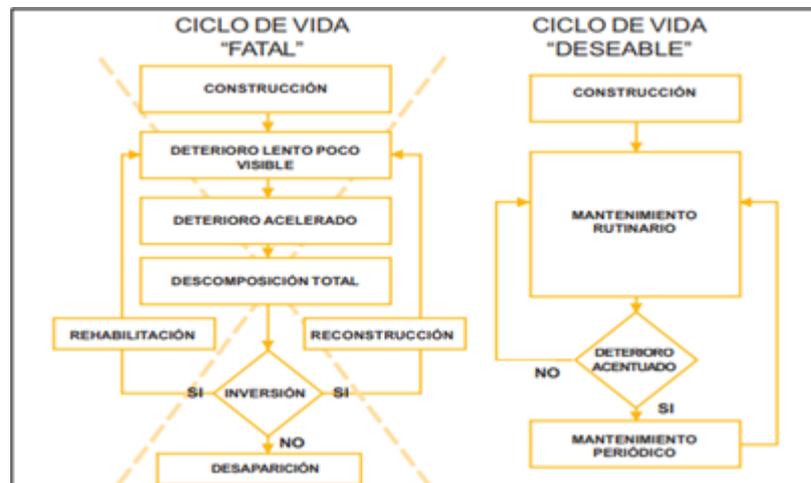


Nota: Menéndez (2003).

Un diagrama que representa los procesos posteriores de carreteras sin mantenimiento y con servicio, donde se puede ver que las carreteras sin mantenimiento permanente se degradan severamente, de lo contrario, las carreteras con servicio periódico solo periódicamente. mantenimiento a lo largo del tiempo.

Figura 5

Diagrama de flujo del ciclo de vida fatal y deseable



Nota: Menéndez (2003).

Establecer un Ciclo de vida deseado del pavimento lograría una adecuada conservación de vías. Sí el periodo de vida en un pavimento

nuevo o en un pavimento rehabilitado, este pavimento tendrá un estado óptimo de servicio.

2.2.9. DRENAJE EN EL PAVIMENTO

La humedad en el pavimento tiene una gran influencia sobre las cualidades de los componentes de la estructura del pavimento y en el comportamiento del pavimento en general.

El agua en el pavimento tiene una gran influencia, por lo que es parte del diseño vial. La presencia de agua, así como un mayor volumen de tráfico y cargas, pueden dañar la estructura del pavimento. (Coronado, 2002).

2.2.9.1. DAÑOS DEL AGUA EN EL PAVIMENTO

Daños provocados por el agua que está presente en los pavimentos:

- Erosión, causado por la migración de partículas de suelo.
- La saturación de la subrasante por un periodo prolongado causa el ablandamiento de esta.
- Un escurrimiento no controlado produce fallas que llegan a la saturación, sub presión excesiva o fuerzas de filtración excesivas.
- La humedad causa la degradación de la calidad de los materiales que componen el pavimento (peladuras).

2.2.9.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE HUMEDAD EN EL PAVIMENTO

Al diseñar un pavimento se busca que: La cimentación, sub-base y subsuelo están protegidos del impacto del agua. Hay tres (03) formas de reducir los problemas de agua: (Coronado, 2002)

Correcto sellado del pavimento (impedir que el agua ingrese a la base, sub base y subrasante). Se recomienda:

- Uso de materiales selectos y Procedimientos especiales de ingeniería para sellar uniones y fisuras.
- Uso de membranas herméticas al diseñar pavimentos.
- Uso de capas cerradas, bases, sub bases y bermas impermeables.
- Instalación de drenes interceptores a fin de evitar el ingreso de agua al paquete estructural.

Uso de materiales que sean resistentes a la humedad y que no se dañen por los efectos de la humedad. Se recomienda:

- Uso de material estabilizado para las capas granulares (se debe estabilizar empleando cemento o productos bituminosos).
- Selección de material granular con porcentaje bajo de Fino contenido y baja ductilidad, resistente a los efectos de la humedad.

Contar con drenajes que recolecten de manera eficaz Todos los tipos de humedad pueden penetrar en el pavimento antes de que se produzcan daños. Se recomienda:

- Diseñe un sistema de drenaje que mantenga la altura del agua profunda por debajo de la acera y/o evacuen de manera fácil y eficiente el agua que eventualmente ingrese al paquete estructural.
- Uso de bases y sub bases permeables, diseñando estas estructuralmente, así como capas de drenaje. Debido a que el agua que ingresa a la acera fluye en dirección horizontal, sale de la calzada en lugar de ingresar al subsuelo.
- Use mantillos de drenaje debajo de partes del relleno.

2.2.10. METODOLOGÍA PCI

La norma ASTM D6433-07 establece una serie de procedimientos pragmáticos y fáciles de aplicar para la inspección del índice de condición del Pavimento en carreteras y estacionamientos, la metodología PCI es un indicador numérico que aporta un valor de condición superficial del pavimento sea flexible o rígido, el pavimento es evaluado mediante la observación de fallas encontradas en el pavimento, logrando medir la condición actual de la capa de rodadura, el PCI mide la condición del pavimento (nivel de severidad, deterioro y densidad) de 0 a 100, donde 0 es un indicador que el pavimento está en un estado fallado y 100 que el pavimento está en estado excelente. El PCI determina 19 tipos de fallas la cual se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Índice de condición del pavimento

PCI	CLASIFICACIÓN
85 – 100	Excelente
70 – 85	Muy bueno
55 – 70	Bueno
40 – 55	Regular
25 – 40	Malo
10 – 25	Muy malo
0 – 10	Fallado

Nota: Norma ASTM D6433-07 Metodología PCI.

Tabla 2

Tipos de falla en el pavimento.

N°	TIPO DE FALLA	UND. MED.
1	Fisuras piel de cocodrilo	m2
2	Fisuras longitudinales	ml
3	Fisuras transversales	m2
4	Fisuras en arco	m2
5	Exudación	m2
6	Hundimientos	m
7	Corrugación	m2
8	Depresión	m2
9	Fisuras en borde	m
10	Fisuras de flexión de juntas	m
11	Parcheo	m2
12	Baches	m2
13	Ahuellamientos	m2
14	Desplazamiento	m2
15	Hinchamiento	m2
16	Perdida de agregados	m2
17	Afloramiento de finos	m2
18	Fisuras en bloque	m2
19	Desnivel	m

Nota: En la tabla nos muestra los distintos tipos de falla que se presentan en un pavimento flexible, Norma ASTM D6433-07 Metodología PCI.

2.2.11. TIPOS DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE

La presencia de fallas en el pavimento es un signo visible de un pavimento defectuoso y suelen dar indicativos sobre las circunstancias estructurales del pavimento. Estos defectos son causados por escasez de pavimento y materiales de edificación, circunstancias ambientales y climáticas, cargas de tráfico y otro tipo de causas. Las fallas se identifican por su clase, gravedad y extensión.

Clase: Referida al tipo de degradación presente en la superficie de un pavimento, tales como: piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en

bloque, abultamientos, otros. Estas son descritas en el manual de daños de la evaluación de la condición del pavimento.

Severidad: El nivel crítico deterioro del pavimento, a más severo sea el daño, más urgente es la medida para corregirla. Se valora la percepción del usuario al transitar por la vía a velocidad normal; Se describe una guía general para ayudar a establecer la gravedad de la calidad del tráfico. La escala de severidad, basada en experiencia previa, tiene tres niveles: baja, media y alta.

- **Bajo:** Percepción de vibraciones del vehículo (corrugaciones), no se necesita reducir la velocidad para la mejorar la comodidad o seguridad.
- **Medio:** Si el vehículo presenta vibraciones significativas y urge reducir la velocidad para mejorar la comodidad o seguridad.
- **Alto:** Si el vehículo tiene vibraciones excesivas y se debe reducir significativamente la velocidad para mayor comodidad y seguridad.

Extensión: Referida al área o longitud afectado por cada tipo de deterioro. Según la experiencia previa existen tres (03) niveles: menor al 20%, del 20% al 50% y más del 50%.

Pautas: Menor al 20% de la zona expuesta afectada solo en los espacios localizados.

Entre el 20% y 50% de la zona expuesta afectada. En un tramo continuo o varios tramos.

Mayor al 50% de la zona expuesta. Situado de forma uniforme en todo el tramo.

A través de las siguientes imágenes se trata de ilustrar algunos casos parecidos de expansión (zona del problema) en diversas manifestaciones de desperfecto.

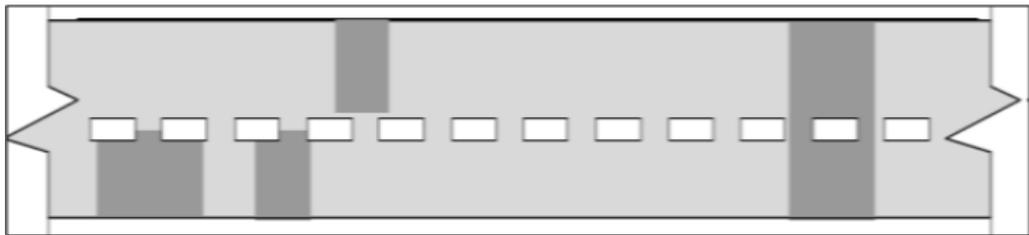
Esto sucede en el proceso de evaluación de pavimento de una vía, quien evalúa pueda cuantificar las zonas con trasquiladura en una parte de la zona de investigación, el cual se pueda presentar los siguientes casos:

1ER. CASO: DISTRIBUCIÓN ALEATORIAS DE FALLAS

Con una zona general dañado menor al veinte por ciento (20%) estas peladuras pueden estar concentradas o dispersas de forma aleatoria.

Figura 6

Distribuciones aleatorias de fallas



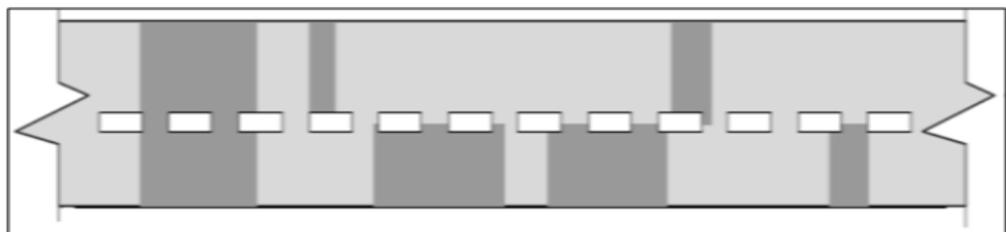
Nota: Booz (1999).

2DO. CASO: DISTRIBUCIÓN UNIFORME Y FRECUENTE DE FALLAS

Con una zona general dañada entre el veinte y cincuenta por ciento (20% al 50%) el tramo presenta concentración de peladuras uniformemente distribuido y regular.

Figura 7

Distribución uniforme y frecuente de fallas



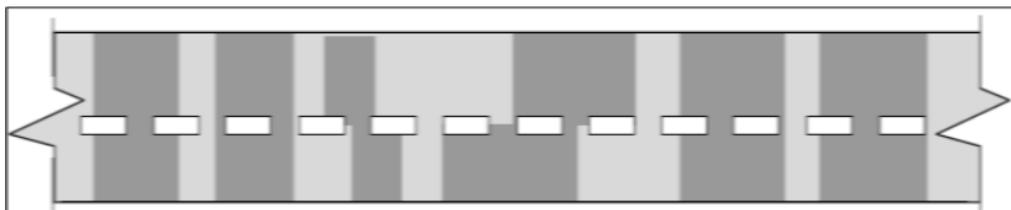
Nota: Booz (1999).

3ER. CASO: DISTRIBUCIÓN OCURRENCIA EXTENSIVA

Con una zona general dañado mayor al cincuenta por ciento (50%): el segmento presenta fallas que se distribuyen uniformemente y aparecen en gran escala.

Figura 8

Distribución uniforme y frecuente de fallas



Nota: Booz (1999).

4TO. CASO: DISTRIBUCIÓN OCURRENCIA EXTENSIVA

Con una zona general dañada mayor al cincuenta por ciento (50%) tramos con fallas distribuidas de forma uniforme y extensa.

Figura 9

Distribución uniforme y frecuente de fallas



Nota: Booz (1999).

2.2.12. CLASIFICACION DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

2.2.12.1. FISURAS Y GRIETAS

- **Fisuras Piel De Cocodrilo**

Fisuras conectadas dando forma a polígonos irregulares con ángulos agudos, normalmente con treinta (30) centímetros de diámetro máximo. Las fisuras comienzan en las partes bajas de las capas de asfalto, con tensión y deformación por tracción que logran valores máximos, al momento que el pavimento tiene solicitudes de cargas. Dichas fisuras se llegan a la parte superior del asfalto, al inicio en series de fisuras longitudinales paralelas; después con el efecto repetirse constantemente, se conectan

entre sí y forman una malla cerrada, logrando verse la piel de un cocodrilo.

Posibles Causas: Fallas por fatigas estructural o de la carpeta asfáltica son los más frecuentes y causadas generalmente por:

- Poso espesor de la estructura.
- Deformación de la subrasante.
- Problema al drenar agua, afecta directamente a los componentes granulares.
- Mal proceso de compactado de los mantos granulares o asfálticas.
- Deficiencia en la combinación de materiales: abundancia de mortero; utilizar asfalto con alta penetración (hace que el asfalto se deforme), falta de betún en el asfalto (reduce el módulo).
- Malas reparaciones de la carpeta asfáltica.

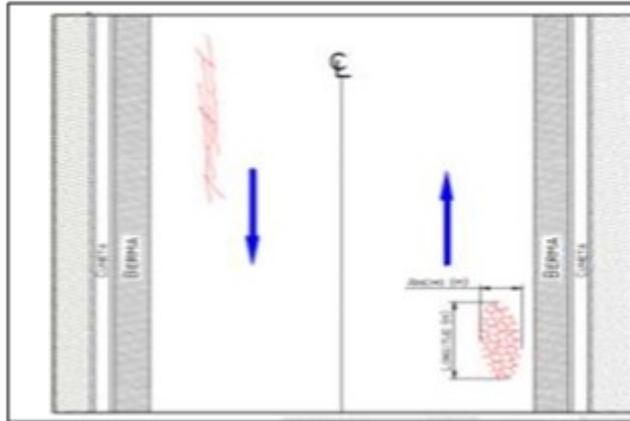
Niveles De Severidad: (Corros, Urbáez y Corredor, 2009).

- **Nivel Bajo (B):** Aparición de pequeñas aberturas, grietas capilares y longitudinales paralelas, las cuales pueden estar interconectadas. No se presencia la perdida de materiales a los lados de las grietas.
- **Nivel Medio (M):** Presencia de grieta con piel de cocodrilo, con formas de red, las cuales pueden estar mínimamente descascaradas, e inician a conectarse entre sí.
- **Nivel Alto (A):** Red de grietas ya se encuentran definidas y con partículas sueltas en sus bordes (descascarados), algunas de las cuales se pueden mover con el tránsito vehicular.

Medición: Se realiza en metros cuadrados (m²) de la zona dañada. En general, es difícil medir la gravedad ya que coexisten en un área degradada.

Figura 10

Esquema fisuras piel de cocodrilo



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 11

Fisuras piel de cocodrilo



Nota: Gutiérrez (2006).

Fisuras En Bloque

Son series de fisuras interconectadas dando forma a polígonos rectangulares con diámetros superiores a treinta centímetros (30cm) y áreas entre 0.10 m² y 0.90 m².

Posibles Causas: Son causadas por las variaciones volumétricas por la retracción del hormigón asfáltico debido a los cambios de temperatura durante el día debe tener un ciclo tensión-deformación. Cambios volumétricos en agregados finos de mezclas asfálticas más el uso de betunes de baja permeabilidad.

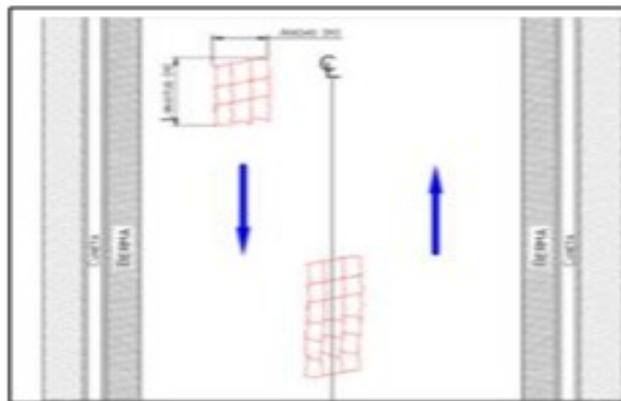
Niveles de severidad: (Corros e. a., 2009).

- **Bajo (B):** Existen en aberturas sin relleno con anchos menores a diez milímetros (10.00mm). Grieta con relleno con diversos anchos (con circunstancia apropiada del material llenante).
- **Medio (M):** Existen en grieta sin relleno con anchos de diez a setenta y seis milímetros (10 a 76mm). Grieta sin relleno con anchos hasta setenta y seis (76mm), con pequeñas grietas alrededor. Grieta con relleno de cualquier ancho, con grietas pequeñas alrededor.
- **Alto (A):** Existen en grietas con o sin relleno, con pequeñas grietas de severidad media o baja alrededor de éstas. Grieta sin relleno con anchos mayores a setenta y seis milímetros (76mm). Grietas de diversos anchos en los cuales pocas pulgadas del pavimento alrededor muestren fracturas severas.

Medición: Metros cuadrados (m²).

Figura 12

Esquema de fisuras en bloque



Nota: Gutiérrez (2006)

Figura 13

Fisuras en bloque, vía de estudio



Nota: Tipo de falla tomada de la vía en estudio.

Fisuras en arco

Tienen formas de media luna apuntando a donde se producen las fuerzas de tracción causados por los neumáticos de los vehículos en las aceras, estas grietas no siempre están orientadas en la conducción del flujo transitable.

Posibles causas: Producidos por efectos del frenado de vehículos o por el giro de las ruedas, los cuales causan desplazamiento y deformaciones de la superficie del pavimento. Producido en general al combinar mezcla asfáltica de mala calidad con una pésima adherencia con la superficie. Superficie pulida con poco espesor de carpeta asfáltica. Exceso de arena en la mezcla.

Niveles de severidad: (Corros, Urbáez y Corredor, 2009).

- **Nivel Bajo (B):** Aberturas con anchos menores a diez milímetros (10mm).
- **Nivel Medio (M):** Grietas con anchos promedios entre diez (10mm) y treinta y ocho milímetros (38mm). Cuando los

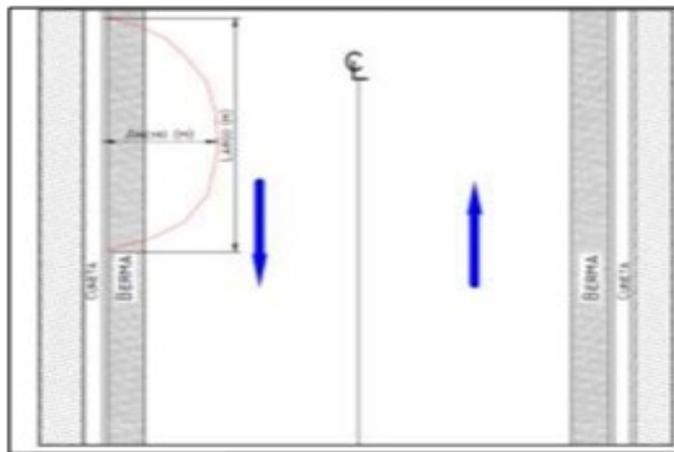
alrededores de las grietas están fracturados en pequeños pedazos ajustados.

- **Nivel Alto (A):** Grietas con anchos promedio mayores a treinta y ocho (38mm) milímetros. Cuando los alrededores de las grietas están fracturados en pequeños que se pueden remover fácilmente.

Medición: metros cuadrados (m²) de la zona dañada.

Figura 14

Esquema de fisuras en arco



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 15

Fisuras en arco, vía de estudio



Nota: Tipo de falla tomada de la vía en estudio.

Fisuras longitudinales y transversales

Suelen presentarse de forma paralela al eje del pavimento y se entienden con ángulos casi rectos. (Corros, Urbáez, & Corredor, 2009)

Posibles causas: Contracciones de la carpeta asfáltica producidas por perder flexibilidad, a causa de un exceso de relleno (Filler), desgaste asfáltico, etc. Usualmente por gradientes térmicos y temperatura baja. Deficiencia en las juntas por mal proceso constructivo. Emplear ligante (asfaltos) muy duros.

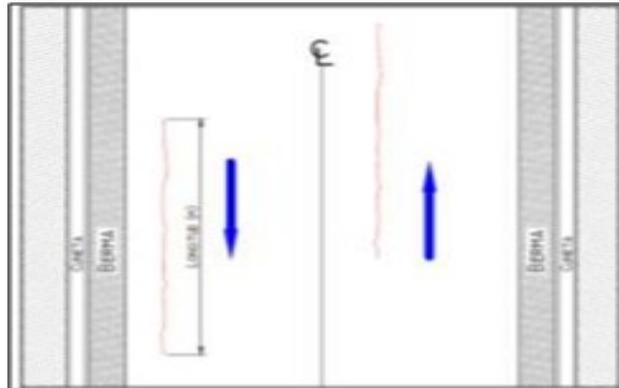
Niveles de severidad:

- **Bajo (B):** Grietas sin relleno y de anchos promedio menores a diez milímetros (10mm). Grietas rellenas de cualquier ancho (en condiciones satisfactorias del material de sello).
- **Medio (M):** Grietas sin relleno con anchos promedio entre diez (10) y setenta y seis (76) milímetros. Grietas sin rellenos con anchos de hasta setenta y seis (76) milímetros y pequeñas grietas alrededor. Grietas rellenas con cualquier ancho y pequeñas grietas alrededor.
- **Alto (A):** Aberturas saturadas o grietas sin saturar, con aberturas insignificantes de severidad media o alta. Grietas sin saturar con ancho mayores a setenta y seis (76) milímetros. Grietas de cualquier ancho y pavimento de adyacentes severamente fracturadas.

Medición: la forma de medida es en metros lineales (ml).

Figura 16

Esquema de fisuras longitudinales



Nota: Gutiérrez (2006)

Figura 17

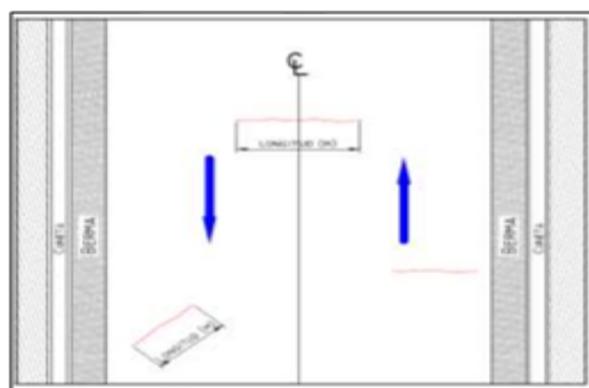
Fisuras longitudinales, vía de estudio



Nota: Tipo de falla tomada de la vía en estudio.

Figura 18

Esquema de Fisuras transversales



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 19

Fisuras transversales, vía de estudio



Nota: Tipo de falla tomada de la vía en estudio.

Fisura de borde: Las grietas longitudinales tienden a volverse semicirculares junto al borde de la carretera, estas grietas se deben primordialmente a la falta de crestas. (Gutiérrez, 2006)

Posibles causas: Se produce por el deterioro provocado por las condiciones climáticas del sustrato o del subsuelo en las zonas adyacentes al borde de la carretera. Por la existencia de terraplén con material expansivo y por falta de soporte lateral. El peso del tránsito acelera el deterioro.

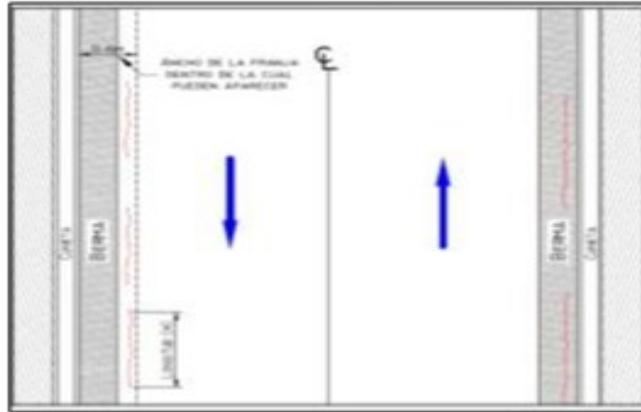
Niveles de severidad:

- **Nivel Bajo (B):** Grado de fractura bajo o moderado sin presencia de fragmentación.
- **Nivel Medio (M):** agrietamiento moderado, poca fragmentación.
- **Nivel Alto (A):** Fragmentación en toda la orilla de la carretera.

Medición: Realizan las mediciones en metro lineal.

Figura 20

Esquema Fisura de borde



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 21

Fisura de borde en el pavimento



Nota: Tipo de falla tomada de la vía en estudio.

Fisura Por Reflexión De Junta

Estas fisuras se muestran únicamente en pavimentos mixtos, que están estructurados por un pavimento de concreto con juntas y por una superficie asfáltica. La fisura nace de forma ascendente y se propaga con dirección a la superficie asfáltica, teniendo fisuras longitudinales y transversales como consecuencia por efecto de la reflexión, que tienden a generarse en la losa inferior de la junta longitudinal y transversal. (Coronado, 2002)

Posibles causas: Movimientos de los paños de concreto, generando variación de humedad o variaciones de temperatura. Se propaga en el interior de la carpeta asfáltica, generado por una concentración de tensiones. Deflexión vertical (en las juntas se producen con más rapidez), causadas por las cargas de tránsito. La carpeta asfáltica se puede romper por las fisuras presentes, teniendo como resultado peladuras y baches. (Coronado, 2002)

Niveles de severidad:

- **Nivel Bajo (B):**

Grietas sin relleno con anchos menores a diez (10) milímetros.

Grietas con relleno de cualquier ancho (con condiciones satisfactorias del elemento de sello).

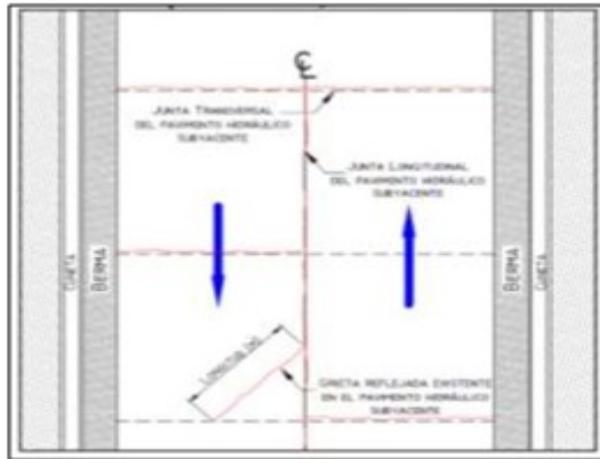
- **Nivel Medio (M):** Grietas sin relleno con anchos entre diez (10) y setenta y seis (76) milímetros. Grietas sin relleno con anchos hasta setenta y seis (76) milímetros, con pequeñas grietas alrededor. Grietas con relleno de cualquier anchura, con cortas grietas a los alrededores.

- **Nivel Alto (A):** Grietas rellenas o sin relleno, con grietas aleatorias cortas de acerbidad media o alta. Grietas sin relleno con anchos mayores de setenta y seis (76) milímetros. Grietas de cualquier ancho con severas fracturas alrededor de ésta.

Medición: Mediciones por gálibo lineal, donde se registrará por separado la distancia y acerbidad de cada fisura.

Figura 22

Esquema Fisura por reflexión de junta



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 23

Fisura por reflexión de junta en el pavimento



Nota: Tipo de falla tomada de la vía en estudio.

Hundimiento

Superficie de pavimento que ha descendido en una zona localizada. (Coronado, 2002)

Generan inconvenientes de seguridad y estabilidad al tránsito vehicular (hidroplaneo) cuando aparecen estas fallas retienen agua. (Gutiérrez, 2006)

Posibles causas: Generalmente está asociada a problemas en toda la estructura del pavimento. La base y sub base del pavimento, terraplenes o en zonas que contienen obras de arte, puentes entre otros con una compactación deficiente. Drenajes deficientes, dañando a los materiales granulares. Transitan vehículos muy pesados y subrasantes conformados por materiales con diferentes rigideces en lugares de cambio entre corte y terraplén. (Gutiérrez, 2006)

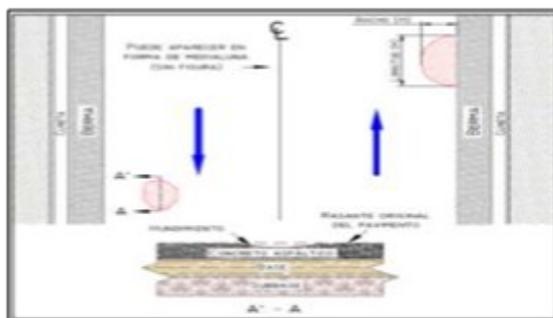
Niveles de severidad: (Gutiérrez, 2006)

- **Nivel Bajo (B):** Profundidades menores a veinte (20) milímetros, causando pocas vibraciones al elemento vehicular, sin llegar a producir fastidio al automovilista.
- **Nivel Medio (M):** Profundidades de veinte (20) a cuarenta (40) milímetros, provocando mayor vibración al vehículo, creando una sensación incómoda para el conductor.
- **Nivel Alto (A):** Profundidades mayores a cuarenta (40) milímetros, causando excesivas vibraciones, las cuales pueden lograr alta incomodidad, condicionando a bajar la velocidad de desplazamiento por causas de estabilidad.

Medición: Medido en metros cuadrados (m²), se registra por separado de acuerdo a su severidad. (Coronado, 2002).

Figura 24

Esquema de Hundimiento



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 25

Hundimiento en el pavimento



Nota: Imagen tomada del tramo estudiado (2019).

2.2.12.2. DESINTEGRACION EN LOS PAVIMENTOS ASFALTICOS

Bache

Carpeta asfáltica desintegrada, dejando materiales granulares expuestos, incrementando el área afectada y su profundidad por el movimiento vehicular.

Posibles causas: El bache en la carretera es producido por distintas causas como: Capas inferiores inestables, espesor insuficiente, defecto constructivo, agua retenida en zonas hundidas y/o fisuradas, la abrasión producida por el tránsito en zonas del pavimento con mayor debilidad y/o fundación, o en áreas con grietas de piel de caimán de alta severidad que causan descomposición y posterior desprendimiento de porciones del pavimento, formando baches.

Niveles de severidad: Se identifican en tres (03) grados (Bajo, Medio, Alto) dependiendo del zona dañada y fondo del bache, según el siguiente cuadro: (Coronado, 2002).

Tabla 3

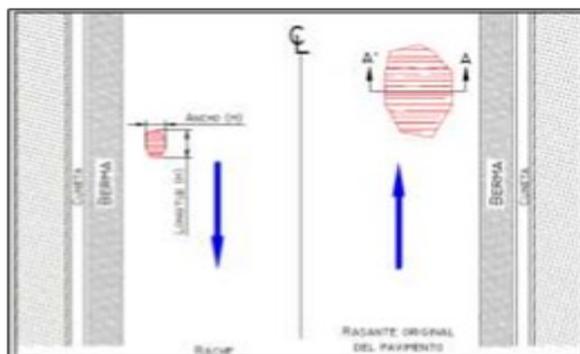
Niveles de severidad en función del área afectada y de la profundidad del bache.

Profundidad Máxima (cm)	Diámetro Promedio Del Bache (cm)		
	Menor a 70	70 - 100	Mayor a 100
Menor de 2.5	B	B	M
De 2.5 – 5.0	B	B	A
Mayor de 5.0	M	M	A

Medición: Se medirán según la seriedad de la falla en metro cuadrado (m²).

Figura 26

Esquema Hueco – Bache



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 27

Hueco – Bache en el pavimento



Nota: Imagen tomada del tramo estudiado (2019).

Desintegración de bordes

Es la destrucción sucesiva del borde del pavimento debido al movimiento del tránsito.

Posibles causas: La principal razón llega a ser el frecuente movimiento vehicular (efectos abrasivos y “poder destructivo de las cargas”), tras los extremos del pavimento, donde la estructura es más débil por tener menos confinamiento material, bordes compactados deficientemente, etc.

La existencia de agregados angulares sueltos, cercanas de la pista, hacen que se incremente la abrasión de las llantas que suben y bajan del pavimento, causando daños severos y consecuentemente la desintegración. (Coronado, 2002)

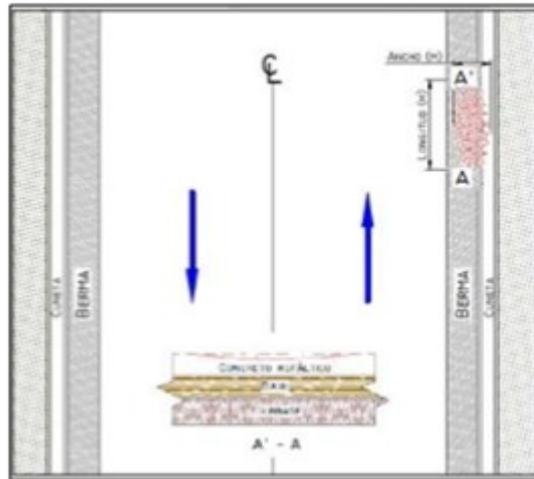
Niveles de severidad: (Booz, Barriga y Dall`Orto, 1999).

- **Nivel Bajo (B):** Aberturas equidistantes a la orilla. Rotura reducida menores a veinticinco (25) milímetros medidos del borde del pavimento. No se evidencia la pérdida de partes del pavimento.
- **Nivel Medio (M):** Aberturas equidistantes a la orilla con severidad elevado, y/o cualquier tipo de peladuras sin presentarse fracturas (de 25 a 75 mm). Las partes faltantes dan una apariencia de sierra al pavimento.
- **Nivel Alto (A):** Bordes con desintegración considerable (mayores a 75 mm del borde), cuyos pedazos se removieron por la acción del tránsito. Los bordes son serpenteantes, disminuyendo el estrecho de la calzada.

Medición: “Medida en metros cuadrados (m²), separadas según su severidad”. (Coronado, 2002)

Figura 28

Esquema desintegración de borde



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 29

Desintegración de borde en el pavimento



Nota: Imagen tomada del tramo estudiado (2019).

Pérdida de agregado

Normalmente “conocida como desintegración” del pavimento, se refiere a la separación superficial de abrasivos provocada por la pérdida paulatina de áridos, que alcanzan una superficie más gruesa y poco a poco expuesta “los materiales a

la acción del tránsito y a los agentes climáticos”. (Gutiérrez, 2006).

Posibles causas: Tratamiento superficial en la el ligante se aplicó de manera irregular, pésima de unión del asfalto y el agregado, mala selección de agregados (con alta presencia de finos) o agregados muy absorbentes, cuando el fraguado del ligante asfáltico está expuesto a lluvias, asfalto endurecido significativamente, carpeta asfáltica con una deficiente compactación, capas de rodadura contaminadas con aceites, combustibles, etc. (Gutiérrez, 2006)

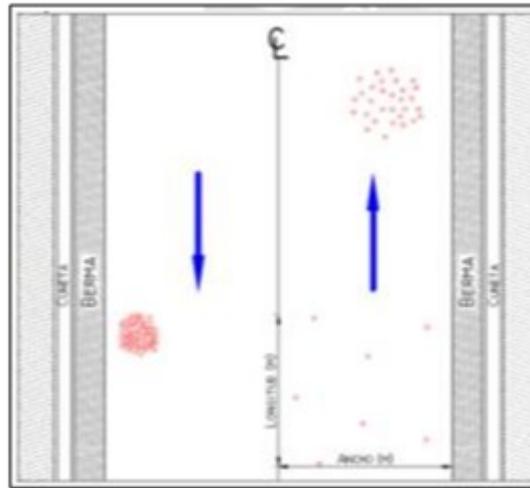
Niveles de severidad: (Gutiérrez, 2006)

- **Nivel Bajo (B):** Los áridos amplios han empezado a romperse con insignificantes cavidades con desunión superior a 0,15 m.
- **Nivel Medio (M):** Los áridos están más segregados, con desuniones de 0,05 m y 0,15 m.
- **Nivel Alto (A):** Hay separación significativa de agregados finos y gruesos con desprendimientos mínimos a 0.05 m, resultando en superficies muy rugosas y agregados sueltos.

Medición: la zona se mide en metro cuadrado. (Gutiérrez, 2006).

Figura 30

Esquema pérdida de agregados



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 31

Pérdida de agregados en el pavimento



Nota: Imagen tomada del tramo estudiado (2019).

2.2.12.3. DAÑOS SUPERFICIALES

Desgaste superficial

Son daños leves ocasionados generalmente por actividad de transitabilidad y elementos abrasivos. El desgaste es la pérdida de mortero y ligantes del pavimento, se suelen encontrar por la línea donde circulan los vehículos. (Gutiérrez, 2006).

Posibles causas: Se asume que es un desgaste natural, si la severidad del caso se muestra a corto, mediano y largo plazo, Se puede inferir que están relacionados con el endurecimiento asociado del betún. También se puede crear por las siguientes razones: (Gutiérrez, 2006)

- Inadecuada adherencia del agregado al asfalto.
- Dosificación ineficiente de la mezcla asfáltica.
- Actividad constante de la presencia de agentes abrasivos, agua y la acción de circulación.

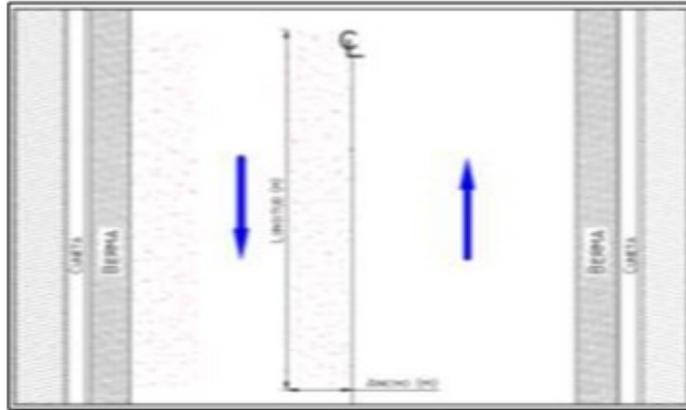
Niveles de severidad:

- **Bajo (B):** El nivel de seriedad es bajo cuando la textura de la zona expuesta sufrió pérdida de uniformidad y se evidencia levemente rugosa y escabroso, con desigualdades de hasta 3 mm de manera aproximada.
- **Medio (M):** La severidad media es cuando la profundidad de superficie irregular de más de 3 mm, hasta 10 mm de profundidad. Las partículas de agregado grueso son obvias, al transitar en el pavimento y pasar por la zona de daño se siente la vibración y el sonido de las llantas es diferente.
- **Alto (A):** La severidad es alta cuando en la capa de rodadura se ha comenzado a originar la descomposición superficial, donde se muestra desprendimientos claros y evidentes de partículas libres sobre la calzada.

Medición: Se mide en metro cuadrado (m²).

Figura 32

Esquema desgaste superficial



Nota: Gutiérrez (2006).

Exudación de asfalto: La exudación es originado por el exceso de asfalto en la mezcla, que “se presenta como una película de material bituminoso en la superficie del pavimento”, de forma de líneas continuas brillantes que a su vez también son resbaladizas y pegajosas cuando la temperatura esta alta. (Coronado J. 2002).

Posibles causas: “La exudación es provocada porque en la mezcla asfáltica existe un exagerado contenido de asfalto y sellos bituminosos.

Otra de las posibles causas es el porcentaje de vacíos deficientes, durante el periodo de épocas calurosas la liga dilata, llena los vacíos y después aflora en la superficie una película bituminosa”. Puesto que la exudación no es un proceso reversible ni en épocas de baja temperatura el asfalto se va aglomerando en la zona expuesta. (Coronado J. 2002).

Niveles de severidad: (Gutiérrez, 2006).

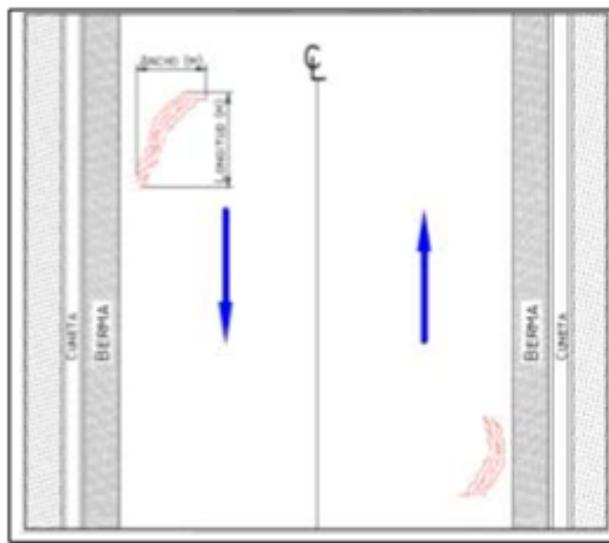
- **Bajo (B):** El nivel de severidad es baja cuando la secreción se ve ligeramente perceptible en la zona expuesta, las franjas son de anchura delgada y aislada.

- **Medio (M):** El grado de daño es medio cuando en la superficie de rodadura presenta una mediana cantidad de asfalto libre, con una película gruesa, cubriendo a los agregados. Ubicada generalmente en la huella del tránsito, y cuando el clima está caliente se torna pegajoso.
- **Alto (A):** El nivel de severidad es alto cuando existe “una cantidad significativa de asfalto en la superficie, cubriendo casi en su totalidad a los agregados” que se encuentran en la superficie, se presenta de color oscuro con apariencia de humedad y se torna pegajoso cuando el tiempo está caliente.

Medición: Su forma de medida es metro cuadrado (m²). (Coronado, 2002).

Figura 33

Esquema exudación de asfalto



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 34

Exudación de asfalto



Nota: Gutiérrez (2006).

Surcos

Se encuentra en la superficie como una hendidura longitudinal o señal alargada en la zona donde se ha perdido la mezcla asfáltica (Gutiérrez, 2006).

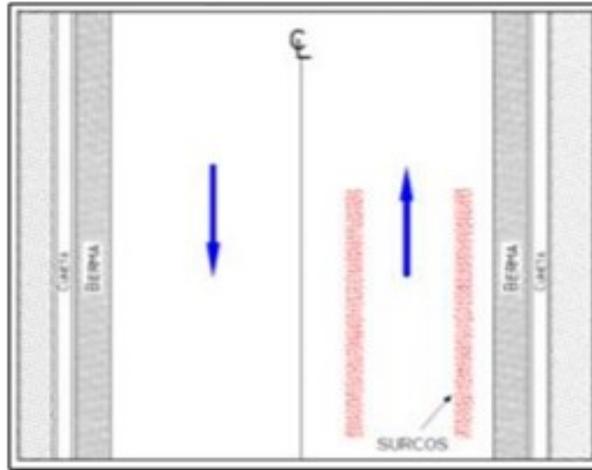
Posibles causas

“Una de las posibles causas es la existencia de agua en lugares de alta pendiente que al transcurrir con tal velocidad genera surcos en la superficie del pavimento”. (Gutiérrez, 2006).

Medición: Su forma de medida es metro cuadrado (m²).

Figura 35

Esquema de surcos



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 36

Surcos en el pavimento



Nota: Gutiérrez (2006).

2.2.12.4. DIFERENTES DAÑOS EN LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Separación de la berma

Dicho trastorno no da un indicativo de un aumento del espacio articular existente entre la berma con la calzada. Cuando

ocurre esta falla, el agua penetrará en la estructura del pavimento y posteriormente causará una falla interna. (Gutiérrez, 2006)

Posibles causas: Inestabilidad de taludes que causan el movimiento y separación de la calzada con la berma, carencia de material ligante entre la berma y la calzada.

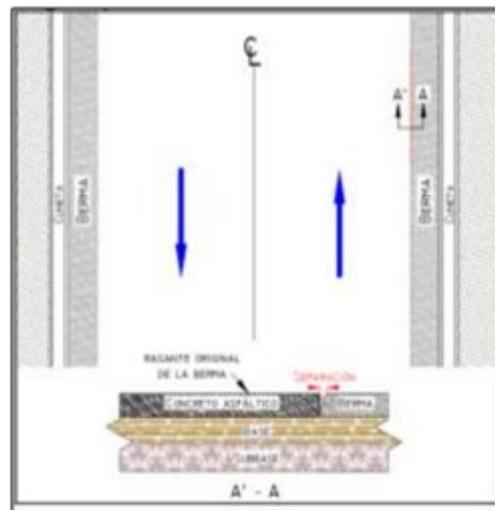
Niveles de severidad: (Gutiérrez, 2006)

- **Bajo (B):** “La abertura es menor que 3 mm”.
- **Medio (M):** “La abertura esta entre 3 mm y 10 mm”.
- **Alto (A):** “La abertura es mayor que 10 mm”.

Medición: Su forma de medida es metro lineal (ml).

Figura 37

Esquema separación de berma



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 38

Separación de berma en el pavimento



Nota: Imagen tomada del tramo estudiado (2019).

Afloramiento de finos

Cuando existe grietas en la base y las cargas del tránsito vehicular pasan por la zona dañada, los materiales finos afloran con la salida de agua infiltrada.

Al encontrarse material fino acumulado o aglomerado en la superficie de rodadura y se encuentra muy próximo a los contornos de las aberturas nos señala el hallazgo de dicho fenómeno. “Estos casos ocurren mayormente en pavimentos semi-rígidos (con base estabilizada)”. (Gutiérrez, 2006)

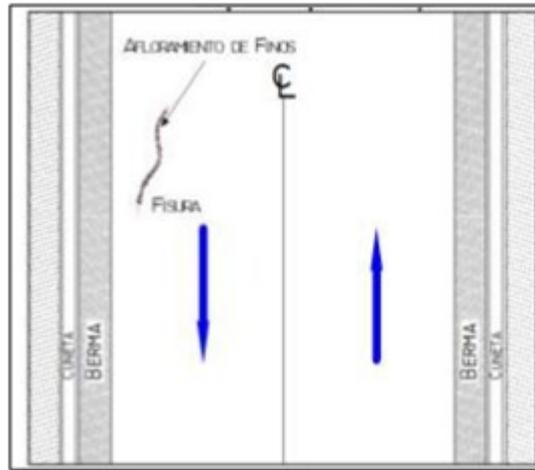
Posibles causas:

- Carencia de drenaje.
- Sistema de drenaje insuficiente.
- Multas excesivas en la estructura.

Medición: No posee medida, y solo se indica el daño y el lugar donde ocurre el afloramiento de finos.

Figura 39

Esquema afloramiento de finos



Nota: Gutiérrez (2006).

Hundimiento o Asentamiento (HU): Este fenómeno se logra identificar cuando en la superficie existe la depresión o descenso de la superficie del pavimento, en una determinada área. (Gutiérrez, 2006).

Niveles de severidad: se diferencian en tres niveles de severidad (bajo, medio y alto)

Bajo: profundidad menor que 20 mm, causa poca vibración al vehículo, sin generar incomodidad al conductor.

Medio: profundidad entre 20 mm y 40 mm, causa mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.

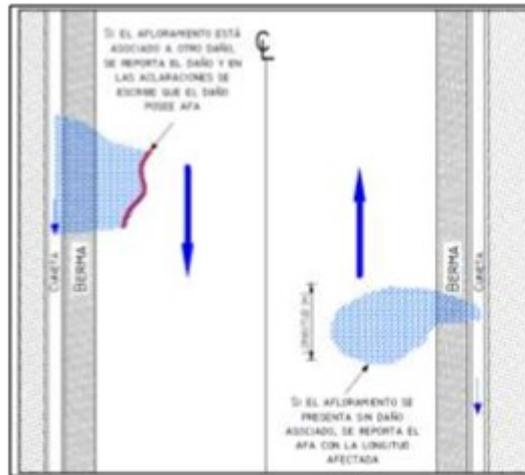
Alto: profundidad mayor que 40 mm, causa vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad al conductor, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

Posibles causas: Asentamiento o consolidación en la subrasante, Deficiencia durante el proceso de construcción, Cimiento repleto de líquidos.

Medición: “Los hundimientos se miden registrando su área de afectación separadamente por placa y según los criterios de severidad”. (Gutiérrez, 2006).

Figura 40

Hundimiento en el pavimento



Nota: Gutiérrez (2006).

Figura 41

Hundimiento en el pavimento



Nota: Imagen tomada del tramo estudiado (2019).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Bache: Abolladuras formadas en la superficie de la pista debido al desgaste del vehículo y averías locales. (Humpiri, 2015)

Bitumen: Conglomerante de cemento (sólido, semisólido o viscoso) negro u oscuro, natural o manufacturado, compuesto principalmente por hidrocarburos de alto peso molecular, betún típico, betunes (o alquitranes), betunes y asfaltos. (Humpiri, 2015)

Capilaridad: Son característicos de suelos con poros grandes. pequeño o mediano que permiten que el agua suba a través de ellos, hacia las capas más superficiales, formando columnas muy finas de agua debido a la tensión superficial. (Humpiri, 2015)

Absorción: Líquido conservado en algún componente posterior a cierto período de exhibición (tierra, piedra, madera, etc.). (Humpiri, 2015)

Cohesión: Resistencia al corte (rompimiento) del suelo, a esfuerzos normales. (Humpiri, 2015)

Contracción: Esfuerzo volumétrico asociado a su reducción de tamaño (Humpiri, 2015)

Desintegración: La separación gradual de agregados de partículas sobre el pavimento, ya sea desde la superficie hacia el fondo o desde los extremos hacia adentro. La descomposición puede ser causada por deficiencia de compresión, estrato demasiado delgado en clima frío, muy poco betún en la mezcla o mezcla bituminosa. demasiado caliente. (Humpiri, 2015)

Berma: Faja vertical, semejante e inmediato al área de circulación de la calzada, utilizada para contener senderos y como área segura para estacionamiento de emergencia. (Humpiri, 2015)

Drenaje: Proporcione un tomacorriente y una fuente de energía para el agua muerta o la humedad excesiva del suelo. (Humpiri, 2015)

Elasticidad: Cualidad de un elemento que puede concebir a su forma original después de aplicar o detener una fuerza. (Humpiri, 2015)

Grieta: Grieta, de origen variable, con un ancho mayor a 3 mm y puede ser horizontal a lo largo del eje de la calzada. (Humpiri, 2015)

Emulsión asfáltica: Emulsiones de cemento asfáltico y agua, que incluye pequeñas cantidades de emulsionantes. Las gotas de la emulsión asfáltica pueden ser aniónicas (carga negativa) o catiónicas (carga positiva). (Humpiri, 2015)

Erosión: Deterioro por líquido en el pavimento u otros elementos de la vía. (Humpiri, 2015)

Expansión: efecto y acción de dilatación o expansión. (Humpiri, 2015)

Exudación de asfalto: El ascenso del ligante asfáltico sobre la zona del pavimento forma una serie bituminosa prolongada. (Humpiri, 2015)

Fisura: Grieta pequeña, generalmente de 3 mm o menos de ancho. (Humpiri Pineda, 2015)

Fractura: Abertura larga y estrecha en la calzada. (Humpiri, 2015)

Fricción interna: Ángulo que está en el eje de tensión normal y la tangente al contorno MOHR de una señal que simboliza un requisito de tensión de falla del material dado. (Humpiri, 2015)

Intemperismo: La meteorización es la alteración de minerales y rocas que sucede en o cerca del área terrestre cuando estos materiales están expuestos a la atmósfera, la hidrosfera o agentes biológicos. (Humpiri, 2015)

Mantenimiento periódico: Se denomina al conjunto de operaciones, organizadas en cada etapa definida, a realizar en las carreteras para restablecer su utilidad. Dichas operaciones suelen ser manuales o mecánicas y se relacionan primordialmente con: i) la sustitución de vías desgastadas, la instalación de ranuras de alimentación delanteras y el sellado, ii) la reforma o restauración sobre una base especial, la separación de las capas inferiores de las líneas de transporte de un edificio, iii) la reforma o restauración túneles, muros, estructuras de drenaje, iv) reemplazar o instalar señalización vial y elementos de seguridad, etc.) reparación temporal o repavimentación de pavimento y vi) reforma temporal o restablecimiento de elementos constituyentes del puente, tanto superestructura como subestructura, y pintura global del puente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

Mantenimiento rutinario: Se trata de un conjunto de actividades realizadas de forma regular para mantener su nivel funcional. Dichas operaciones suelen ser manuales o mecánicas y primordialmente de limpieza, parchado, perfilado, frotado, remoción de pequeños deslizamientos; trabajos de saneamiento o restauración de señalización y/o componentes de protección, limpieza o reparación de juntas de dilatación, piezas de contención, pintado de partes específicas de puentes y drenaje en superestructuras, pisos y subestructura del puente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

Mantenimiento vial: Grupo de trabajos de ingeniería encaminadas a mantener continua y sosteniblemente en condiciones aptos de la infraestructura vial, asegurando un servicio óptimo a los usuarios, ya sea regular o recurrente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

Mezcla asfáltica en caliente: Se producen calentando un ligante asfáltico, el cual reduce su apelmazamiento y ayuda que el material se mezcle con el árido. Dicha combinación del material se lleva a cabo a 150°C para betún puro ya 160°C para betún modificado con polímeros. El

esparcimiento y la compactación deben ejecutarse cuando el material aún tiene la temperatura alta. (Humpiri, 2015)

Mezcla asfáltica en frío: Combinación en frío que ha sido molida o tratada de otra manera, que consiste en agregados gruesos y finos, materiales bituminosos y aditivos según el diseño y las especificaciones cuando corresponda. Se utiliza como capa abrasiva y como parte de estructuras de pavimento. (Humpiri, 2015)

Microfresado: Método también conocido como peinado, consiste en profundizar mínimamente la capa y luego rellenar con material para aumentar la textura superficial del pavimento y así corregir la zona a tratar. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

Niveles de servicio: Señales que definen la condición y cuantificación del estado de servicio de un camino y se utilizan a menudo como el límite permisible por el cual la superficie, funcional, estructural y el mantenimiento del camino están sujetos a cambios. (Humpiri, 2015)

Pavimento asfáltico reciclado: La superficie asfáltica se fabrica a partir de una mezcla de betún viejo recuperado mediante molienda y adición de betún, áridos y aditivos, si los hubiere, según el diseño. (Humpiri, 2015)

Recapado asfáltico: esparcir una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de la carretera existente para mantenimiento o restauración. Si se especifica, incluye una capa de nivelación para corregir pavimentos antiguos. (Humpiri, 2015)

Rehabilitación: Edificación de trabajos necesarios para restablecer las particularidades únicas de la estructura vial y adaptarla al nuevo período de funcionamiento; que consiste principalmente en el arreglo, soporte y/o restauración de aceras, puentes, túneles, obras de drenaje y, también, en desplazamiento de tierras en áreas específicas y en otras zonas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

Sección transversal: Imagen plasmado de una parte de la carretera que es horizontal al eje y a los trayectos específicos. (Humpiri, 2015)

Sello asfáltico: Los trabajos incluyen el empleo de elemento bituminoso vertiendo en la zona expuesta del pavimento actual y el recubrimiento con agregados finos de diferentes grados según el diseño. (Humpiri, 2015)

Superficie de rodadura: Porción de una calzada vehicular que consta de uno o más carriles, excluyendo el bordillo. (Humpiri, 2015)

Transpirabilidad: La utilidad de la estructura vial que consolida y admite la circulación regular de vehículos por un período de tiempo determinado. (Humpiri, 2015)

Tratamiento superficial: Aplicar una o más manos consistentes en betún irrigado que puede incluir aditivos y áridos con propiedades definidas por pliego de condiciones. Suelen ser de una, dos y tres capas (una capa y dos capas). (Humpiri, 2015)

Reconstrucción: Reconstruir por completo la estructura de la carretera, su proceso de construcción requiere de la demolición del pavimento existente, ya sea total o solo puntos a subsanar.

La reconstrucción de un pavimento es por tres motivos, la primera por una mala construcción de dicha estructura, la segunda por la ausencia de mantenimientos y la tercera porque ya cumplió con su vida útil de servicio.

El objetivo es reconstruir la vía al menor costo posible, con la finalidad y el propósito de poner en actividad la calidad y el buen funcionamiento de la vía, asegurando a los usuarios un tránsito confortable y seguro. (Booz, 1999)

2.4. HIPÓTESIS

La investigación realizada llega a la siguiente hipótesis:

H.I

La propuesta de mantenimiento a partir del estudio superficial de pavimentos flexibles reducirá la problemática de las fallas superficiales de la vía del tramo Ambo - San Rafael 25.4 km 2019.

H.O

La propuesta de mantenimiento a partir del estudio superficial de pavimentos flexibles no reducirá la problemática de las fallas superficiales de la vía del tramo Ambo - San Rafael 25.4 km 2019.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

“Estudio superficial de pavimentos flexibles”

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

“Mantenimiento de vías en la Región Huánuco tramo Ambo - San Rafael 25.4 Km 2019”.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 4

Variable independiente

X	DIMENSIONES	INDICADORES
Estudio superficial de pavimentos flexibles.	Crecimiento absoluto del parque automotriz en la zona evaluada.	Aumento del parque automotriz en la zona. Fisuras, baches, acolchonamientos, etc.
	Fallas superficiales en el pavimento flexible como: fisuras, baches, piel de cocodrilo, ahuellamiento, etc.	Periodos del año (vida útil del pavimento) Tipo de mantenimiento, procedimiento constructivo y calidad de material empleado.
	Vida útil del pavimento flexible	Aforo vehicular Deficiencia de mantenimiento vial.

Tabla 5

Variable dependiente

Y	DIMENSIONES	INDICADORES
Mantenimiento de vías	Insuficiencia de mantenimiento vial	Mantenimiento periódico de Mantenimiento rutinario Rehabilitación / Reconstrucción

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La tesis presentada pertenece a un trabajo de investigación descriptiva.

Tamayo (2006) el tipo de investigación descriptiva entiende la descripción, caracterización, análisis, registro e interpretación de un hecho actual sea de la naturaleza de fenómenos individuo o grupos; el enfoque se hace sobre la conclusión con el único fin de establecer su estructura y comportamiento.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque adopta un nivel de investigación descriptiva, porque explica el desarrollo de la identificación de fallas encontradas en el transcurso de la vía o carpeta asfáltica, para darles después una clasificación mediante el método del PCI, según su extensión, tipo y severidad para determinar la condición actual en la que se encuentra el pavimento flexible.

3.1.2. ALCANCE

Descriptivo: medir o evaluar diferentes aspectos, vertientes o componentes del o de los fenómenos objeto de estudio. Analizando a nivel científico, la especificación está hecha a medida. En pocas palabras, una instrucción descriptiva elige una sucesión de incógnitas y mide cada incógnita por separado para especificar lo que se está analizando y excluir la redundancia. (Sampiere, 2014).

3.1.3. DISEÑO

Diseño de investigación de campo, recopilación de datos utilizando la herramienta visual para identificar las fallas sin manipular la zona de estudio y dejarla de manera natural. El propósito es describir variables y analizar sus efectos en un tiempo determinado.

Suelen comprender diferentes conjuntos o sub conjuntos de personas, objetos o indicadores; también se pueden incluir diversas comunidades, orientaciones o sucesos. (Sampiere, 2014).



"X" en función de "Y"

X= Estudio superficial de pavimentos flexibles

Y= Mantenimiento de carreteras

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población empleada en la presente tesis es la vía asfaltada del km 185+000 al km 210+400 de la carretera central ubicada en el tramo Ambo – San Rafael, región Huánuco, el cual consta de 25.4 km y 7.50 m de ancho.

3.2.2. MUESTRA

En la determinación de la muestra se empleó el método PCI, ASTM D6433, inciso (2.1.7) para pavimentos asfálticos donde menciona que el área de muestreo es $225.0 \pm 90.0 \text{ m}^2$, con un máximo de 315 m^2 y un mínimo de 135 m^2 .

Este trabajo de investigación se desarrolló del km 185+000 al km 210+400, tramo Ambo - San Rafael, inicio de punto de estudio con longitud: -76.2047200 y latitud: -10.1308300 (Ambo), fin de punto de estudio con longitud: -76.1833 y latitud: -10.3381 (San Rafael).

El tipo de clima que presenta la provincia de Ambo es nublado y mojado durante casi todo el año, la temperatura general cambia de 25°C

a 31°C; en cuanto al distrito de San Rafael el clima es opresivo, mojado y mayormente nublados, la temperatura varia de 22°C a 35°C, algunas veces la temperatura baja a 20°C.

El presente estudio de investigación se tomó como punto de inicio el km 185+000, Distrito de San Rafael, terminando en el km 210+400, Provincia de Ambo, con un total de 25.4 km de tramo a evaluar.

Figura 42

Mapa político de la Región Huánuco



Nota: Gobierno Regional, 2019.

Figura 43

Ubicación del inicio del tramo a evaluar



Nota: Google Maps.

Figura 44

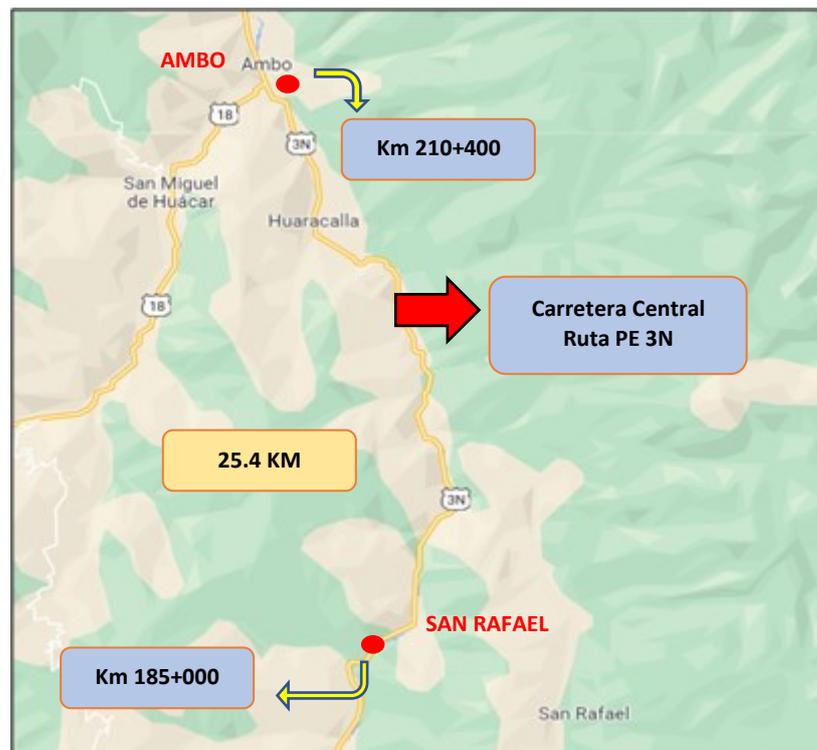
Ubicación fin del tramo a evaluar



Nota: Google Maps.

Figura 45

Ubicación del tramo estudiado, Ambo – San Rafael



Nota: Google Maps.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El proceso de recopilación de datos se inició con la investigación de campo, analizando en cada ubicación el tipo de falla encontrado de manera visual, se procedió al proceso de observación, registro y medición obtenida.

TÉCNICA

Observación: esta técnica de observación nos permitió seleccionar el tramo a estudiar e identificar las fallas que hacen deficientes a la carpeta de asfalto.

Una vez obtenido los datos de campo mediante la observación in situ, la metodología del PCI requiere de dichos datos para clasificarlas según su extensión, tipo y severidad, mediante esos pasos se obtiene un resultado o condición de la superficie del pavimento, para lo cual es imprescindible para plantear alternativas de mantenimiento en el tramo de la vía a mejorar su condición actual.

INSTRUMENTO

Planilla de evaluación de pavimento flexible: Las planillas son formularios impresos con espacios en blanco para rellenar el estado actual en la cual se encuentra el pavimento. La plantilla es principal en el proceso de la recolección de datos porque consolida la información para hacer una correcta identificación de las fallas en el área de estudio.

Metodología PCI: Mediante este método podremos obtener con mayor precisión el índice de condición del pavimento y el tipo de falla para dar una óptima solución de mantenimiento dependiendo el tipo de falla encontrado a lo largo del tramo pudiendo ser una falla puntual o general.

Cámara fotográfica: instrumento indispensable para la prueba física y el análisis de la vía.

Trasporte: movilidad para identificar en cada punto del tramo las fallas superficiales.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

En el proceso de representación de datos se usó planillas de evaluación de pavimento flexible a base del método del PCI y Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos.

La aplicación del método PCI nos facilitara el trabajo porque es un método practico y fácil de aplicar para obtener resultados verídicos.

El muestreo se ejecutará de la manera presentada a continuación:

El pavimento elegido será fraccionado en un solo tramo, usando como criterio el ancho y largo de la vía. Tramo 1: inicia del km 185+000 San Rafael y finaliza en el km 210+400 Provincia de Ambo.

Usamos el catálogo de fallas para el mantenimiento de vías, de esta manera podremos aplicar la intervención adecuada para cada tipo de falla encontrada en el tramo de estudio.

En la Figura 47 se muestra la ficha de evaluación que usamos para tomar datos de las unidades de muestras encontradas en el traspcurso del tramo.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para el análisis de datos previamente realizaremos la evaluación visual de campo en el tramo a estudiar (Ambo – San Rafael) del km 185+000 al km 210+400, donde se procede a evaluar las fallas encontradas en el tramo evaluado, siguiendo la metodología de la norma ASTM D6433-7, método PCI, siendo esto un método confiable y el más asertivo para evaluar el estado o condición de los pavimentos. Con esta metodología se brinda resultados válidos con la respectiva ejecución del estudio de campo que se realizó en el tramo de estudio.

Usamos el análisis anticipado, previo a los conocimientos adquiridos como el registro y la observación en campo, mediante planillas de evaluación de pavimentos flexibles y materiales de medida, para determinar de esta manera el PCI del pavimento en estudio, mediante las hojas de cálculo de Excel, con ello conseguimos resultados válidos y concretos mediante el procedimiento que se realiza en campo.

Para sacar el número de unidades de muestras a ser evaluadas, nos basamos en el método del PCI puesto que se requirió un número de unidades a ser evaluadas en los 25.4 km de la vía, para concluir que la hipótesis sea positiva y favorable al tramo escogido para el estudio.

Nuestra investigación viene a ser el estudio y análisis de las planillas que contienen los datos de campo especificados según su nivel, severidad, extensión y tipo de falla encontrado en cada kilómetro especificado, según el número de unidad de muestra. Obtenido el resultado del índice de condición del pavimento de cada unidad de muestra evaluada para el adecuado mantenimiento vial, nos concederá conseguir a la contrastación de hipótesis.

CAPITULO IV

RESULTADOS

De acuerdo a la recolección de datos obtenidos en campo se presenta los resultados del estado del pavimento usando el método del PCI, las hojas de cálculo Excel y el Manual para la inspección visual de pavimentos en el tramo evaluado Ambo – San Rafael, además del análisis con sus respectivos gráficos. Se incluyo las acciones mantenimiento de la vía con los tipos y formas de reparación y/o rehabilitación de acuerdo a las necesidades del tramo evaluado, basadas en el Catálogo de fallas “Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación” (1990).

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

De acuerdo a la metodología expuesta anteriormente para la evaluación del pavimento y el número de muestras estudiar, se procede a procesar los datos de campo, donde se evaluó un total de 16 unidades de muestras del km 185+000 al km 210+400 (tramo Ambo – San Rafael).

4.1.1. UBICACIÓN DE FALLAS

Figura 47

Progresiva San Rafael km 188+000



Nota: Inicio del tramo, San Rafael.

Figura 48

Progresiva Provincia de Ambo km 210+400



Nota: Termino del tramo estudiado, Provincia de Ambo.

Una vez identificado el tramo Ambo - San Rafael se continuo a evaluar la vía, en donde podemos apreciar por ser una vía nacional (carretera central 3N) existe mayor afluencia de vehículos de todo tipo, tales como camiones, tráileres, camionetas, automóviles, mototaxis, motos lineales, ticos, etc. En conclusión, transitan vehículos de menor y mayor tamaño.

Como primer paso para el índice de condición de pavimento seguimos la metodología del PCI.

4.1.2. EVALUACIÓN DEL PCI EN EL TRAMO DE ESTUDIO

Muestreo y unidades de muestra

La norma ASTM D6433, inciso (2.1.7) nos indica que el área de muestreo es de 225 ± 90 m². Teniendo los márgenes:

Máximo:	315 m ²
Mínimo:	135 m ²
Tramo a evaluar:	km 185+000 km 210+000
Longitud de la vía:	25.4 km (25,400 m)
Ancho de calzada:	7.50 m

Longitud de muestra: 40 m

Área de muestra: $7.50 * 40 = 300 \text{ m}^2$ ok

Por tanto, sí cumple con los parámetros de márgenes establecidos por la norma.

Se procede a obtener el número total de muestras

$$N = \frac{\text{long.de la vía}}{\text{lon.de muestra}}$$

$N = 635$ Número total de la muestra

$S = 10$ Desviación estándar; ASTM D6433, inciso (7.5.2) para asfalto.

$E = 5\%$ Error aceptable; ASTM D6433 inciso (7.5.2).

ASTM D6433 inciso (7.5.2). Ecuación 6:

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

$n = 16$ Unidades a ser evaluadas.

Se obtienen 635 unidades de muestra de los cuales solo 16 deberán ser evaluados.

Selección de las unidades de muestreo

ASTM D6433, inciso (7.5.2)

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

$$i = 39.8$$

por lo tanto, el intervalo de muestreo será:

$$i = 40$$

Esquema del pavimento para muestreo del km 185+000 al km 210+400

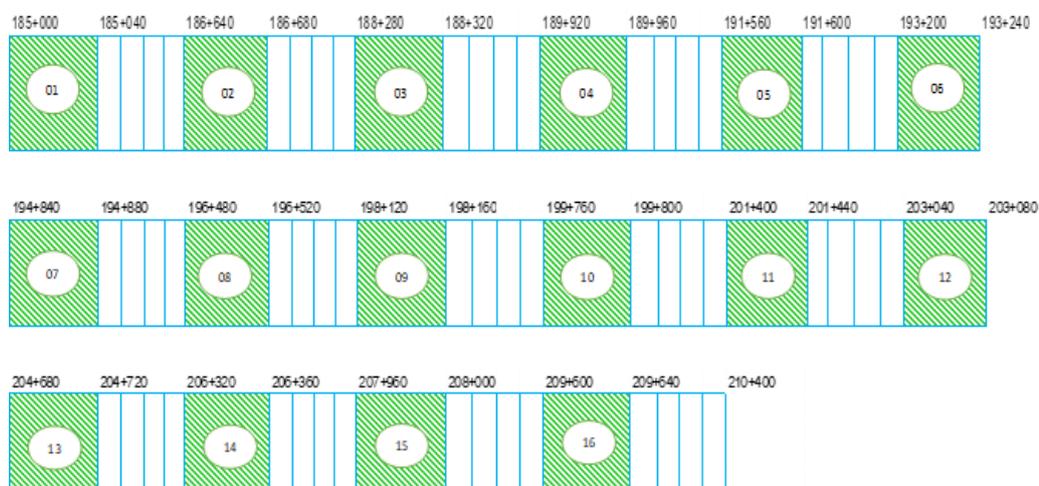


Tabla 6

Tramo Ambo - San Rafael

RESUMEN DE NUMERO DE MUESTRAS			
TRAMO	LONGITUD	N° DE CARRILES	MUESTRAS
Ambo – San Rafael	25.4 km	2	16
Número total de muestras			16

Nota: Gutiérrez (2006).

Procedimiento De Evaluación

Una vez terminado el cálculo de la cantidad de unidades de muestra a evaluar y haber seleccionado los lugares que se van a evaluar, se procederá a evaluar cada punto de muestra (UM), para ejecutarlo tenemos que tener en cuenta estos cuatro pasos:

- Ubicar el punto de evaluación (UM) en las progresivas indicadas.
- La ficha de datos elaborado con tiempo anticipado, para registrar las fallas encontradas en el área indicada.
- Se registra los daños encontrados en el pavimento flexible, cuantificando la severidad y medida.

- El procedimiento será de la misma forma para todas las UM en todo el tramo a estudiar.

Seguido de la etapa de evaluación de campo en el tramo Ambo – San Rafael se recolecto datos sobre las fallas en las progresivas indicadas, de la cual de las unidades de muestra evaluadas solamente emplearemos la unidad de muestra **UM 09** como ejemplo (Ver Figura 49). El cálculo lo podemos realizar de forma manual usando Excel o usando el software EVALPAV, ya que ambas formas nos arrojaran el mismo resultado, la diferencia es el tiempo, porque al usar el software EVALPAV nos da la ventaja de hacerlo en menor tiempo. Para la presente investigación se usará las hojas de cálculo Excel a partir de los valores deducidos de cada falla encontrada, dependiendo de la cantidad y severidad encontradas.

Una vez halladas los tipos de falla procedemos a determinar la Densidad, cuya formula (Ecuación 9) es la siguiente:

Donde:

$$Densidad (\%) = \frac{\text{Área total individual de cada falla}}{\text{Área total de la unidad de muestra evaluada}}$$

La UM 09 tiene un área total de 300 m², 21 m² de falla tipo piel de cocodrilo y 5 m² de falla tipo hueco o bache, por tanto, para la falla de la unidad de muestra la densidad se calcula de la siguiente forma:

$$Densidad (\%) = \frac{21}{300} * 100 = 7.00\%$$

$$Densidad (\%) = \frac{5.00}{300} * 100 = 1.67\%$$

El valor obtenido queda registrado y se repite el proceso para el resto de tipos de daños hallados en el tramo evaluado, teniendo en consideración la severidad del daño.

Figura 49

Recolección de datos de la evaluación realizada en campo

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE-3N)					Unidad Muestral	9	Progresiva	km 198+120	km 198+160		
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad	Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)			
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida						7,5	40	300			
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m ²	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²	SEVERIDAD					
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²	BAJO (L)					
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²	MEDIO (M)					
10	Grietas longitudinal y transversal	m				ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	1		13								
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad							
	21,00	H	5,00	H							
Total baja (L)	0,00		0,00								
Total media (M)	0,00		0,00								
Total alta (H)	21,00		5,00								
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC	
1	H	21,00	7,00	58	1	58	40	34,4	132,4	3	80
13	H	5,00	1,67	40	2	58	40	2	100	2	68
										MAX. VDC	80
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI = 100 - MAX. VDC						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					PCI = 20						
					MUY MALO						

Nota: Planilla de cálculo del índice de condición del pavimento, formato metodología de PCI.

La ficha del km 198+120 al km 198+160 UM-09 corresponde al tipo de falla de fisuras de piel de cocodrilo y huecos (baches) que presenta un patrón de grietas definidas y descascarados por los bordes. El valor deducido se consigue ubicando el valor de la densidad en el eje x del ábaco y después interceptamos.

Tabla 7

Cálculo de densidad de la UM 09

TIPO DE FALLA	DENSIDAD (%)	SEVERIDAD
Fisuras piel de cocodrilo	7.00	H
Huecos	1.67	H

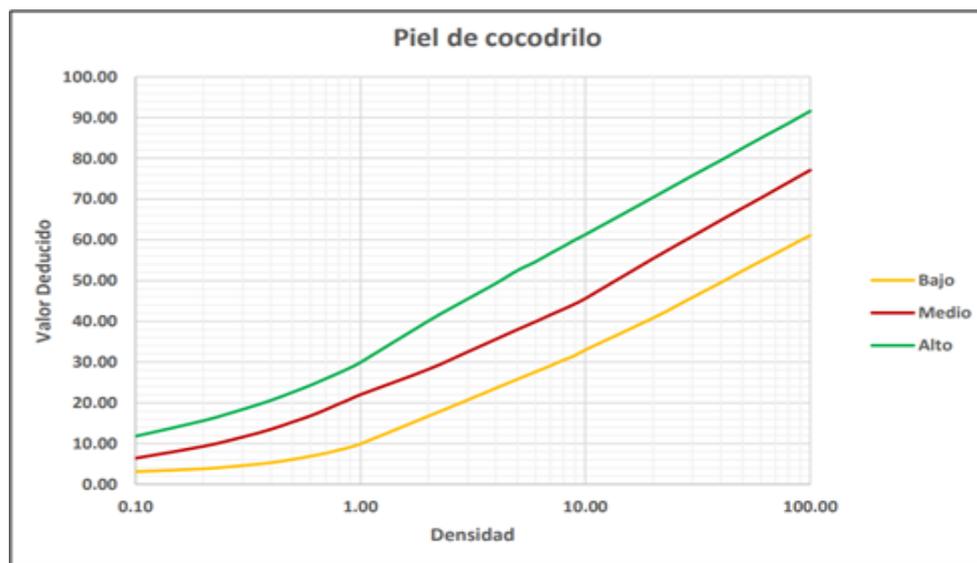
Nota: Gutiérrez (2006).

Ubicamos e interceptamos la densidad en el ábaco y procedemos a trazar una línea paralela al eje x, de esta forma ubicamos el valor deducido del tipo de falla hallado en el tramo para sus condiciones de densidad y severidad. Para la UM 09 tiene densidad de 7.00%, severidad alta y se obtuvo un valor deducido de 58.

Se repite el mismo procedimiento para el resto de tipos de fallas halladas en el transcurso del tramo evaluado.

Figura 50

Valor deducido para el tipo de falla fisuras piel de cocodrilo en el pavimento asfáltico



Nota: Vázquez (2022).

Después de calcular todos los valores de las fallas individuales se obtiene el total de valores deducidos para cada unidad de muestra, el procedimiento se puede apreciar en la siguiente Tabla 8.

Tabla 8

Valor total de deducción para la UM 09.

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
Fisura piel de cocodrilo	H	7.00	58
Huecos	H	1.67	40
Valor total de deducción			98

Nota: Se presenta los valores deducidos según tipo de falla.

Se calcula el (VDC) máximo valor deducido corregido, para esto haremos uso de la "curva de corrección" (ver Figura 51). Se tendrá en cuenta que si uno o ninguno de los valores es superior a dos (2), no se usara el mayor valor mayor deducido sino el valor deducido total. Los valores deducidos individuales se ordenan de mayor a menor, de manera descendente, también usaremos su parte fraccionaria, es decir se toma los dos valores mayores deducidos más el 86% del último ($0.86 \times 40 = 34.4$) se toma el valor porque es mayor a dos, ordenamos 58; 40; 34.4.

Para hallar el número admisible de valores deducidos emplearemos la Ecuación 10:

$$mi = 1 + \frac{9}{98} * (100 - MaxVDi)... \text{ (Ec.10)}$$

$$mi = 4.85 \text{ (no lo aplicaremos porque no es el caso)}$$

Donde:

mi = Número máx. admisible de valores deducidos, incluye fracción para la UM.

$MaxVDi$ = Mayor valor deducido individual para la UM.

El VDC (valor deducido corregido), se halló de la siguiente forma:

- Se halla el valor deducido total (VDT), que es la suma de todos los valores deducidos individuales, $58 + 40 + 34.4 = 132.4$
- Se halla el número de valores deducidos (q) superiores a 2, en este caso tenemos 3, entonces $q = 3$.
- Se determina el VDC, teniendo en cuenta el valor de " q " y el VDT, usaremos la gráfica de valores deducidos para pavimentos flexibles (ver Figura 52).
- Elegimos el **VDC** más alto para que sea nuestro máximo valor deducido corregido, en este caso es **80**. Ver Tabla 9.
- Finalmente determinamos la condición del pavimento (PCI).

Tabla 9

Cálculo del VDC para determinar el PCI de la UM 09

Nº	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	58	40	34.4	132.4	3	80
2	58	40	2	100	2	68
MAX.VDC						80

Nota. Se presenta los valores deducidos y el máximo valor deducido corregido.

Para la unidad de muestra UM 09 se tiene:

VDC= 80

– Finalmente determinamos la condición del pavimento (PCI).

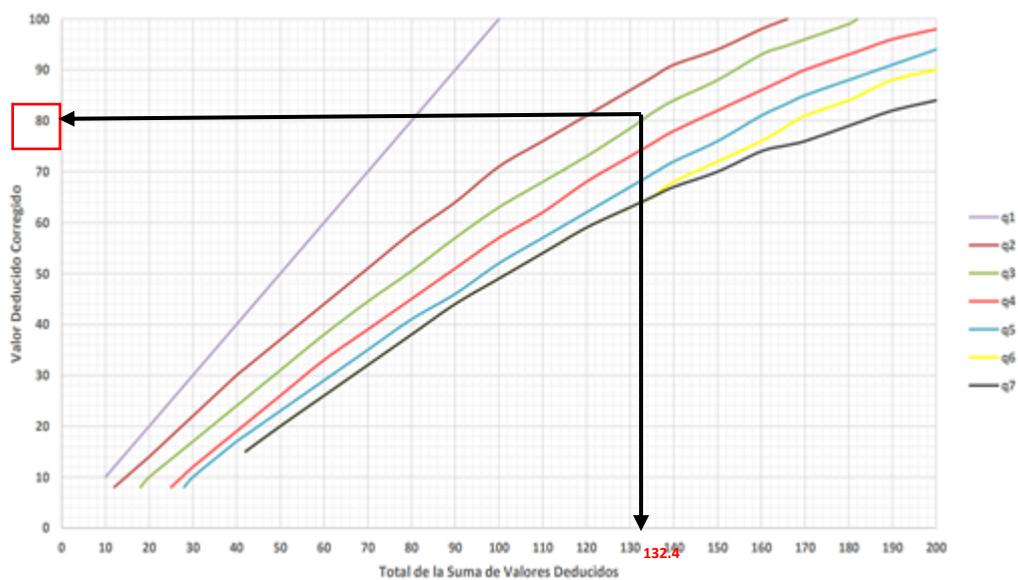
$$PCI = 100 - MAX.VDC$$

$$100 - 80 = 20$$

Condición de Pavimento = **MUY MALO**

Figura 51

Curva de corrección del VDC para pavimentos asfálticos



Nota: Vásquez, (2002)

4.1.3. RESULTADOS DE CADA UNIDAD DE MUESTRA

Tabla 10

Unidades de muestreo

TRAMO	UNIDAD DE MUESTRA	LARGO	ANCHO	AREA
Ambo – San Rafael Km 185+000 al km 210+400	UM 01	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 02	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 03	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 04	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 05	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 06	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 07	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 08	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 09	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 10	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 11	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 12	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 13	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 14	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 15	40 m	7.50 m	300 m ²
	UM 16	40 m	7.50 m	300 m ²

Nota: Se muestra el área y la cantidad de UM que fueron evaluadas.

En la (Tabla 10) se muestra la cantidad de unidades de muestra evaluadas en la longitud de todo el tramo, mediante la inspección visual en el tramo Ambo – San Rafael. En la (tabla 11) especificamos los tipos de falla encontradas en el trascurso del tramo evaluado, con mayor frecuencia se encontró la falla de tipo piel de cocodrilo y baches, teniendo en cuenta que en las progresivas donde están ubicados dichas fallas se observó la presencia de quebradas activas, siendo en la temporada de lluvias la más perjudicial tanto para el pavimento flexible como para los transeúntes y en la temporada de verano existen corrientes constantes de agua perjudicando a la estructura del pavimento por la inexistencia de drenes, haciendo que esta sufra daños en su superficie y estructura. Tomamos en cuenta el tipo de clima de la zona

evaluada, siendo esto lluvioso y frio, del km 210+400 provincia de Ambo el clima no cálido, mientras más nos acercamos al km 185+000 distrito de San Rafael el clima va variando de un clima templado a un tipo de clima frio, siendo también esta zona de derrumbes.

Tabla 11

Fallas encontradas en el tramo

TIPOS DE FALLAS ENCONTRADAS EN EL TRAMO AMBO – SAN RAFAEL				
UM	PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	AREA	EXTENSIÓN
01	KM 185+000 – 185+040	Fisuras longitudinales	300 m2	Bueno
02	KM 186+640 – 186+680	Fisuras en arco y pulimento de agregados	300 m2	Regular
03	KM 188+280 – 188+320	Fisuras de piel de cocodrilo, huecos y desprendimiento de agregado	300 m2	Fallado
04	KM 189+920 – 189+960	Bache	300 m2	Fallado
05	KM 191+560 – 191+600	Gritas de borde, huecos	300 m2	Malo
06	KM 193+200 – 193+240	Fisura por flexión de junta, parcheo.	300 m2	Regular
07	KM 194+840 – 194+880	Desprendimiento de agregado, grietas longitudinales	300 m2	Muy malo
08	KM 196+480 – 196+520	Desintegración de borde y piel de cocodrilo	300 m2	Fallado
09	KM 198+120 – 198+160	Fisuras de piel de cocodrilo, huecos	300 m2	Muy malo
10	KM 199+760 – 199+800	Desprendimiento de agregados, huecos.	300 m2	Muy malo
11	KM 201+400 – 201+440	Fisuras en bloque y parcheo.	300 m2	Regular
12	KM 203+040 – 203+080	Fisuras piel de cocodrilo	300 m2	Muy malo
13	KM 204+680 – 204+720	Bache	300 m2	Malo

14	KM 206+320 – 206+360	Hundimiento	300 m2	Regular
15	KM 207+960 – 208+000	Fisura en borde	300 m2	Regular
16	KM 209+600 – 209+640	Fisuras transversales	300 m2	Muy bueno

Nota: La tabla presenta los tipos de falla encontrados en cada UM.

Obtenidos los datos de campo los procesamos a las hojas de cálculo Excel utilizando la metodología del PCI, para la obtención de resultados, que nos permite optimizar la recopilación de datos de campo para la evaluación de la condición del pavimento flexible, arrojándonos como resultado la condición del pavimento con total confiabilidad. De acuerdo a nuestro estudio usamos la versión de carreteras pavimentadas (ASTM D 6433-07).

Ingresamos las 16 unidades de muestra, tipo de falla, área, progresivas y severidad, la cual nos arrojó el siguiente resultado de índice de condición de pavimento:

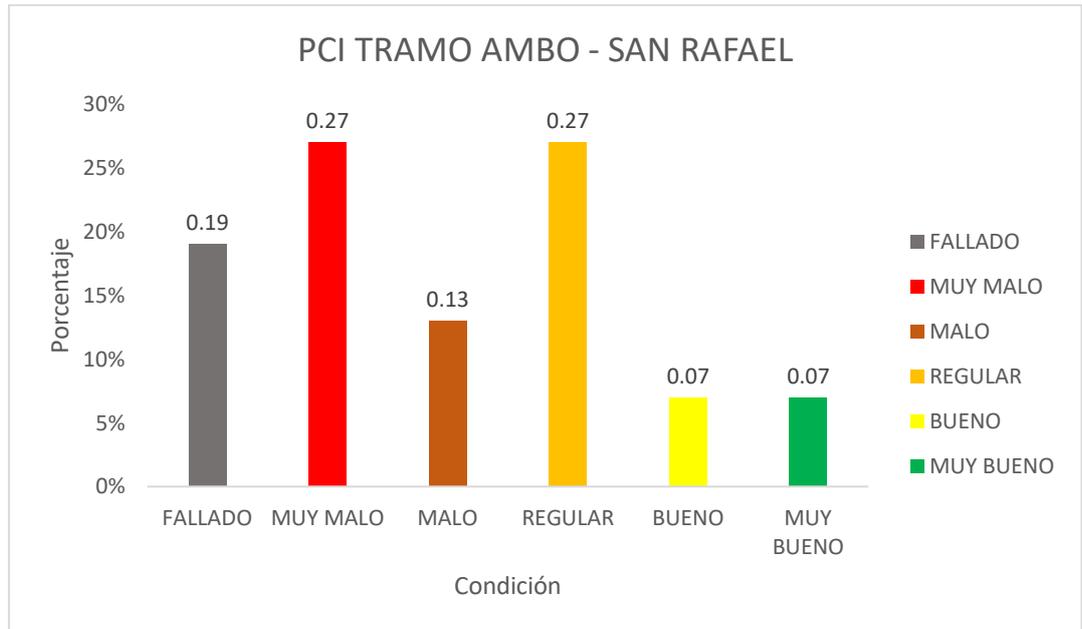
Tabla 12*Índice de condición del pavimento, resultados*

UM	AREA DE ANALISIS	PROGRESIVAS	TIPO DE FALLA	MEDIDA	VDC	PCI	CONDICIÓN
1	300	185+000 - 185+040	FISURAS LONGITUDINALES	8.30 M	27	73	BUENO
2	300	186+640 - 186+680	FISURA EN ARCO PULIMENTO DE AGREGADO	6.00 M 15.00 M2	49	51	REGULAR
3	300	188+280 - 188+320	PIEL DE COCODRILO HUECOS DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO	8.00 M2 2.5 M2 10 M2	90	10	FALLADO
4	300	189+920 - 189+960	PIEL DE COCODRILO HUECOS PULIMENTO DE AGREGADOS	5.20 M2 5.00 M2 8.00 M2	90	10	FALLADO
5	300	191+560 - 191+600	GRIETAS DE BORDE HUECOS	10.00 M 0.70 M2	60	40	MALO
6	300	193+200 - 193+240	FISURAS POR FLEXION DE JUNTA PARCHEO	7.50 M 3.00 M	59	41	REGULAR
7	300	194+840 - 194+880	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO GRIETAS LONGITUDINALES	38 M2 10.00 M	85	15	MUY MALO
8	300	196+480 - 196+520	DESINTEGRACION DE BORDES PIEL DE COCODRILO	9.00 M 3.40 M3	90	10	FALLADO
9	300	198+120 - 198+160	PIEL DE COCODRILO HUECOS O BACHES	21 M2 5.00 M2	80	20	MUY MALO
10	300	199+760 - 199+800	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO HUECOS O BACHES	35.00 M2 1.00 M2	83	17	MUY MALO
11	300	201+400 - 201+440	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE PARCHEO	7.00 M2 9.50 M	45	55	REGULAR
12	300	203+040 - 203+080	PIEL DE COCODRILO PULIMENTO DE AGREGADOS	24.00 M2 12.00 M2	78	22	MUY MALO
13	300	204+680 - 204+720	HUECOS O BACHES DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO	2.00 M2 15.00 M2	60	40	MALO
14	300	206+320 - 206+360	HUNDIMIENTO PIEL DE COCODRILO	1.00 M2 7.00 M2	45	55	REGULAR
15	300	207+960 - 208+000	GRIETA EN BORDE	2.00 M	50	50	REGULAR
16	300	209+600 - 209+640	FISURAS TRASVERSALES	2.00 M	15	85	MUY BUENO

Nota: Se presenta la condición actual en la que se encuentra el pavimento, tramo Ambo – San Rafael.

Tabla 13

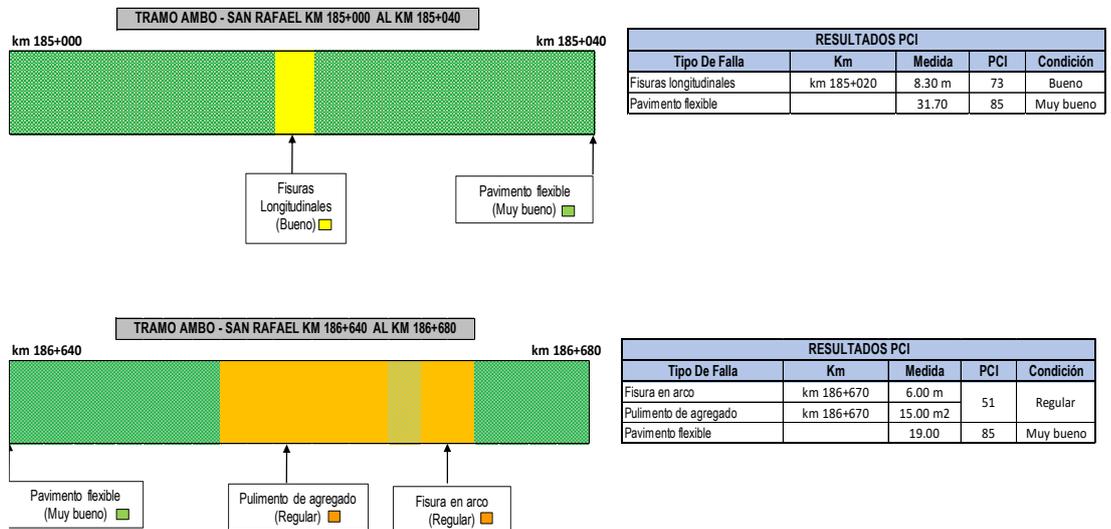
Porcentaje de condición de pavimento tramo Ambo – San Rafael

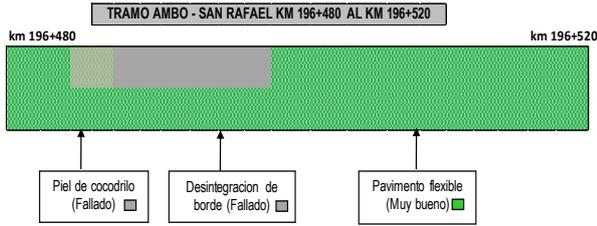


Nota: Se presenta los porcentajes de condición del pavimento del tramo estudiado ambo – san Rafael, se encontró de condición regular con el 27%, bueno 7%, muy bueno 7%, fallado 19%, muy malo 27% y malo 13 %, la cual el promedio es de condición mala.

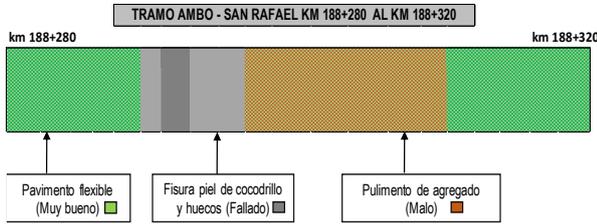
ESQUEMA PCI TRAMO AMBO – SAN RAFAEL

Esquema del índice de condición del pavimento, tramo Ambo – San Rafael del km 185+000 al km 210+400, 25.4 km.

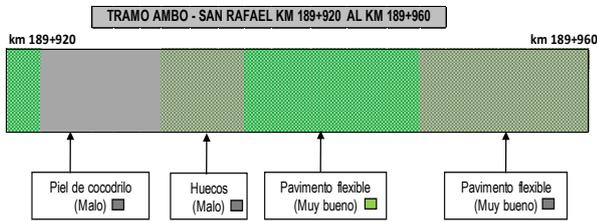




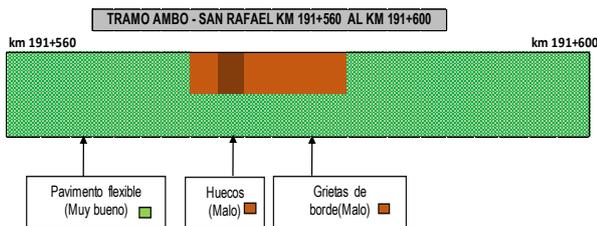
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Desintegración de borde	km 196+490	9.00 m	10	Fallado
Piel de cocodrilo	km 196+490	3.40 m ²		
Pavimento flexible		27.60	80	Muy bueno



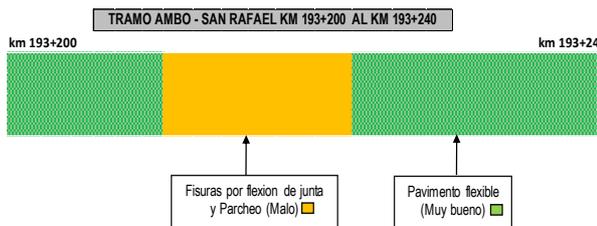
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Fisuras piel de cocodrilo	km 188+300	8.00 m ²	10	Fallado
Huecos	km 188+305	2.50 m ²		
desprendimiento de agregados	km 188+310	10.00 m ²	85	Muy bueno
Pavimento flexible		19.50		



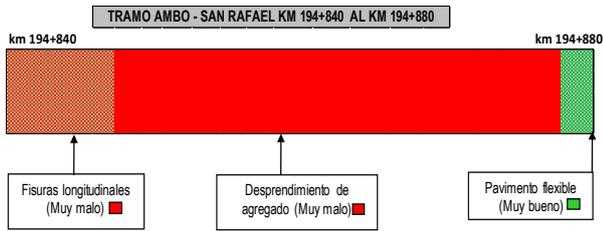
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Fisuras piel de cocodrilo	km 188+300	5.20 m ²	10	Fallado
Huecos	km 188+305	5.00 m ²		
pulimento de agregados	km 188+310	8.00 m ²	85	Muy bueno
Pavimento flexible		21.8		



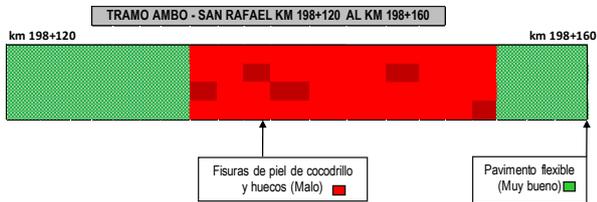
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Grietas de borde	km 191+580	10.00 m	40	Malo
Huecos	km 191+580	0.70		
Pavimento flexible		29.30	85	Muy bueno



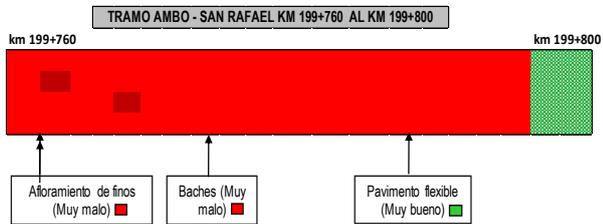
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Fisuras por flexion de junta	km 193+210	7.50 m	41	Regular
Parcheo	km 193+210	3.00 m		
Pavimento flexible		29.50	80	Muy bueno



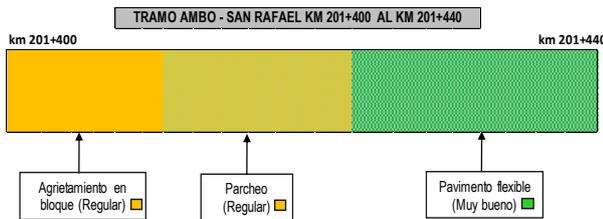
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Desprendimiento de agregados	km 194+840	38.00 m ²	15	Muy malo
Grietas longitudinales	km 194+840	10.00 m		
Pavimento flexible		2.00 m	80	Muy bueno



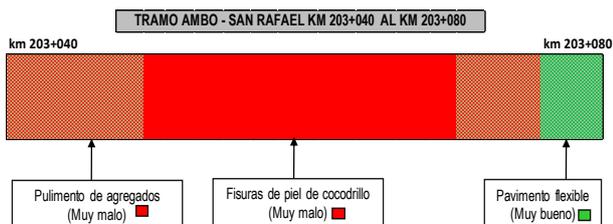
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Fisuras piel de cocodrillo	km 198+140	21.00 m ²	20	Muy malo
Huecos	km 198+140	5.00 m ²		
Pavimento flexible		14.00 m ²	70	Bueno



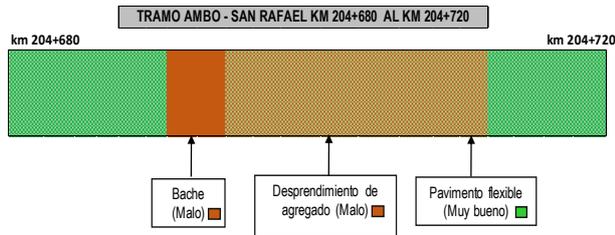
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Desprendimiento de agregados	km 199+760	35.00 m ²	17	Muy malo
Huecos	km 199+760	1.00 m ²		
Pavimento flexible		4.00	80	Muy bueno



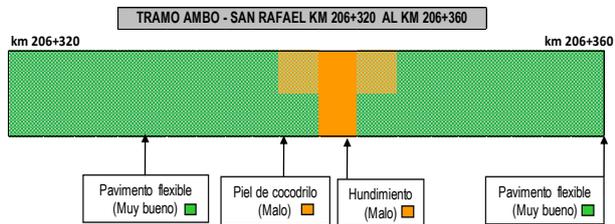
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Agrietamiento en bloque	km 201+400	7.00 m ²	55	Regular
Parqueo	km 201+400	9.50 m		
Pavimento flexible		17.50 m	80	Muy bueno



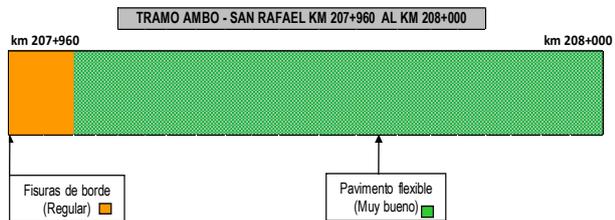
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Fisuras piel de cocodrillo	km 203+050	24.00 m ²	22	Muy malo
Pulimento de agregado	km 203+050	12.00 m ²		
Pavimento flexible		4.00	80	Muy bueno



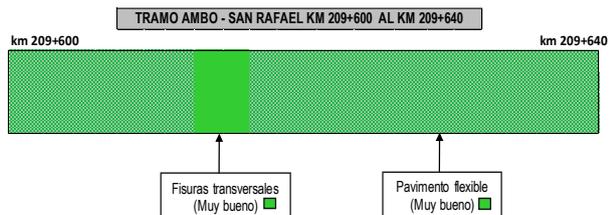
RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Huecos	km 204+690	2.00 m ²	40	Malo
Desprendimiento de agregados	km 204+690	15.00 m ²		
Pavimento flexible		23.00	80	Bueno



RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Hundimiento	km 206+350	1.00 m ²	55	Regular
Piel de cocodrilo	km 206+350	7.00 m ²		
Pavimento flexible		32.00	80	Bueno



RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Grietas en borde	km 207+960	2.00 m	50	Regular
Pavimento flexible		38.00 m	80	Bueno



RESULTADOS PCI				
Tipo De Falla	Km	Medida	PCI	Condición
Fisuras transversales	km 209+620	2.00 m	85	Muy bueno
Pavimento flexible		38.00 m	85	Muy bueno

4.1.4. MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO ASFALTICO DEL TRAMO AMBO - SAN RAFAEL

Se realizó la evaluación de las fallas encontradas en el tramo estudiado usando el método del PCI y el Manual para la inspección de pavimentos rígidos, se procede a disponer probables maneras de reparación del pavimento estudiado, en la cual usamos el catálogo de fallas "Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación, (1990)".

Categorizados en dos actividades importantes: por la continuidad con que reinciden y por el nivel de servicio. (MTC, 2006).

- Mantenimiento Rutinario
- Mantenimiento Periódico:
- Rehabilitación:
- Reconstrucción:

4.1.4.1. ACCIONES DE CONSERVACIÓN VIAL SEGÚN EL TIPO DE FALLA

Fisuras de piel de cocodrilo: Este tipo de falla se encontró con mayor frecuencia a lo largo de todo el tramo evaluado en los km 188+280, km 189+920, km 196+480, km 198+120, km 203+040 y en el km 206+320 se encontró condición de severidad regular, muy malo y fallado, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Regular: sellado de emulsión asfáltica.

Muy malo: Bacheo profundo que incluye reponer la base granular.

Fallado: recomposición y mejoramiento del drenaje superficial y/o profundo.

Fisuras longitudinales: Este tipo de falla se encontró en el tramo evaluado en el km 185+000 y en el km 194+840 se encontró condición de severidad bueno y muy malo, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Bueno: No se requiere de ninguna acción de mantenimiento o de un mantenimiento preventivo.

Muy malo: se sugiere sellado de fisuras o grietas con mortero asfáltico o asfalto líquido.

Fisuras transversales: Este tipo de falla se encontró en el tramo evaluado en el km 209+600, se encontró condición de severidad bajo o muy bueno, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Muy bueno: Al ser una falla local no se requiere de ninguna acción.

Fisuras en arco: Este tipo de falla se encontró una vez a lo largo del tramo evaluado en el km 186+640, no se define nivel de severidad, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Sellado de fisuras con emulsión bituminosa/ asfalto líquido.

Bache: Este tipo de falla se encontró en el tramo evaluado en los km 188+280, km 189+920, km 191+560, km 198+120, km 199+760 y en el km 204+680, se encontró condición de severidad malo, muy malo y fallado, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Malo: bacheo parcial, capa asfáltica mezcla en frío o en caliente.

Muy malo: bacheo profundo que incluya la reposición de la base granular.

Fallado: reconstrucción

Fisuras por flexión de juntas: Este tipo de falla se encuentra en el tramo evaluado en el km 193+200, se encontró condición de severidad malo, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Regular: Sellado de fisuras con emulsión bituminosa o asfalto líquido.

Desprendimiento de agregado: Este tipo de falla se encontró en el tramo evaluado en el km 188+280, km 194+840, km 199+760 y en el km 204+680, se halló condición de severidad malo, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Malo: se sugiere sellado de la superficie con lechada asfáltica.

Muy malo: Aplicar riego con emulsión asfáltica bituminosa en toda la superficie.

Hundimiento: Este tipo de falla se encontró una vez a lo largo del tramo evaluado en el km 206+350, se encontró condición de severidad regular, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Regular: Bacheo superficial nivelante.

Afloramiento de finos: Este tipo de falla se encontró en el tramo evaluado en el km 199+760, se encontró condición de severidad malo, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Malo: se sugiere hacer fresado

Fisuras en bloque: Este tipo de falla se encontró una vez a lo largo del tramo evaluado en el km 201+400, se encontró condición de severidad muy malo, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Muy malo: recapado con mezcla asfáltica en caliente.

Desintegración de bordes: Este tipo de falla se encontró en el tramo evaluado en el km 196+490, se encontró condición de severidad fallado, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Muy malo: Bacheo profundo incluyendo reposición de base granular.

Fisuras de bordes: Este tipo de falla se encontró en el tramo evaluado en el km 201+400, se encontró condición de severidad regular, las posibles acciones de mantenimiento a tomar son:

Regular: sellado de fisuras con asfalto liquido o emulsión bituminosa + arena.

Fallado: Reconstrucción.

Tabla 14

Tipo de mantenimiento y acciones a tomar según tipo de falla.

AREA DE ANALISIS	PROGRESIVA SECTORES (KM)	VRC	PCI	CONDICIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO	ACCIÓN
300	185+000 - 185+040	27	73	BUE NO	MANTENIMINETO RUTINARIO	BACHEO SUPERFICIAL, FRESADO, SELLADO DE FISURAS
300	186+640 - 186+680	49	51	REGULAR	MANTENIMINETO RUTINARIO	BACHEO SUPERFICIAL, FRESADO, SELLADO DE FISURAS
300	188+280 - 188+320	90	10	FALLADO	REHABILITACION Y/O RECONSTRUCCION	BACHEO PROFUNDO CON REPOSICION DE BASE
300	189+920 - 189+960	90	10	FALLADO	REHABILITACION Y/O RECONSTRUCCION	BACHEO PROFUNDO CON REPOSICION DE BASE
300	191+560 - 191+600	60	40	MALO	MANTENIMIENTO PERIODICO	BACHEO PARCIAL, FRESADO, SELLADO DE FISURAS.
300	193+200 - 193+240	59	41	REGULAR	MANTENIMINETO RUTINARIO	BACHEO SUPERFICIAL, FRESADO, SELLADO DE FISURAS
300	194+840 - 194+880	85	15	MUY MALO	MANTENIMIENTO PERIODICO	BACHEO PROFUNDO CON REPOSICION DE BASE
300	196+480 - 196+520	90	10	FALLADO	REHABILITACION Y/O RECONSTRUCCION	BACHEO PROFUNDO CON REPOSICION DE BASE
300	198+120 - 198+160	78	20	MUY MALO	MANTENIMIENTO PERIODICO	BACHEO PROFUNDO CON REPOSICION DE BASE
300	199+760 - 199+800	83	17	MUY MALO	MANTENIMIENTO PERIODICO	BACHEO PROFUNDO CON REPOSICION DE BASE
300	201+400 - 201+440	45	55	REGULAR	MANTENIMINETO RUTINARIO	BACHEO SUPERFICIAL, FRESADO, SELLADO DE FISURAS
300	203+040 - 203+080	78	22	MUY MALO	MANTENIMIENTO PERIODICO	BACHEO PROFUNDO CON REPOSICION DE BASE
300	204+680 - 204+720	60	40	MALO	MANTENIMIENTO PERIODICO	BACHEO PARCIAL, FRESADO, SELLADO DE FISURAS.
300	206+320 - 206+360	45	55	REGULAR	MANTENIMINETO RUTINARIO	BACHEO SUPERFICIAL, FRESADO, SELLADO DE FISURAS
300	207+960 - 208+000	50	50	REGULAR	MANTENIMINETO RUTINARIO	BACHEO SUPERFICIAL, FRESADO, SELLADO DE FISURAS
300	209+600 - 209+640	15	85	MUY BUENO	MANTENIMINETO PREVENTIVO	NO SE REQUIERE DE MANTENIMIENTO O MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PROMEDIO			37.13	MALO		

Nota. En la tabla 14 se presenta el tipo de mantenimiento de acuerdo al tipo de falla hallado en cada UM en el tramo estudiado Ambo – San Rafael.

Figura 52

Cuadro de resumen del PCI con sus respectivos tipos de mantenimiento

TIPO DE FALLAS	PROGRESIVAS	N°	POSIBLES CAUSAS	SEVERIDAD	REPARACION	MANTENIMIENTO	FIGURA DE LAS FALLAS
Fisuras de piel de cocodrillo	km 188+280, km 189+920, km 196+480, km 198+120, km 203+040, km 206+320	6	Mal diseño y ausencia del drenaje, afectando de manera inmediata a la estructura superficial del pavimento.	Muy malo	Bacheo profundo incluido reposicion de base granular.	Rutinario	
			En los puntos de falla se evidencia la presencia de quebradas activas, donde constantemente hay deslizamientos de lodo en temporadas de lluvia y en verano corrientes de agua.	Regular	Aplicar sellado de emulsion asfaltica	Rehabilitacion	
Grietas longitudinales	km 185+000, km 194+840	2	Las posibles causas es la disminucion de la combinacion asfaltica debido al deterioro de flexibilidad o simplemente el envejecimiento del asfalto y otra posible causa es la deficiencia en las juntas por el mal proceso constructivo.	Bueno	No se requiere de ninguna accion.	Rutinario	
				Muy malo	Sellado de fisuras con mortero asfaltico o asfalto liquido.		
Huecos o baches	km 188+280, km 189+920, km 191+560, km 198+120, km 199+760, km 204+680.	6	Empozamiento mínimo de agua en las zonas con desnivel y zonas con fisuras.	Malo	Bacheo parcial, capa asfaltica, mezcla en frio o caliente.	Rutinario	
			Constante transito en las zonas que presentan debilidad, generando una accion abrasiva como piel de cocodrillo o fisuras que con el tiempo se desintegran y posteriormente se remueven convirtiéndose en un bache.	Muy malo	Bacheo profundo incluyendo reposicion de base granular	Mejoramiento y/o Rehabilitacion	
				Fallado	Bacheo profundo incluyendo reposicion de base granular		
Fisura en arco	km 186+640	1	Combinacion de materiales asfálticos de una resistencia pobre y mala adhesión entre la superficie y la posterior capa de estructura de pavimento que causa este tipo de daño.	No se define niveles	Sellado de fisuras con emulsion bituminosa o asfalto liquido.	Rutinario	
Fisura transversal	km 209+600	1	Aparición de formaciones horizontales puede ser la retracción repentina de la capa asfáltica o el desvanecimiento de flexibilidad debido a los cambios de temperatura, creando grietas en la superficie de la carretera.	Muy bueno	Al ser una falla local no se requiere de ninguna accion.		
Fisura por flexion de junta	km 193+200	1	La posible causa es la mala adherencia del asfalto nuevo con el asfalto viejo, puesto que se evidencia un trabajo de mantenimiento anterior de parchado profundo.	Regular	Sellado de fisuras con emulsion bituminosa o asfalto liquido + arena.	R. Periodo	
Desprendimiento de agregado	km 188+280, km 194+840, km 199+760, km 204+680	4	clima lluvioso y frio.	Malo	Aplicar riego con emulsion bituminosa en toda la superficie	Rutinario	
			El problema de adherencia entre los agregados y el asfalto, por el mal procedimiento de dosificación o el uso de un mal material contaminado utilizado en la construcción de la vía.	Muy malo			
Desintegracion de bordes	km 196+490	1	Una de las posibles causas de este tipo de daños es el comportamiento competitivo del vehiculo, tanto por su acción abrasiva como por el peso aplastante de la carga al final de la vía, donde existe fragilidad de la estructura. valor alto debido al limite lateral inferior o inferior.	Muy malo	Bacheo profundo incluyendo reposicion de base granular.	Rutinario	
Hundimiento	km 206+350	1	La posible causa es por el desnivel de la rasante o fallas geológicas naturales que presenten acolchonamientos en la base trayendo como consecuencia el hundimiento en determinados puntos de la vía.	Regular	Bacheo superficial nivelante, mezcla en frio o caliente.	Rutinario	
Pulimento de agregados	km 199+760	1	La posible causa podría ser el exceso de agregados finos a la mezcla de la estructura y la ausencia de drenajes.	Malo	Riego con emulsion bituminosa	Rutinario	
Fisuras en bloque	km 201+400	1	La posible causa podría ser el exceso de agregados finos a la mezcla de la estructura y la ausencia de drenajes.	Muy malo	Trabajos de preparacion previa + recapado con mezcla asfaltica en caliente.	Rehabilitacion	
Fisuras en borde	km 201+400, km 196+480	2	desvanecimiento de flexibilidad debido a los cambios de temperatura, creando grietas en la superficie de la carretera.	Regular	Sellado de fisuras	Rutinario	
				Fallado	reconstruccion	Rehabilitacion	

Nota. En la figura se muestra los tipos de fallas encontrados en la vía de estudio y sus respectivas reparaciones para el mantenimiento del tramo Ambo – San Rafael.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Ante los estudios realizados en campo y gabinete en el tramo Ambo San Rafael que consta de 25.4 km se pudo encontrar diversas fallas al pavimento flexible; lo cual se puede evidenciar en las 16 Unidades de muestra recolectadas en la vía estudiada, en las cuales encontramos las siguientes condiciones de severidad de bajo, medio y alto, estas fueron estudiadas mediante la metodología del PCI (Índice de condición del pavimento), ante esto se pudo categorizar el tipo de daño generado en este tramo lo cual nos permite dar una solución adecuada, rápida y concisa de acuerdo a la severidad de cada caso, por lo tanto se comprueba de manera positiva nuestra hipótesis principal:

H.I: La propuesta de mantenimiento a partir del estudio superficial de pavimentos flexibles nos proporciona soluciones adecuadas ante la problemática de fallas superficiales de la vía del tramo Ambo - San Rafael 25.4 km 2019.

Ante lo expuesto en párrafos anteriores se desestima nuestra hipótesis negativa, puesto que se reúnen las condiciones, estudios necesarios para acreditar nuestra hipótesis positiva.

H.O: La propuesta de mantenimiento a partir del estudio superficial de pavimentos flexibles no proporciona soluciones adecuadas ante la problemática de fallas superficiales de la vía del tramo Ambo - San Rafael 25.4 km 2019.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo presentamos toda la información obtenida de la evaluación y procesamiento de datos, donde se encontró información fundamental para la presente tesis.

La presente tesis abarca distintas informaciones que son necesarios para dicho estudio. La información bibliográfica tomada de autores peruanos y distintos autores de américa latina que contienen información concreta, practica e importante para el presente estudio, tales como inspección, seguimiento y clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles.

Contrastamos los resultados con un autor que posee similitud de la investigación realizada, para mostrar las diferencias y aspectos estudiados.

Ceferino, (2021). “Uso del método PCI para la evaluación del pavimento flexible en la Av. Grau, Dist. Castilla”. Piura – Perú.

En su investigación para determinar la condición del pavimento uso el método del PCI, de la norma ASTM D6433-7, donde aplico los pasos de la metodología para lograr un resultado y hallar la solución al problema de la Av. Grau, distrito Castilla.

En la investigación realizada los resultados del estudio de la Av. Grau, Distrito de Castilla, fue favorable al obtener un PCI de 66.88 de condición Bueno, en dicha investigación especifica que la avenida evaluada es una vía de alta transitabilidad que cuenta con drenes y el clima que posee dicho lugar es soleado, siendo este factor favorable para la vía evaluada.

En la Tabla 14 se presenta los 16 tipos de fallas encontradas en el transcurso de todo el tramo evaluado, dentro de las cuales se encontraron tres (03) tipos de falla de fisuras de piel de cocodrilo, una (01) fisura longitudinal, dos (2) baches, una (01) fisura en arco, una (01) fisura trasversal, una (01)

fisura por flexión de juntas, (01) pérdida de agregado, una (01) falla por desintegración de borde, una (01) falla de hundimiento, dos (02) fallas de afloramientos de finos, una (01) falla por fisura en bloque y dos (02) fallas de fisuras de borde; en la vía se observó que presenta fallas de parcheo, lo cual indica que en el pasado hubo mantenimiento de la vía o tramo evaluado.

El tipo de falla de piel de cocodrilo fue el que se encontró con mayor frecuencia en el tramo evaluado, usamos la metodología del PCI que nos arrojó un total de 16 unidades muestras a ser evaluadas, en el trayecto del recorrido del tramo se pudo observar que existían más fallas en el pavimento flexible siendo las más notables fallas de piel de cocodrilo, los baches, pérdida de agradados, entre otros también se presentaron con frecuencia. A pesar del mantenimiento que se ejecutó en el pasado, se puede sugerir que no era suficiente para mantener la vía en óptimas condiciones de transitabilidad y seguridad para los usuarios.

Mediante la aplicación de la metodología del PCI se obtuvo que las 16 unidades de muestras evaluadas al procesarlas en el software Excel, arrojó PCI de bueno, regular, malo, muy malo y fallado lo cual nos indicó que en los intervalos tomados a lo largo del tramo evaluado las fallas son de severidad promedia de un pavimento Malo.

En el tramo Ambo – San Rafael del km 185+000 al km 210+400 carretera central (3N) se aprecia que a partir del km 185+000 al km 207+000 aproximadamente es zona de derrumbes y con presencia de varias quebradas activas, el tipo de clima de la zona evaluada es variable (sol, lluvia) pero de corrientes de viento frio. Teniendo en cuenta estos factores se puede sugerir que los resultados arrojados que no fueron favorables para la vía se deban al clima y a la presencia de quebradas que dañan constantemente la carretera, y al notar la ausencia de drenes hace que la vía se deteriore con mayor rapidez no cumpliendo con el tiempo de vida.

Al contrastar los resultados con la tesis mencionada se concluye que, en el tramo de investigación, el pavimento flexible arroja un promedio de PCI de 37.13 siendo esto un índice de condición mala, por las acciones abrasivas del ambiente y el tipo de clima de la zona.

CONCLUSIONES

- Mediante el estudio superficial del pavimento flexible se precisó la condición actual de la vía del tramo Ambo – San Rafael; a partir de ello, se pudo plantear adecuadas alternativas de intervención necesarias para mejorar la condición de la vía.
- Mediante el estudio superficial usando la metodología PCI se pudo precisar que existen 12 tipos de fallas en las cuales encontramos fisuras de piel de cocodrilo, huecos, fisuras longitudinales, transversales, en arco, fisuras por flexión de juntas, desprendimiento de agregados, desintegración de bordes, hundimiento, pulimento de agregados, fisuras en bloque y fisuras en borde, siendo el tipo de falla más encontrado el de fisuras de piel de cocodrilo y huecos.
- Al evaluar el tramo del km 188+000 al km 210+400 Ambo – San Rafael, se pudo observar y determinar que en la vía no se han ejecutado actividades de mantenimiento hasta la fecha, esta circunstancia origina el progreso del avance de severidad en las fallas halladas en la carpeta asfáltica.
- Usando la metodología del PCI se dividió en 16 UM el tramo evaluado, donde se encontró el pavimento asfáltico en condición de fallado, muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno, siendo el promedio mayoritario de todo el índice de condición mala.
- El valor promedio del PCI para el tramo estudiado dio el valor de 37.13 la cual es un valor de PCI de condición mala; entonces es prioritario intervenir en forma inmediata con los trabajos de mantenimiento para detener el deterioro acelerado del pavimento asfáltico.
- Las alternativas de mantenimiento, de acuerdo al tipo de falla hallados en el pavimento corresponden a mantenimientos menores y mayores, de las cuales se tomaron acciones de: bacheo superficial y profundo, sellado de grietas superficiales y profundas, fresado, microfresado y reposición de carpeta. Para precisar las opciones de mantenimiento se realizó una evaluación inicial de las causas posibles que originan las fallas en el pavimento flexible.

RECOMENDACIONES

- En la región de Huánuco tramo Ambo - San Rafael se deberá prestar la importancia debida al mantenimiento de vías, el tramo estudiado corresponde a la carretera central que conecta e integra a las regiones, siendo esta vía de importancia.
- Se recomienda tomar acciones en la infraestructura vial, puesto que el tramo estudiado carece de drenes, muros de contención, alcantarillas, señales verticales y horizontales y badenes que están en mal estado que requieren atención de inmediata para el buen funcionamiento de la vía.
- El tiempo de servicio del pavimento dependerá de la calidad de materiales que se utilicen en las capas del pavimento y del adecuado proceso constructivo, por tales motivos es recomendable llevar a cabo esos dos factores para no generar incomodidad ni inseguridad a los usuarios que transitan por la vía.
- Se recomienda que las entidades responsables supervisen los procedimientos constructivos, puesto que en las carreteras se encuentran diversos defectos superficiales prematuras, con el único objetivo de que los defectos no se desarrollen ni se extiendan progresivamente.
- Se recomienda cumplir con los periodos de mantenimiento vial estipulados por la normativa, el cual consiste en el monitoreo de las fallas que van apareciendo en el transcurso del tramo, aplicar el mantenimiento preventivo para que no esas fallas a nivel superficial no se formen fallas a nivel estructural ni perjudiquen la condición efectiva de la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altamirano Kauffmann, L. (2007). *Deterioro de pavimentos rigidos* . Nicaragua.
- Andrade Valle , A. I. (2018). *Mejora de la gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos en la ciudad de valencia a traves de la predicción de su deterioro*. Valencia - España.
- Becerra Salas, M. (2012). *Topicos de pavimento de concreto*. Lima.
- Booz , A., & Barriga Dall`Orto, W. S. (1999). *Manual de identificación, clasificación y tratamientos de fallas en pavimentos urbanos*. Lima - Callao.
- Booz et al. (1999).
- Coronado. (2002). *Pavimentos*. Lima.
- Coronado Ituride, J. (2002). *Manual Centro Americano Para Diseño de Pavimentos*. Guatemala.
- Correa Vásquez, M. A., & Del Carpio Molero, L. G. (2019). *Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón los incas de piura*. Piura - Perú.
- Corros, e. a. (2009).
- Corros, M., Urbaez, E., & Corredor, G. (2009). *Manual de Evaluacion De Pavimentos*. Venezuela.
- Corros, M., Urbáez, E., & Corredor, G. (2009). *Manual de evaluación de pavimentos* . Venezuela.
- Cotrina Justo, L. W. (2020). *Aplicación Del Método Pavement Condition Index (pci) Para Evaluar Pavimentos Flexibles en la Progresiva 46+600, yanahuanca - cerro de pasco 2019*. Huánuco - Perú.
- Delgado Fernandez , K. B., & Morales Guivin , L. (2020). *Condición superficial del pavimento flexible con la metodologia vizir y pci de la carretera*

vecinal tramo km 00+00 al km 05+00 de los distritos de la victoria y monsefú, ubicado en la provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque. Lima - Perú.

Guitierrez Toledo, F. (2006). *Manual Para La Inspeccion Visual De Pavimento Rigido*. Bogota.

Humpiri Pineda, k. (2015). *Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vias en la region puno*. Juliaca - Perú.

IBCH. (2000). *Diseño de pavimentos (AASHTO)*. Bolivia.

ICG. (s.f.). *Diseño en concreto armado*.

Ing. Augusto Jugo, & Ing. Gonzales Morgado, D. (2018). *Metodologias de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo transito* . Santiago de chile.

Ing. Augusto Jugo, B. (s.f.). *Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles* .

M. GhouseAliKhanH, Javeed, Mirza Azeem Baig, & M. M. Malik. (2017). *“Failures in Flexible Pavements and Remedial Measures”*.

Menendez, J. (2003). *Mantenimiento Rutinario De Caminos Con Microempresas*. Lima.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Ministerio de Transporte y Comunicaciones*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras conservacion vial*. Perú.

Monsalve Escobar, L. M., Giraldo Vasquez, L. C., & Maya Gaviria, J. (s.f.). *Diseño de pavimentos flexibles y rígidos*.

Montejo. (2022).

Montejo Fonseca, A. (2001). *Ingenieria de pavimentos*. Colombia.

MTC. (2013). *Manual de carreteras, suelo geología, geotecnia y pavimentos* . Perú.

Pallasco Catota, J. L. (2018). *Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsachilas*. Quito - Ecuador.

Rattia, J. (2014). *Definición y característica de los pavimentos flexibles*.

Rosales Miranda, L. E. (s.f.). *Manual para el sellado de grietas en pavimentos asfálticos*.

Toledo Paredes, D. I., & Llaiqui Chambi, E. A. (2020). *"Evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método PCI y propuesta de mejoramiento de la infraestructura vial en la av. Industrial en el tramo de la av. Gustavo Pinto y av. Jorge Basadre Grohmann - Tacna, 2019"*. Tacna - Perú.

Trujillo Campo, F. N. (2018). *Evaluación técnica económica entre el pavimento flexible y rígido, para mejorar la transitabilidad en el tramo de la carretera Unguymaran - Las Pampas - Tomayquichua - Ambo*. Huánuco - Perú.

UNI. (2009).

Vara Horna, A. (2010). *7 pasos para una tesis exitosa*.

Vásquez. (2022).

Vivar, G. (1995). *Diseño y construcción de pavimentos*. 2da edición. Perú.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Condezo Malpartida, N. (2023). *Estudio superficial del pavimento flexible para el mantenimiento de vías en la Región Huánuco tramo Ambo - San Rafael 25.4 km, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

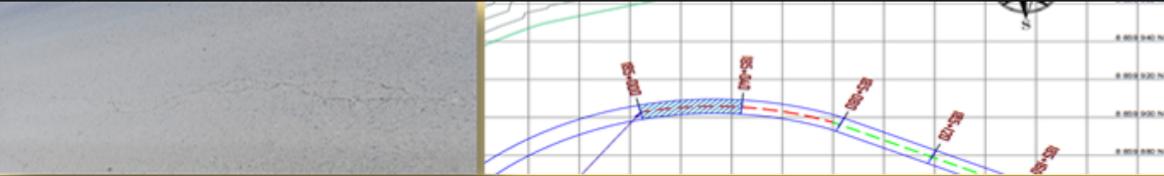
“ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	MARCO TEORICO	METODOLOGIA
¿Cómo el estudio superficial de pavimentos flexibles influye en el mantenimiento de vías en la región Huánuco tramo Ambo – San Rafael 2019?	Determinar como el estudio superficial del pavimento flexible influye en el mantenimiento de vías en la región Huánuco tramo Ambo - San Rafael 2019.	<u>H.I</u> La propuesta de mantenimiento a partir del estudio superficial de pavimentos flexibles reducirá la	<u>V.</u> INDEPENDIE <u>NTE</u> Estudio superficial del pavimento flexible. <u>V.</u> DEPENDIEN <u>TE</u>	Crecimiento absoluto del parque automotriz en la zona. Fallas superficiales en el pavimento flexible como, fisuras, baches, piel	Norma ASTM D6433-07 PCI Identifica ción de fallas en paviment os y técnicas de	Método: Descriptivo. Población: Tramo Ambo – San Rafael 25.4 km. Muestra: Secciones de la vía. Diseño: De investigación de campo.
<u>PROBLEMAS ESPECIFICOS</u> ¿Cuáles son los tipos, causas y	<u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u> Determinar los tipos, causas y nivel de deterioro que	problemática de las fallas superficiales del tramo Ambo -	Mantenimient o de vías en la región			

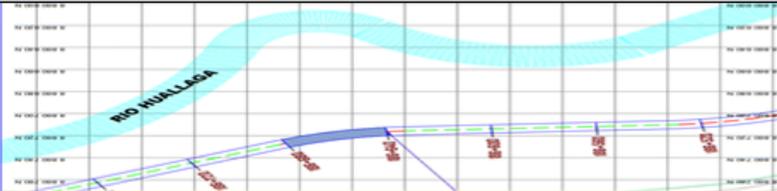
nivel de deterioro en el estudio superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías? ¿Cómo el mantenimiento constante evitara fallas en el pavimento flexible? ¿Qué métodos de mantenimiento es el más adecuado para la vía tramo Ambo San Rafael 2019?	contribuyen al desgaste de los pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías. Determinar como el mantenimiento constante evitara fallas en el pavimento flexible. Proponer métodos de mantenimientos que más se adecuen a la situación de la vía del tramo Ambo San Rafael 2019.	San Rafael 25.4 km 2019. H.O La propuesta de mantenimiento a partir del estudio superficial de pavimentos flexibles no reducirá la problemática de las fallas superficiales de la vía del tramo Ambo - San Rafael 25.4 km 2019.	Huánuco, tramo Ambo - san Rafael 25.4 km 2019.	de cocodrilo, etc. Vida útil del pavimento flexible. Insuficiencia de mantenimient o de vías.	reparación (1990). Sistema de evaluación del pavimento flexible. Manual para el mantenimi ento de vías asfálticas.	Diseño muestral: No probabilístico Diseño de investigación: No experimental de tipo transversal. Técnicas: Observación de campo Instrumentos: Planilla de evaluación de pavimento flexible
--	---	--	--	---	--	---

ANEXO 02. FICHAS DE EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

UNIDAD DE MUESTRA 01: Evaluación PCI progresiva km 185 + 000 al km 185+040

EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)				Unidad Muestral		1	Progresiva	km 185+000	km 185+040		
Fecha: 09/07/2020				Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)			
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida						7,5	40	300			
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de via ferrea	m ²	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²	SEVERIDAD					
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²	BAJO (L)					
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²	MEDIO (M)					
10	Grietas longitudinal y transversal	m				ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
10		Cantidad	severidad								
		8,3	L								
Total baja (L)		8,30									
Total media (M)		0,00									
Total alta (H)		0,00									
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCION	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
10	L	8,30	2,77	24	1	24			24	2	27
										MAX. VDC	27
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI= 100- MAX. VDC						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					PCI = 73						
					BUENO						

UNIDAD DE MUESTRA 02: Evaluación PCI progresiva km 186+640 – km 186+680

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral	2	Progresiva	km 186+640	km 186+680		
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad	Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)			
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida						7,5	40	300			
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m ²	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m ²	15	Ahuelamiento	m ²	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²	SEVERIDAD					
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²	BAJO (L)					
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²	MEDIO (M)					
10	Grietas longitudinales y transversales	m				ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	12		17								
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad							
	15	M	6	L							
Total baja (L)	6,00		0,00								
Total media (M)	0,00		15,00								
Total alta (H)	0,00		0,00								
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
12	M	15,00	5,00	4	1	4	30		34	2	9
17	L	6,00	2,00	30	2	4	2		6	1	49
										MAX. VDC	49
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI = 100 - MAX. VDC						
					PCI = 51						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					REGULAR						

UNIDAD DE MUESTRA 03: Evaluación PCI progresiva km 188+280 – km 188+320

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		3	Progresiva	km 188+280	km 188+320	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m2)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m2	11	Parqueo	m2	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m2	12	Pulimento de agregados	m2	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m2	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m2	15	Ahuellamiento	m2	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m2	16	Desplazamiento	m2	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m2						
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m2						
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m2						
10	Grietas longitudinal y transversal	m									
						SEVERIDAD					
						BAJO (L)					
						MEDIO (M)					
						ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	1		13		19						
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad					
	8	H	1	H	10	M					
			0,5	M							
			1	H							
Total baja (L)	0,00		0,00		0,00						
Total media (M)	0,00		0,50		10,00						
Total alta (H)	8,00		2,00		0,00						
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN							
1	H	8,00	2,67	40	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
13	H	2,50	0,83	21	1	40	21	24	85	2	90
19	M	10	3,33	24	2	40	21	2	63	1	83
					3	40	2	2	44		80
										MAX. VDC	90
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI = 100 - MAX. VDC						
					PCI = 10						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					FALLADO						

UNIDAD DE MUESTRA 04: Evaluación PCI progresiva km 189+920 – km 189+960

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)												
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral	4	Progresiva	km 189+920	km 189+960			
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad	Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)				
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida						7,5	40	300				
TIPOS DE FALLA						NIVELES						
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente					
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²	85 - 70	Muy bueno					
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno					
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular					
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía ferrea	m ²	40 - 25	Malo					
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²	25 - 10	Muy malo					
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado					
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica(slippage)	m ²							
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²							
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²							
10	Grietas longitudinal y transversal	m										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
	1		12		13							
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad						
	2,00	H	5,00	L	8,00	H						
	2,20	M										
	1,00	H										
Total baja (L)	0,00		5,00		0,00							
Total media (M)	2,20		0,00		0,00							
Total alta (H)	3,00		0,00		8,00							
CALCULO DEL PCI												
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	H	5,20	1,73	40	NRO					113,5	2	90
12	L	5,00	1,67	0,5	1	40	0,5	73		42,5	1	46
13	H	8	2,67	73	2	40	0,5	2		42	1	32
					3	40	2					
											MAX. VDC	90
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI= 100- MAX. VDC							
					PCI = 10							
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					FALLADO							

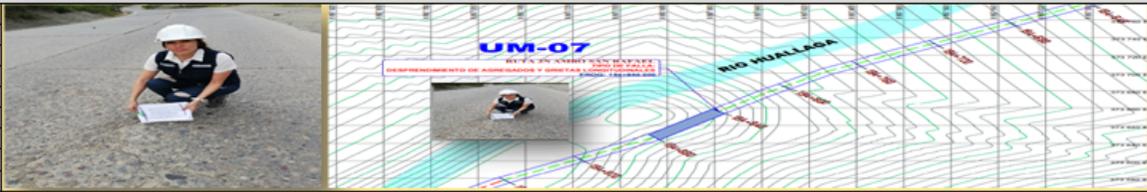
UNIDAD DE MUESTRA 05: Evaluación PCI progresiva km 191+560 – km 191+600

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		5	Progresiva	km 191+560	km 191+600	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m ²	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m ²	15	Ahuelamiento	m ²	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²						
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²						
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²						
10	Grietas longitudinal y transversal	m									
						SEVERIDAD					
						BAJO (L)					
						MEDIO (M)					
						ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		7		13							
		Cantidad	severidad	Cantidad	severidad						
		10	M	0,2	L						
				0,5	M						
Total baja (L)		0,00		0,20							
Total media (M)		10,00		0,50							
Total alta (H)		0,00		0,00							
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN							
7	M	10,00	3,33	13	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
13	L	0,70	0,23	28	1	13	28		41	2	60
					2	13	2		15	1	16
										MAX. VDC	60
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI = 100- MAX. VDC						
					PCI = 40						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					MALO						

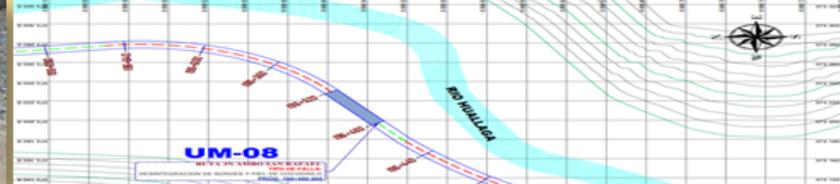
UNIDAD DE MUESTRA 06: Evaluación PCI progresiva km 193+200 – 193+240

EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		6	Progresiva	km 193+200	km 193+240	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m2)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m2	11	Parqueo	m2	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m2	12	Pulimento de agregados	m2	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía ferrea	m2	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m2	15	Ahuelamiento	m2	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m2	16	Desplazamiento	m2	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m2	SEVERIDAD					
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m2	BAJO (L)					
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m2	MEDIO (M)					
10	Grietas longitudinal y transversal	m				ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		8		11							
		Cantidad	severidad	Cantidad	severidad						
		7,50	M	3,00	M						
Total baja (L)		0,00		0,00							
Total media (M)		13,00		3,00							
Total alta (H)		0,00		0,00							
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
8	M	7,50	2,50	11	1	11	19		30	2	59
11	M	3,00	1,00	19	2	11	2		13	1	14
										MAX. VDC	59
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI = 100- MAX. VDC						
					PCI = 41						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					REGULAR						

UNIDAD DE MUESTRA 07: Evaluación PCI progresiva km 194+840 – 194+880

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N) Fecha: 09/07/2020 Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida				Unidad Muestral	7	Progresiva	km 194+840	km 194+880			
				Área de la Unidad	Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)				
					7,5	40	300				
								NIVELES			
								100 - 85	Excelente		
								85 - 70	Muy bueno		
								70 - 55	Bueno		
								55 - 40	Regular		
								40 - 25	Malo		
								25 - 10	Muy malo		
								10 - 0	Fallado		
								SEVERIDAD			
								BAJO (L)			
								MEDIO (M)			
								ALTO (H)			
TIPOS DE FALLA											
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad						
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²						
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²						
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und						
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía ferrea	m ²						
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²						
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²						
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica(slippage)	m ²						
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²						
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²						
10	Grietas longitudinal y transversal	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		10		19							
		Cantidad	severidad	Cantidad	severidad						
		10,00	L	38,00	H						
Total baja (L)		10,00		0,00							
Total media (M)		0,00		0,00							
Total alta (H)		0,00		38,00							
											
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN							
10	L	10,00	3,33	20							
19	H	38,00	12,67	62							
					NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
					1	20	62		82	2	85
					2	20	2		22	1	26
										MAX. VDC	85
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI= 100- MAX. VDC						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					PCI = 15						
					MUY MALO						

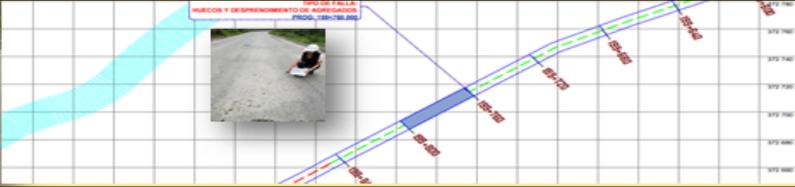
UNIDAD DE MUESTRA 08: Evaluación PCI progresiva km 196+480 – km 196+520

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3 N)					Unidad Muestral		8	Progresiva	km 196+480	km 196+520	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m ²	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²	SEVERIDAD					
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²	BAJO (L)					
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²	MEDIO (M)					
10	Grietas longitudinal y transversal	m				ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	1		7								
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad							
	3,40	M	9,00	H							
Total baja (L)	0,00		0,00								
Total media (M)	3,40		0,00								
Total alta (H)	0,00		9,00								
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	M	3,40	1,13	33	1	33	12	2	47	2	90
7	H	9,00	3,00	12	2	33	2		35	2	81
										MAX. VDC	90
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI = 100 - MAX. VDC						
					PCI = 10						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					FALLADO						

UNIDAD DE MUESTRA 09: Evaluación PCI progresiva km 198+120 – km 198+160

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		9	Progresiva	km 198+120	km 198+160	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m ²	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²	SEVERIDAD					
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²	BAJO (L)					
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²	MEDIO (M)					
10	Grietas longitudinal y transversal	m				ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	1		13								
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad							
	10,00	H	1,00	H							
Total baja (L)	0,00		0,00								
Total media (M)	0,00		0,00								
Total alta (H)	10,00		1,00								
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	H	10,00	3,33	34	1	34	28		62	2	78
13	H	1,00	0,33	28	2	49	2		51	1	51
										MAX. VDC	78
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI= 100- MAX. VDC						
					PCI = 22						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					MUY MALO						

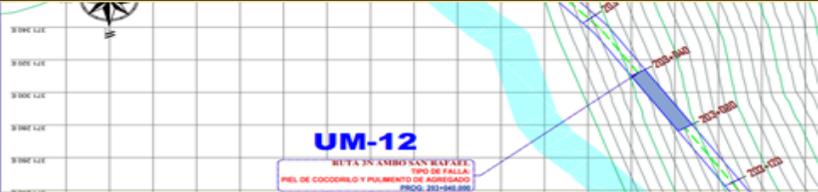
UNIDAD DE MUESTRA 10: Evaluación PCI progresiva km 199+760 – km 199+800

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		10	Progresiva	km 199+760	km 199+800	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía ferrea	m ²	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²						
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²						
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²						
10	Grietas longitudinal y transversal	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	19		13								
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad							
	35	M	0,5	L							
			0,2	L							
			0,3	L							
Total baja (L)	35,00		1,00								
Total media (M)	0,00		0,00								
Total alta (H)	0,00		0,00								
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
19	L	35,00	11,67	60	1	60	30		90	2	83
13	L	1,00	0,33	30	2	60	2		62	1	59
										MAX. VDC	83
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI = 100 - MAX. VDC						
					PCI = 17						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					MUY MALO						

UNIDAD DE MUESTRA 11: Evaluación PCI progresiva km 185+000 – km 185+040

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		11	Progresiva	km 185+000	km 185+040	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m2)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m2	11	Parqueo	m2	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m2	12	Pulimento de agregados	m2	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de via ferrea	m2	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m2	15	Ahuellamiento	m2	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m2	16	Desplazamiento	m2	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m2						
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m2						
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m2						
10	Grietas longitudinal y transversal	m									
						SEVERIDAD					
						BAJO (L)					
						MEDIO (M)					
						ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		3		11							
		Cantidad	severidad	Cantidad	severidad						
		7,00	M	9,50	L						
Total baja (L)		0,00		9,50							
Total media (M)		7,00		0,00							
Total alta (H)		0,00		0,00							
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN							
3	M	7,00	2,33	14	VALORES DEDUCIDOS						
11	L	9,50	3,17	30	NRO	1	14	30	VDT	q	VDC
					2	14	2	44	1	45	
								16	1	14	
									MAX. VDC	45	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI = 100 - MAX. VDC						
					PCI = 55						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					REGULAR						

UNIDAD DE MUESTRA 12: Evaluación PCI progresiva km 20+040 – km 203+080

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		12	Progresiva	km 203+040	km 203+080	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía ferrea	m ²	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²		SEVERIDAD				
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²		BAJO (L)				
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²		MEDIO (M)				
10	Grietas longitudinal y transversal	m					ALTO (H)				
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	1		12								
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad							
	24,00	H	12,00	M							
Total baja (L)	0,00		0,00								
Total medla (M)	0,00		12,00								
Total alta (H)	24,00		0,00								
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN							
1	H	24,00	8,00	58	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
12	M	12,00	4,00	0,5	1	58	0,5		58,5	2	65
					2	58	2		60	1	78
										MAX. VDC	78
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI= 100- MAX. VDC						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					PCI = 22						
					MUY MALO						

UNIDAD DE MUESTRA 13: Evaluación PCI progresiva km 204+680 – km 204+720

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral	13	Progresiva	km 204+680	km 204+720		
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad	Ancho (m)	largo (m)	Área (m2)			
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida						7,5	40	300			
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m2	11	Parcheo	m2	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m2	12	Pulimento de agregados	m2	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m2	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m2	15	Ahuellamiento	m2	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m2	16	Desplazamiento	m2	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m2		SEVERIDAD				
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m2		BAJO (L)				
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m2		MEDIO (M)				
10	Grietas longitudinal y transversal	m					ALTO (H)				
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	13		19								
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad							
	2,00	H	15	L							
Total baja (L)	0,00		15,00								
Total media (M)	0,00		0,00								
Total alta (H)	2,00		0,00								
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	VALORES DEDUCIDOS						
13	H	2,00	0,67	35	NRO	1	35	22	VDT	q	VDC
19	L	15,00	5,00	22					57	2	60
						2	35	2	37	1	39
										MAX. VDC	60
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI = 100 - MAX. VDC						
					PCI = 40						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					MALO						

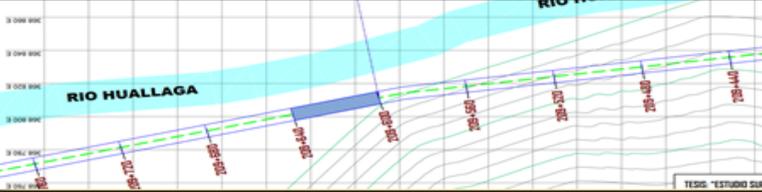
UNIDAD DE MUESTRA 14. Evaluación PCI progresiva km 206+320 – km 206+360

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		14	Progresiva	km 206+320	km 206+360	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA						NIVELES					
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad	100 - 85	Excelente				
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²	85 - 70	Muy bueno				
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²	70 - 55	Bueno				
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und	55 - 40	Regular				
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m ²	40 - 25	Malo				
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²	25 - 10	Muy malo				
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²	10 - 0	Fallado				
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²	SEVERIDAD					
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²	BAJO (L)					
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²	MEDIO (M)					
10	Grietas longitudinal y transversal	m				ALTO (H)					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
		6		1							
		Cantidad	severidad	Cantidad	severidad						
		1,00	L	7	M						
Total baja (L)		1,00		0,00							
Total media (M)		0,00		7,00							
Total alta (H)		0,00		0,00							
CÁLCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN							
6	L	1,00	0,33	15	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	M	7,00	2,33	51	1	15	51		66	2	45
					2	51	2		53	1	41
										MAX. VDC	45
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI= 100- MAX. VDC						
					PCI = 55						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					REGULAR						

UNIDAD DE MUESTRA 15: Evaluación PCI progresiva km 207+960 – km 208+000

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		15	Progresiva	km 207+960	km 208+000	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m2)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA							NIVELES				
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad		100 - 85	Excelente			
1	Piel de cocodrilo	m2	11	Parqueo	m2		85 - 70	Muy bueno			
2	Exudación	m2	12	Pulimento de agregados	m2		70 - 55	Bueno			
3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos	und		55 - 40	Regular			
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m2		40 - 25	Malo			
5	Corrugación	m2	15	Ahuellamiento	m2		25 - 10	Muy malo			
6	Depresión	m2	16	Desplazamiento	m2		10 - 0	Fallado			
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m2		SEVERIDAD				
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m2		BAJO (L)				
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m2		MEDIO (M)				
10	Grietas longitudinal y transversal	m					ALTO (H)				
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	7										
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad							
	2,00	L									
Total baja (L)	2,00		0,00								
Total media (M)	0,00		0,00								
Total alta (H)	0,00		0,00								
											
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
7	H	8,30	2,77	38	1	38	2		40	2	50
										MAX. VDC	50
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI= 100- MAX. VDC						
					PCI = 50						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					REGULAR						

UNIDAD DE MUESTRA 16: Evaluación PCI progresiva km 209+600 – km 209+640

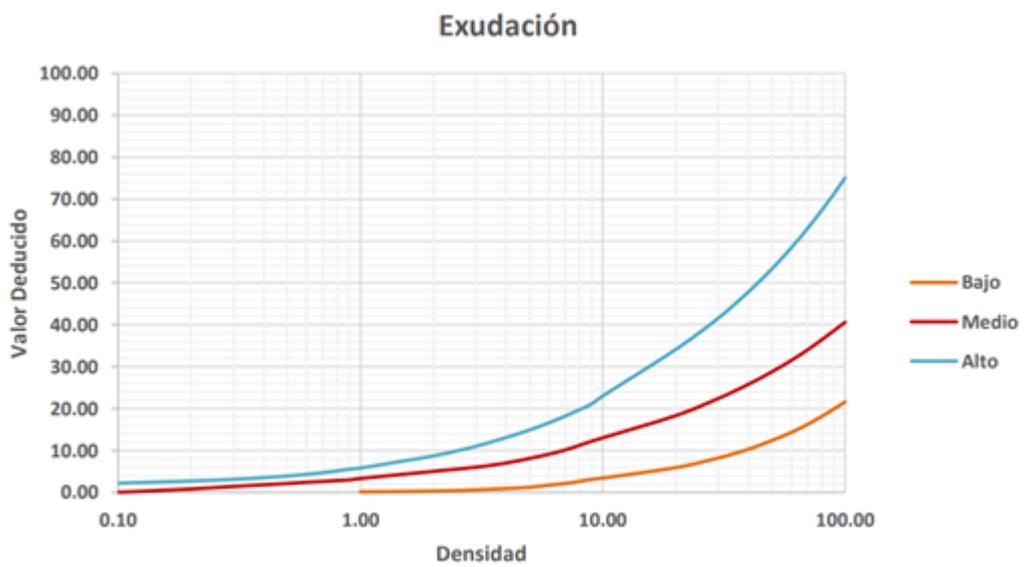
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (ASTM D6433)											
TRAMO: AMBO - SAN RAFAEL, KM 210+400 AL KM 185+000 (Carretera central PE -3N)					Unidad Muestral		16	Progresiva	km 209+600	km 209+640	
Fecha: 09/07/2020					Área de la Unidad		Ancho (m)	largo (m)	Área (m ²)		
Responsable: Nataly Shirley Condezo Malpartida							7,5	40	300		
TIPOS DE FALLA							NIVELES				
N°	DAÑO	Unidad	N°	DAÑO	Unidad		100 - 85	Excelente			
1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²		85 - 70	Muy bueno			
2	Exudación	m ²	12	Pulimento de agregados	m ²		70 - 55	Bueno			
3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos	und		55 - 40	Regular			
4	Abultamiento y hundimientos	m	14	Cruce de vía férrea	m ²		40 - 25	Malo			
5	Corrugación	m ²	15	Ahuellamiento	m ²		25 - 10	Muy malo			
6	Depresión	m ²	16	Desplazamiento	m ²		10 - 0	Fallado			
7	Grieta de borde	m	17	Grieta parabólica (slippage)	m ²			SEVERIDAD			
8	Grieta de reflexión de junta	m	18	Hinchamiento	m ²			BAJO (L)			
9	Desnivel carril sobre berma	m	19	Desprendimiento de agregado	m ²			MEDIO (M)			
10	Grietas longitudinal y transversal	m						ALTO (H)			
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
	10										
	Cantidad	severidad	Cantidad	severidad							
	2,00	L									
Total baja (L)	2,00		0,00								
Total medla (M)	0,00		0,00								
Total alta (H)	0,00		0,00								
											
											
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
10	L	2,00	0,67	1	1	1	2		3	2	15
										MAX. VDC	15
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					PCI= 100- MAX. VDC						
CONDICIÓN DE PAVIMENTO					PCI = 85						
					MUY BUENO						

ANEXO 03. CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMNETOS ASFALTICOS

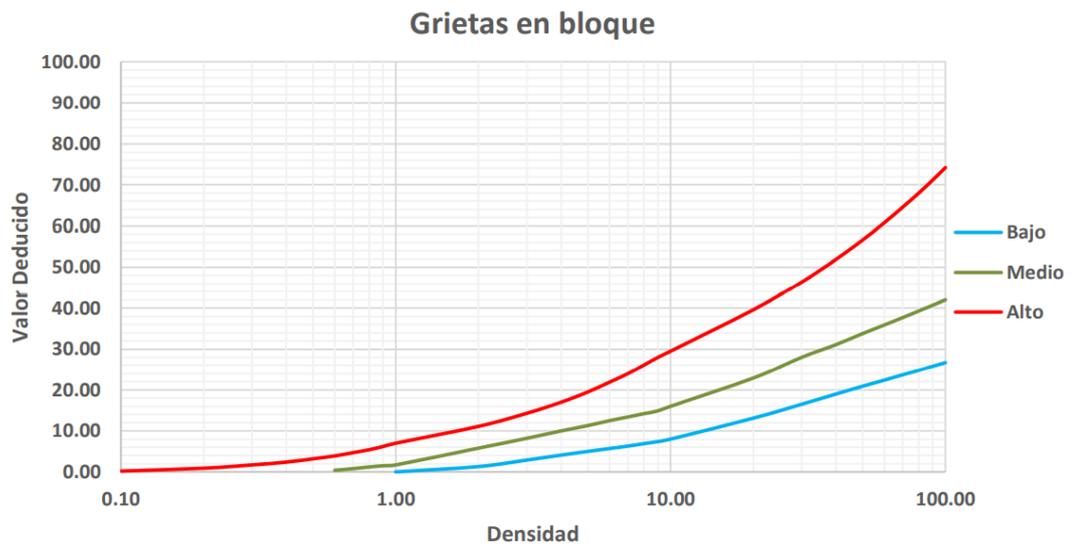
Piel de cocodrilo



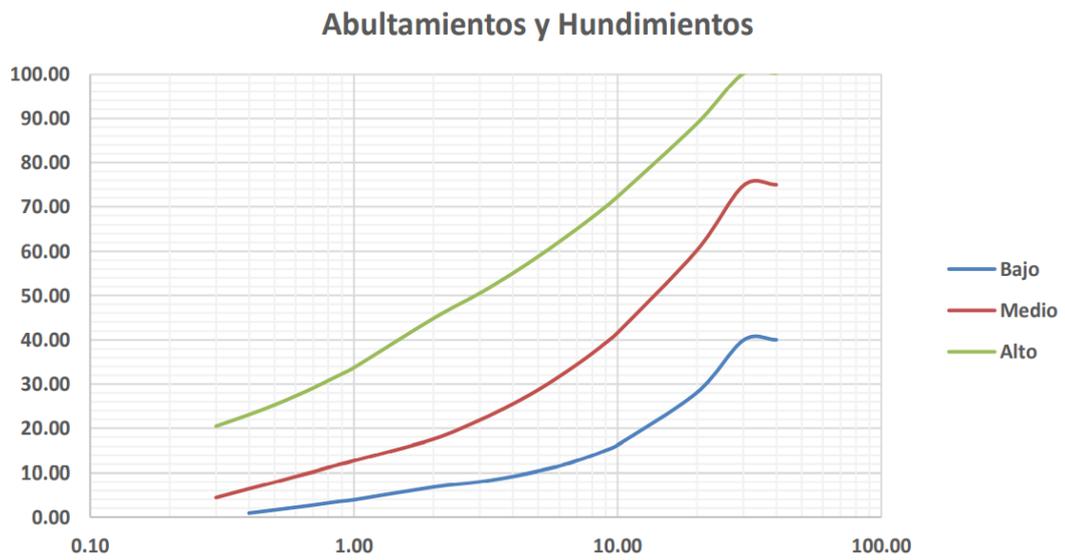
Exudación



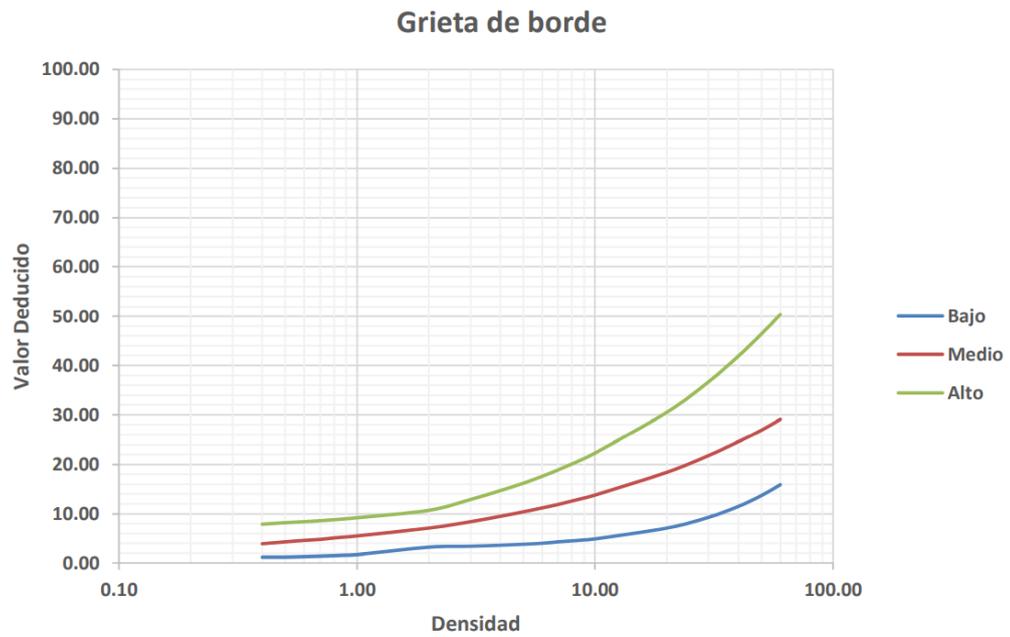
Grietas en bloque



Abultamientos y Hundimientos



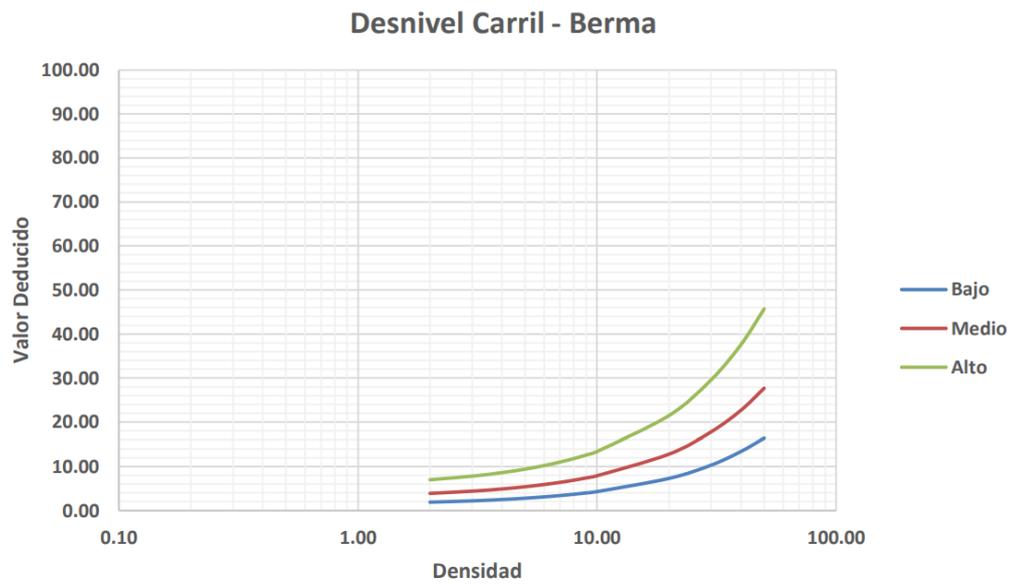
Grietas de borde



Grieta de flexión de junta



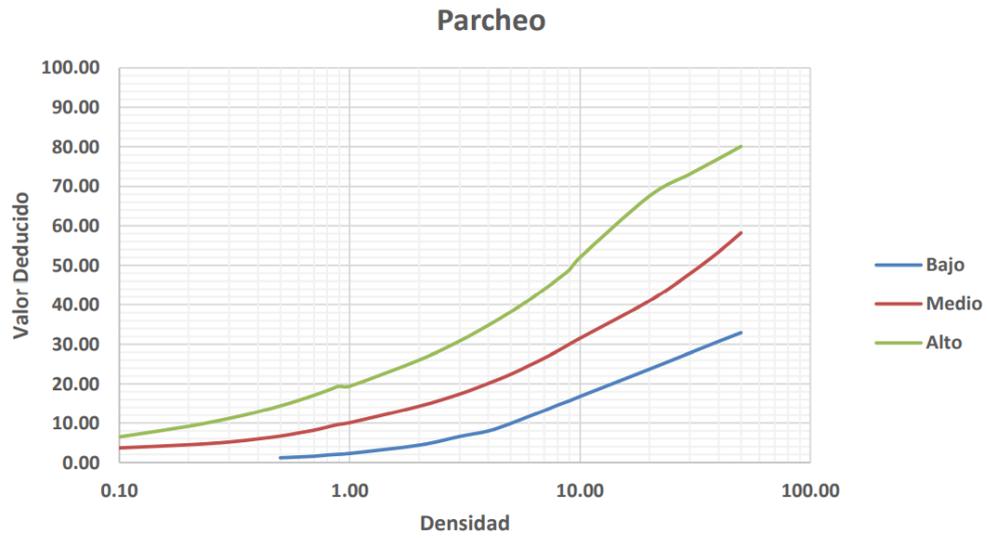
Desnivel Carril - Berma



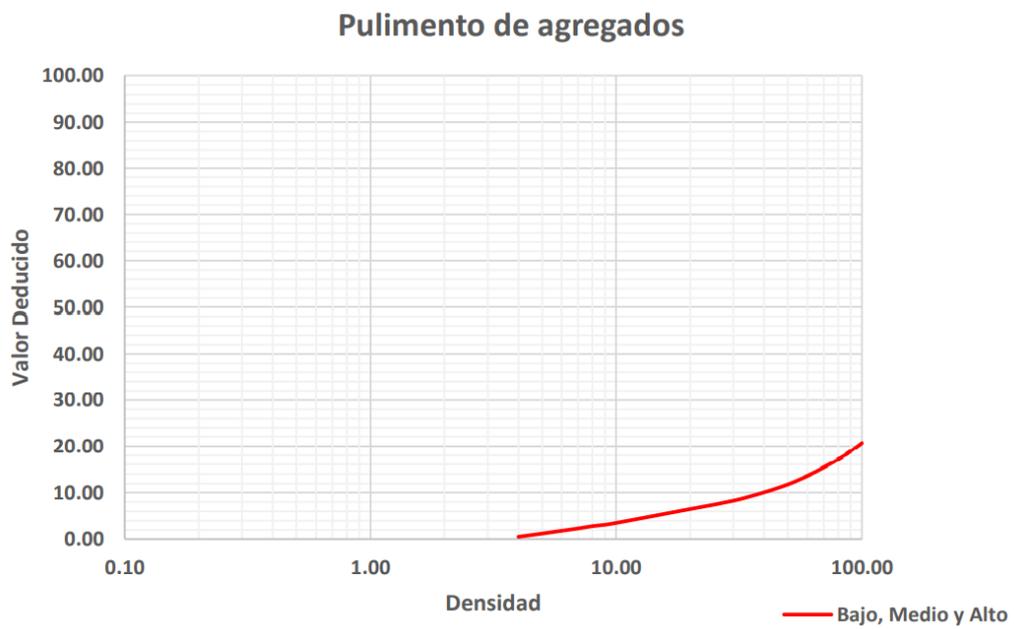
Grietas longitudinales y transversales



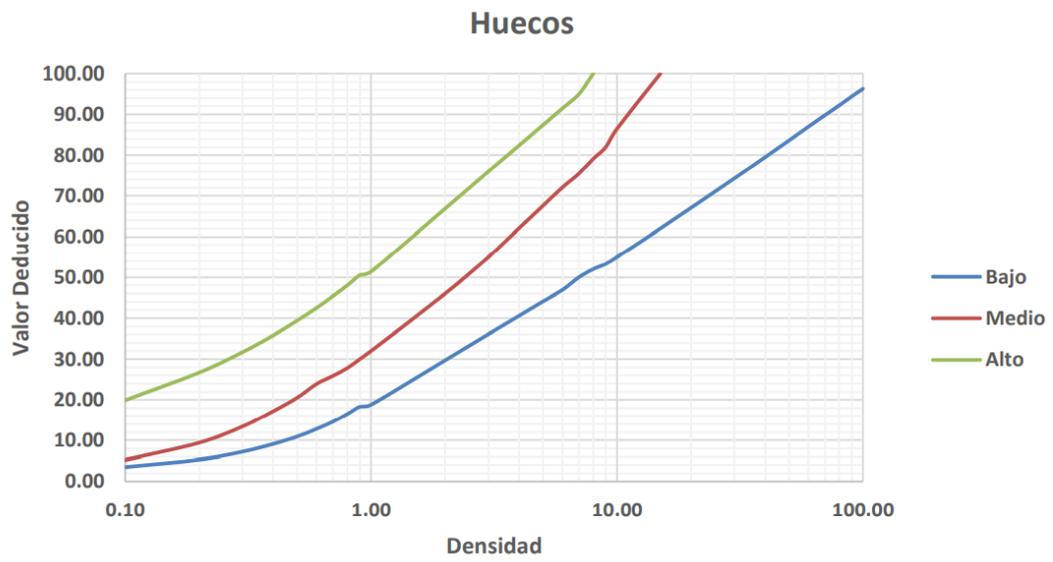
Parqueo



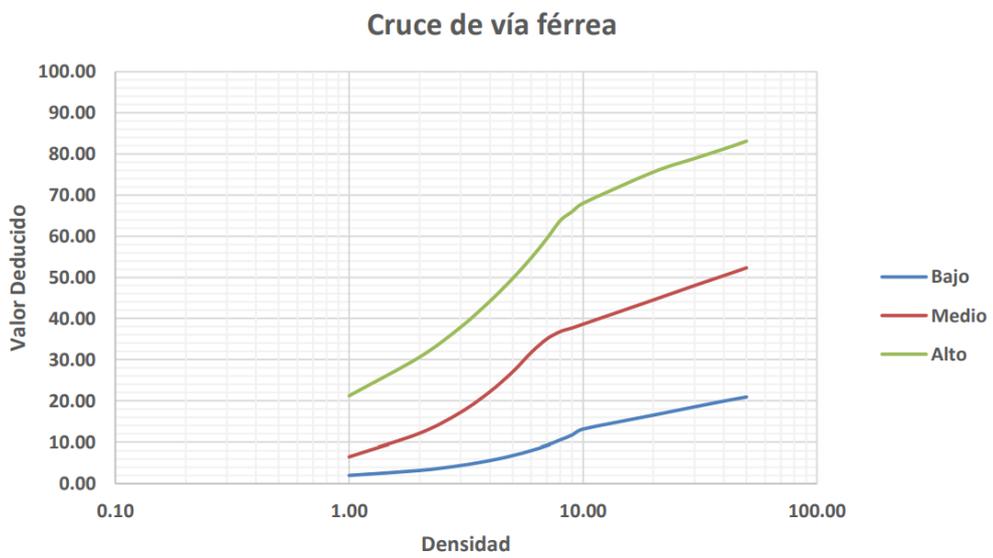
Pulimento de agregados



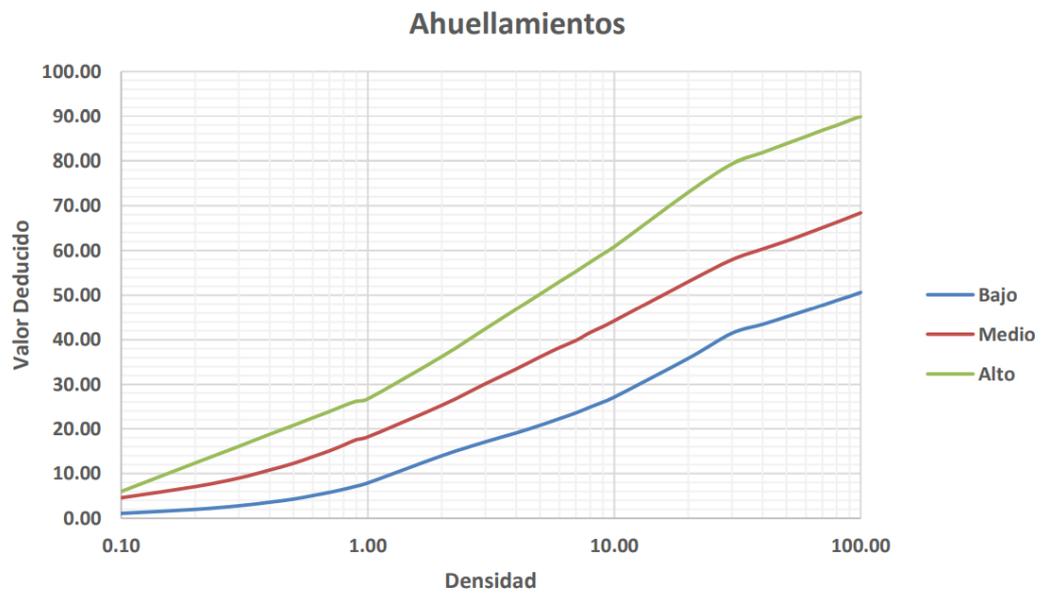
Huecos



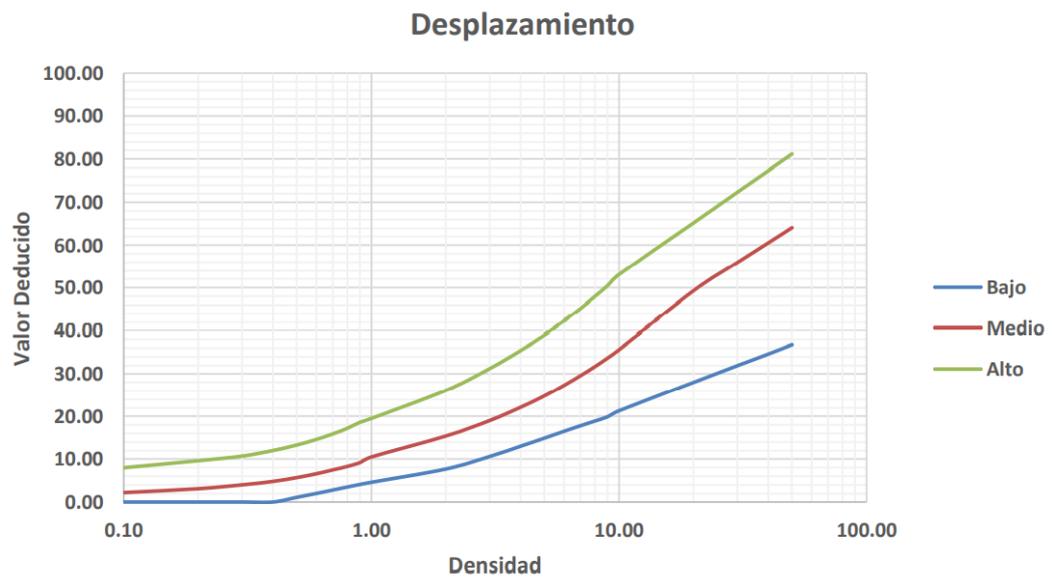
Cruce de vía férrea



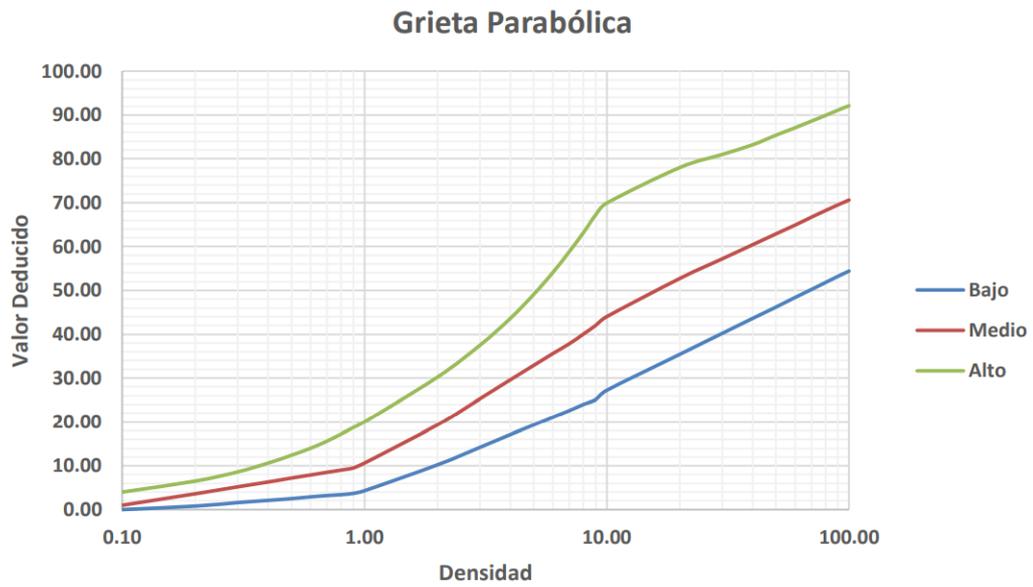
Ahuellamientos



Desplazamiento



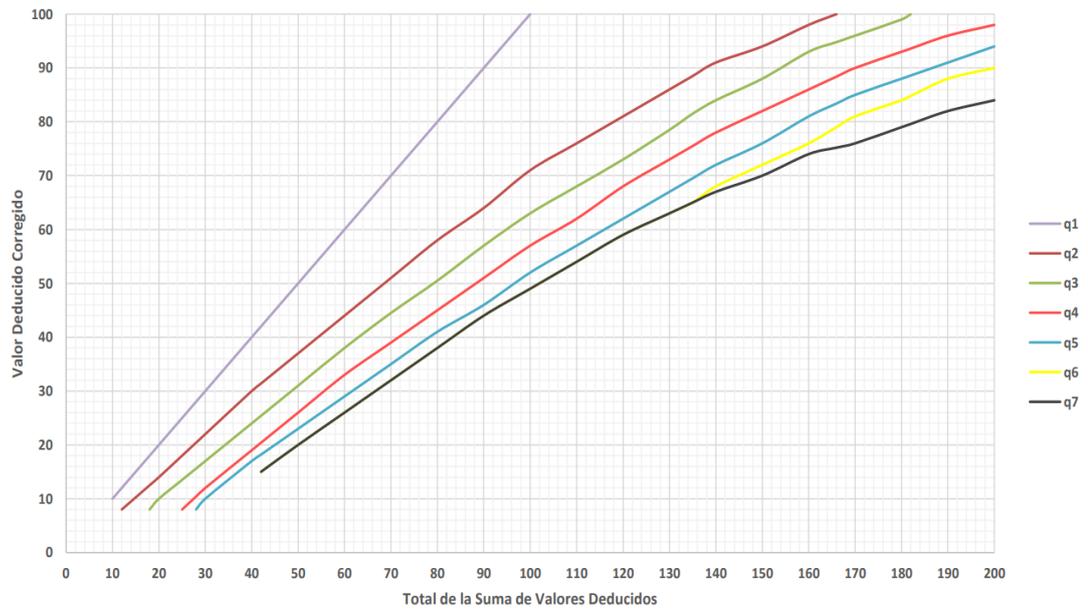
Grieta parabólica



Desprendimiento de agregados



Cuadro de valores deducidos corregidos para pavimentos asfálticos



ANEXO 04. PANEL FOTOGRAFICO

UNIDAD DE MUESTRA 01

Fotografía 1

Fisuras longitudinales, nivel de severidad bajo



Fotografía 2

Fisuras longitudinales, nivel de severidad alto



Fotografía 3

Fisuras longitudinales, nivel de severidad medio



UNIDAD DE MUESTRA 02

Fotografía 4

Fisuras en arco, nivel de severidad bajo



UNIDAD DE MUESTRA 03

Fotografía 5

Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad alto



Fotografía 6

Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad medio



Fotografía 7

Fisuras piel de cocodrilo y huecos, nivel de severidad bajo



Fotografía 8

Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad alto



Fotografía 9

Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad alto



UNIDAD DE MUESTRA 04

Fotografía 10

Huecos o baches, nivel de severidad bajo



Fotografía 11

Huecos o baches, nivel de severidad medio



Fotografía 12

Huecos o baches, nivel de severidad medio



UNIDAD DE MUESTRA 05

Fotografía 13

Fisuras de borde, nivel de severidad medio



UNIDAD DE MUESTRA 06

Fotografía 14

Fisuras por flexión de juntas, nivel de severidad medio



UNIDAD DE MUESTRA 07

Fotografía 15

Perdida de agregados, nivel de severidad alto



Fotografía 16

Perdida de agregados, nivel de severidad alto



UNIDAD DE MUESTRA 08

Fotografía 17

Desintegración de bordes, nivel de severidad alto



Fotografía 18

Desintegración de bordes, nivel de severidad alto



UNIDAD DE MUESTRA 09

Fotografía 19

Fisuras piel de cocodrilo, huecos y perdida de agregado, nivel de severidad alto



Fotografía 20

Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad medio



UNIDAD DE MUESTRA 10

Fotografía 21

Afloramiento de finos, nivel de severidad medio



Fotografía 22

Afloramiento de finos, nivel de severidad bajo



UNIDAD DE MUESTRA 11

Fotografía 23

Fisuras en bloque, nivel de severidad medio



UNIDAD DE MUESTRA 12

Fotografía 24

Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad bajo



Fotografía 25

Fisuras piel de cocodrilo, nivel de severidad medio



UNIDAD DE MUESTRA 13

Fotografía 26

Hueco o bache, nivel de severidad medio



UNIDAD DE MUESTRA 14

Fotografía 27

Hundimiento, nivel de severidad bajo



UNIDAD DE MUESTRA 15

Fotografía 28

Fisura en borde, nivel de severidad medio



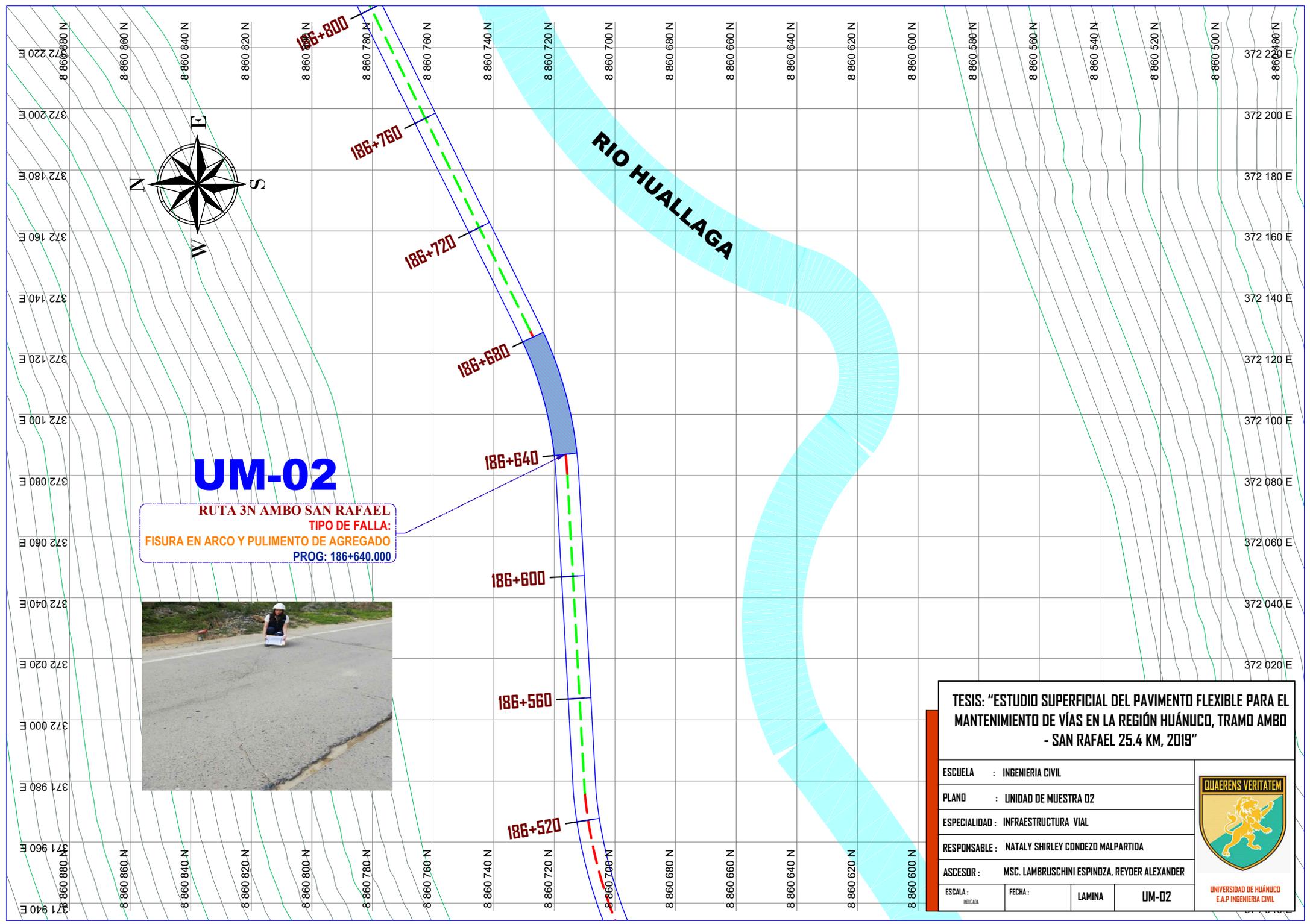
UNIDAD DE MUESTRA 16

Fotografía 29

Fisuras transversales, nivel de severidad bajo



PLANOS



UM-02

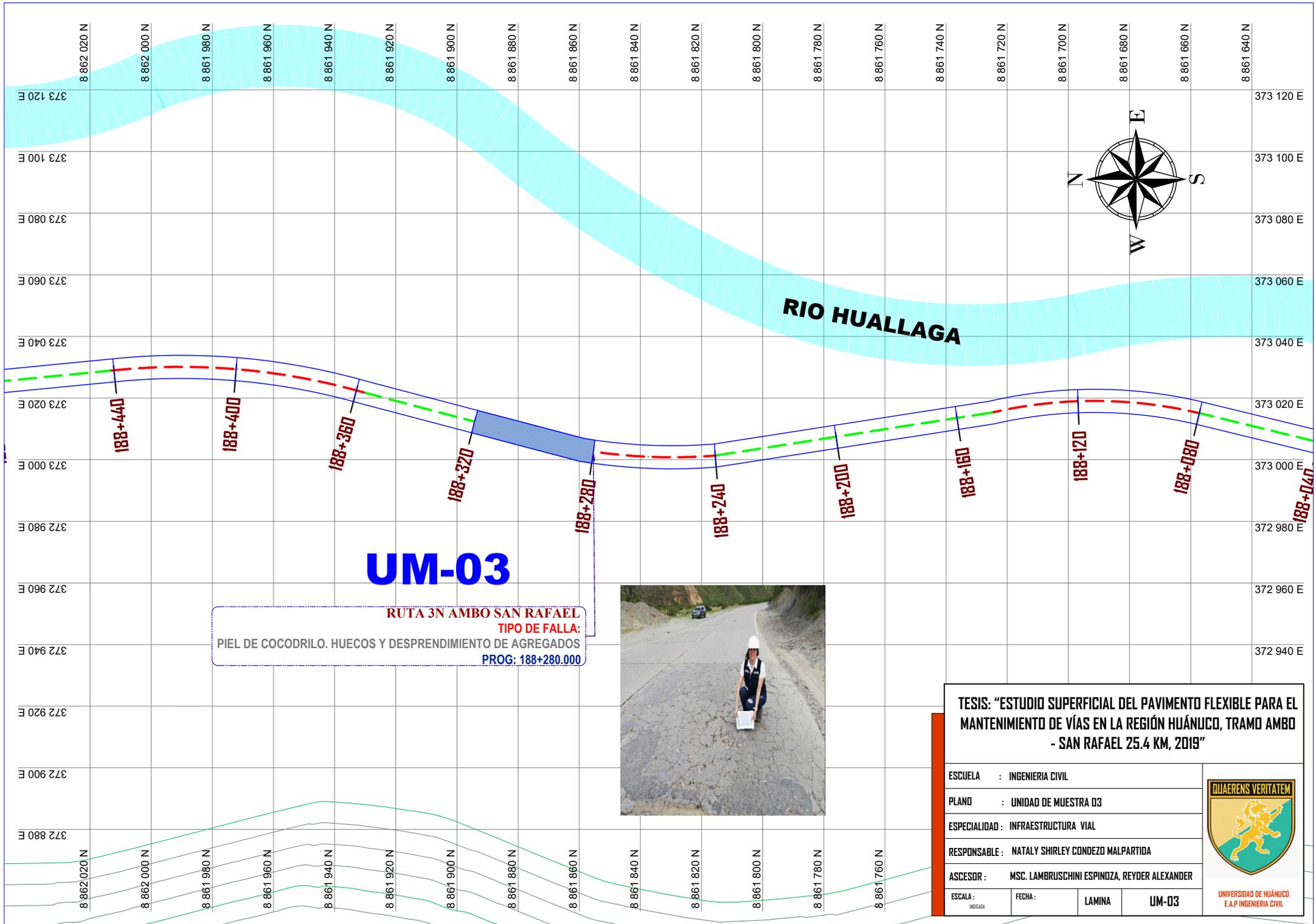
RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
FISURA EN ARCO Y PULIMENTO DE AGREGADO
PROG: 186+640.000



TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 02		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA	UM-02

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
E.A.P. INGENIERIA CIVIL



UM-03

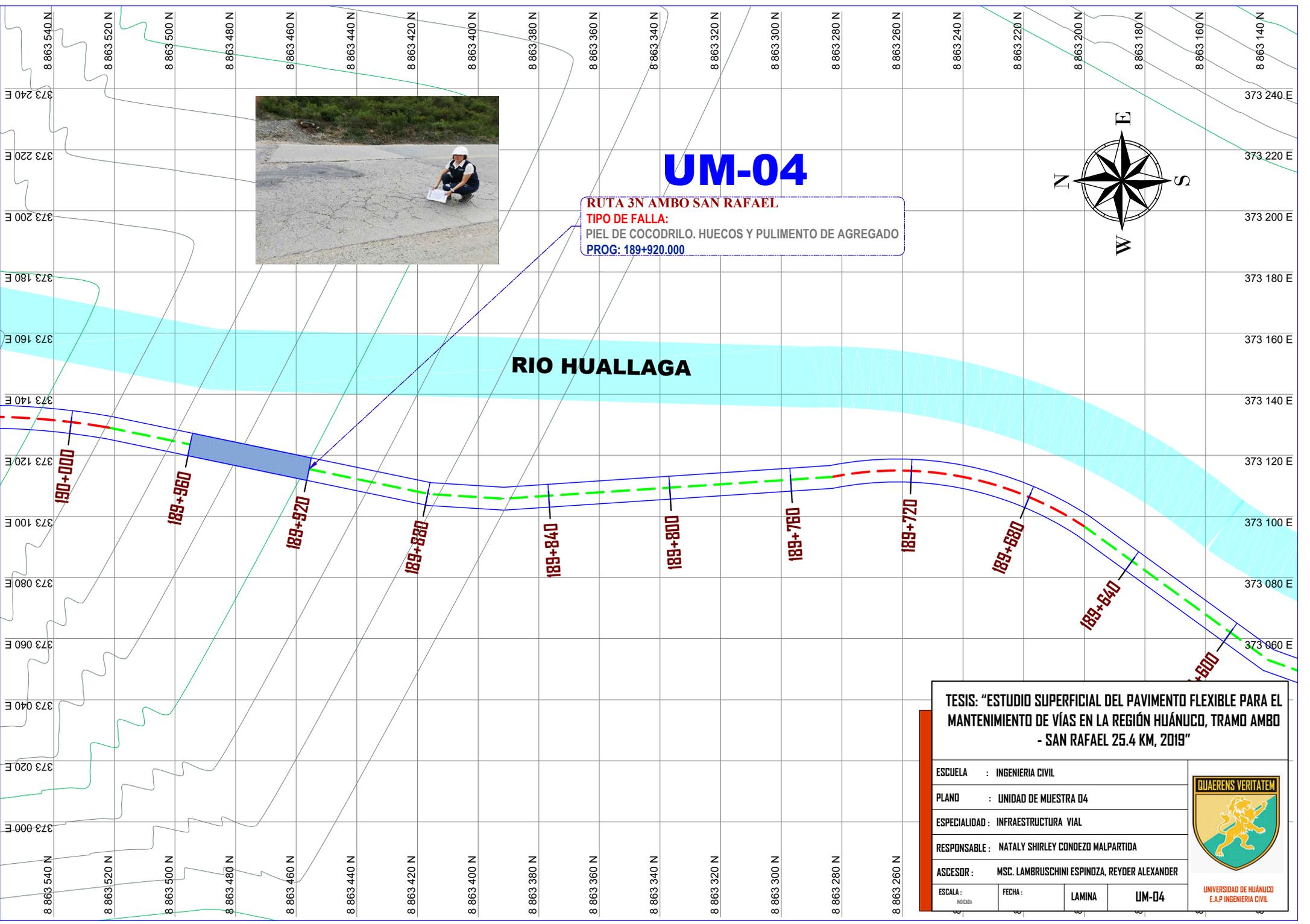
RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
 PIEL DE COCODRILLO. HUECOS Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS
 PROG: 188+280.000



TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 03		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	LAMINA
			UM-03

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
E.A.P INGENIERIA CIVIL



UM-04

RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
 PIEL DE COCODRILO. HUECOS Y PULIMENTO DE AGREGADO
PROG: 189+920.000

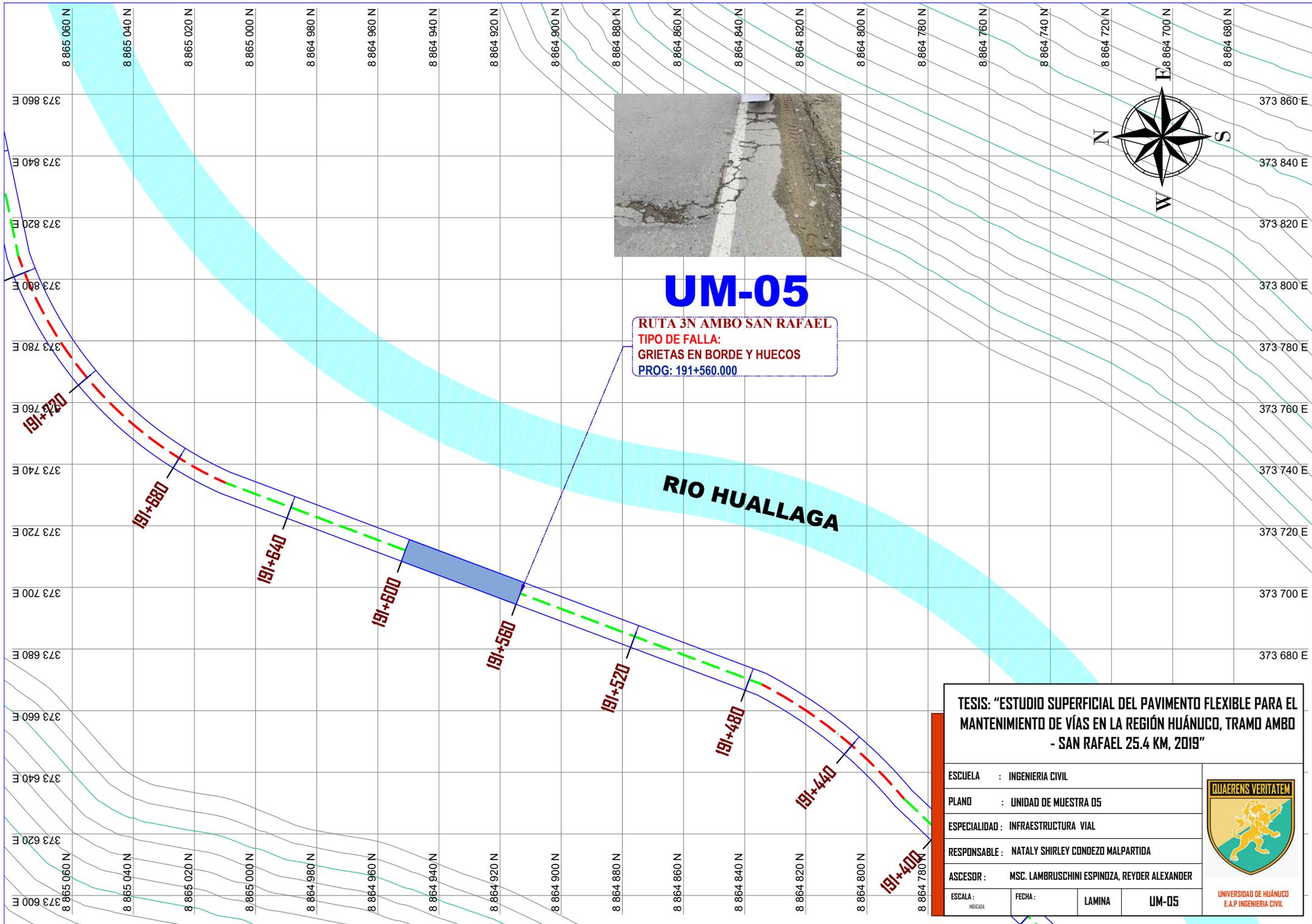
RIO HUALLAGA

190+000
 189+960
 189+920
 189+880
 189+840
 189+800
 189+760
 189+720
 189+680
 189+640
 189+600

TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

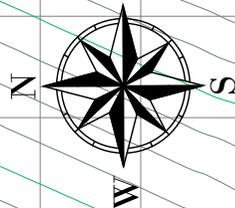
ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 04		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA :	FECHA :	LAMINA	UM-04

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
E.A.P. INGENIERIA CIVIL



UM-05

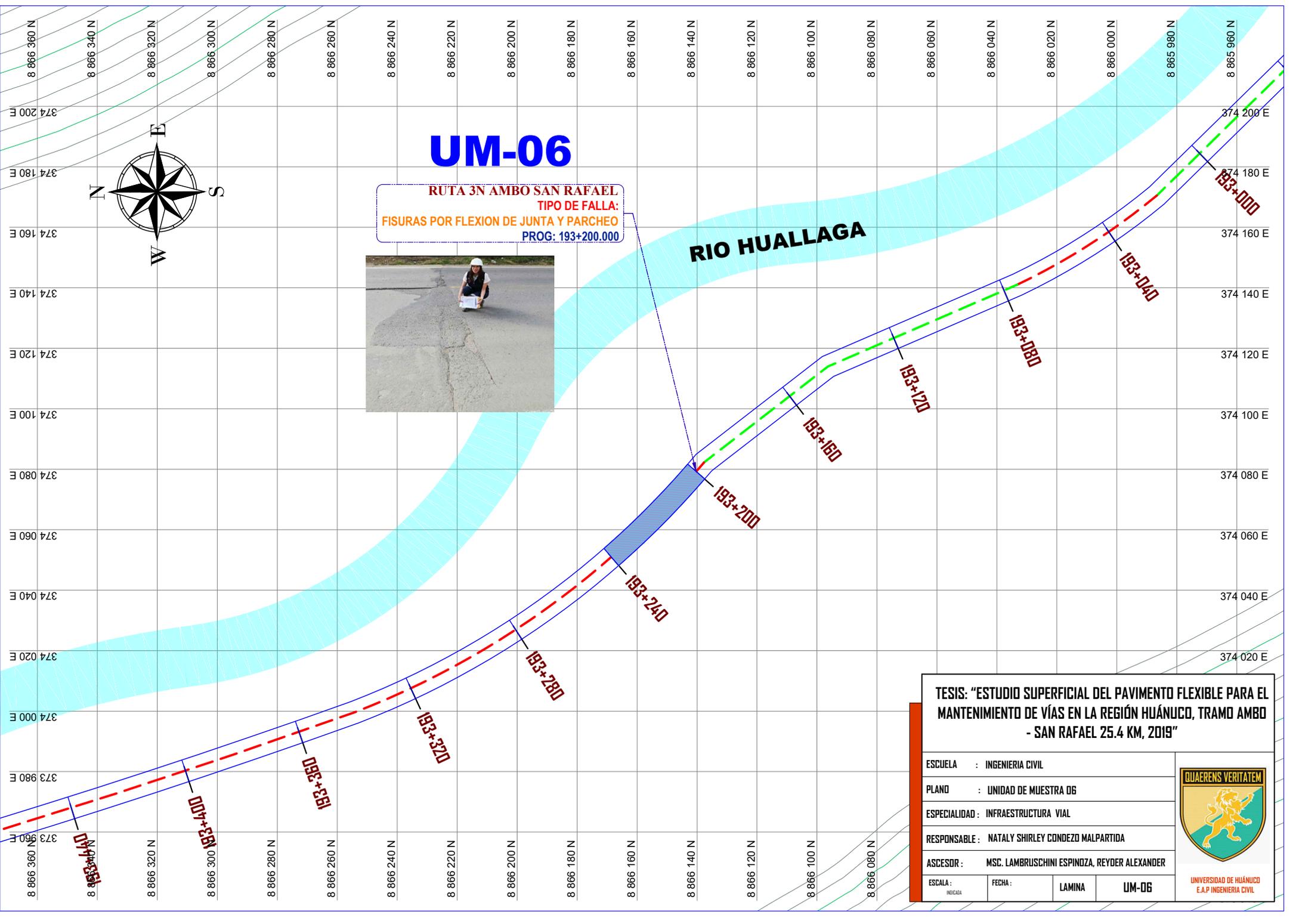
RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
GRIETAS EN BORDE Y HUECOS
PROG: 191+560.000



RIO HUALLAGA

TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 05		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA	FECHA:	LAMINA	UM-05
INDICADA			



UM-06

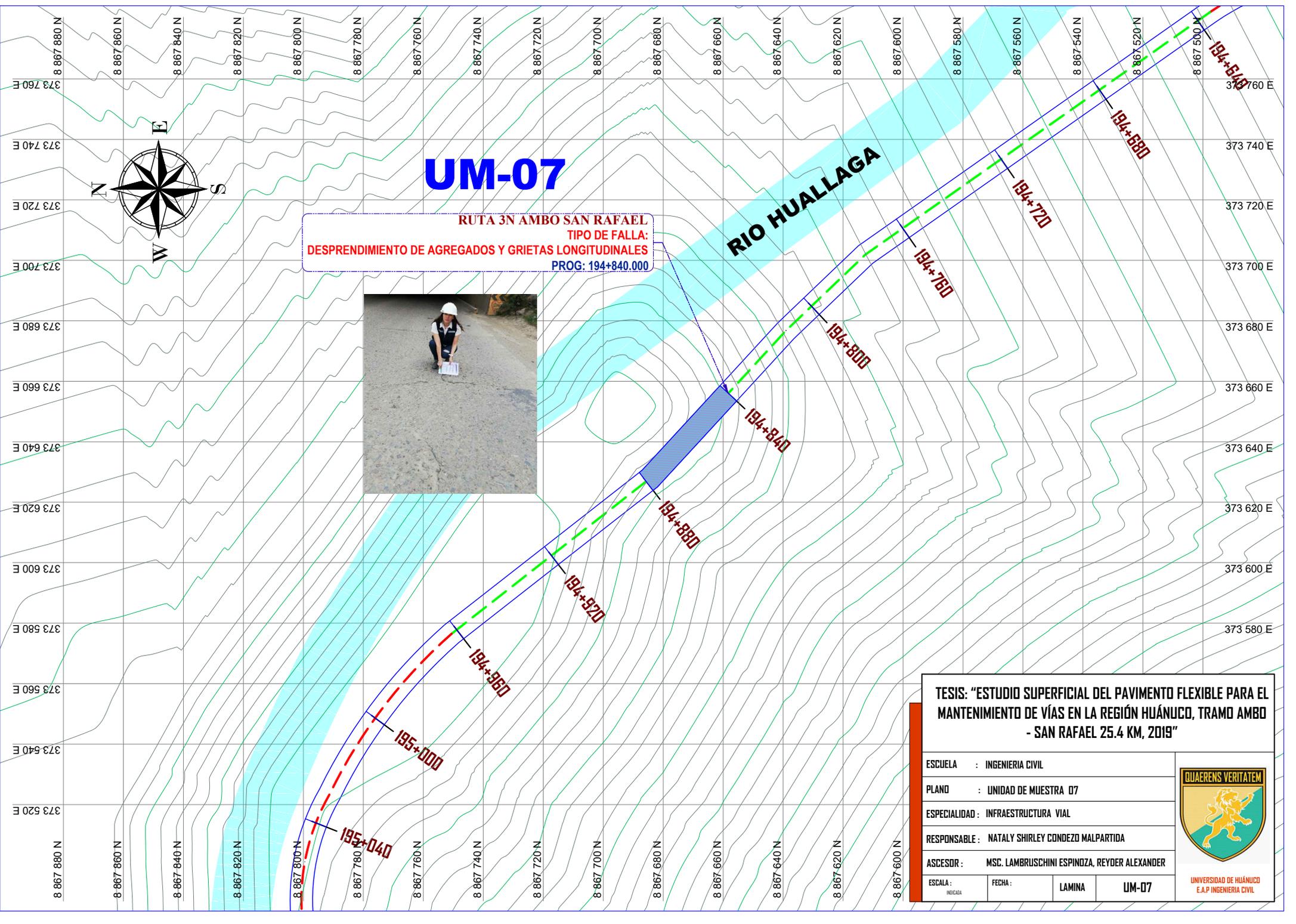
RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
FISURAS POR FLEXION DE JUNTA Y PARCHEO
PROG: 193+200.000



TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 06		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	LAMINA
			UM-06

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
E.A.P INGENIERIA CIVIL



UM-07

RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS Y GRIETAS LONGITUDINALES
PROG: 194+840.000

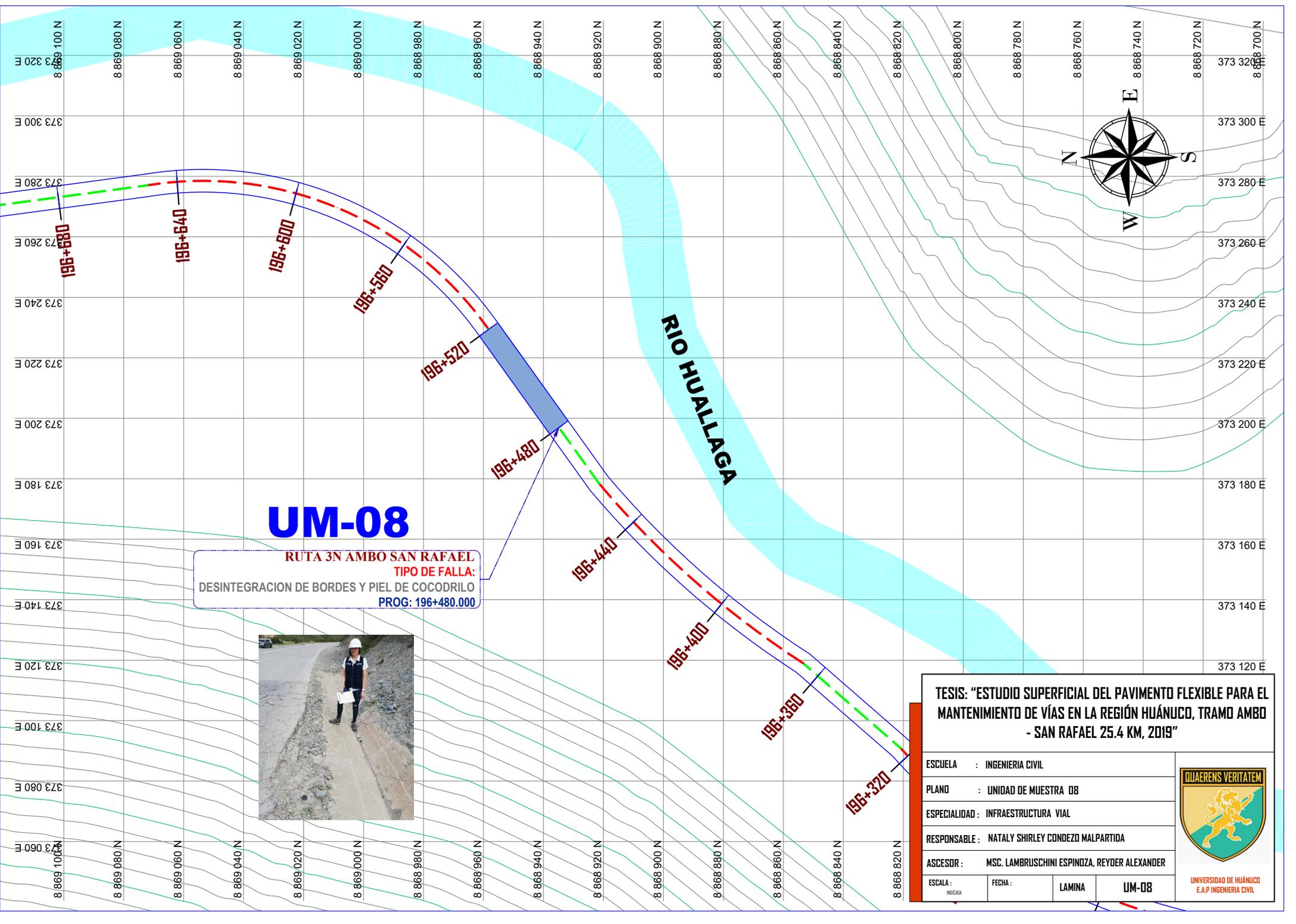


RIO HUALLAGA

TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"			
ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 07		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA	UM-07
<small>INDICADA</small>			



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
E.A.P. INGENIERIA CIVIL



UM-08

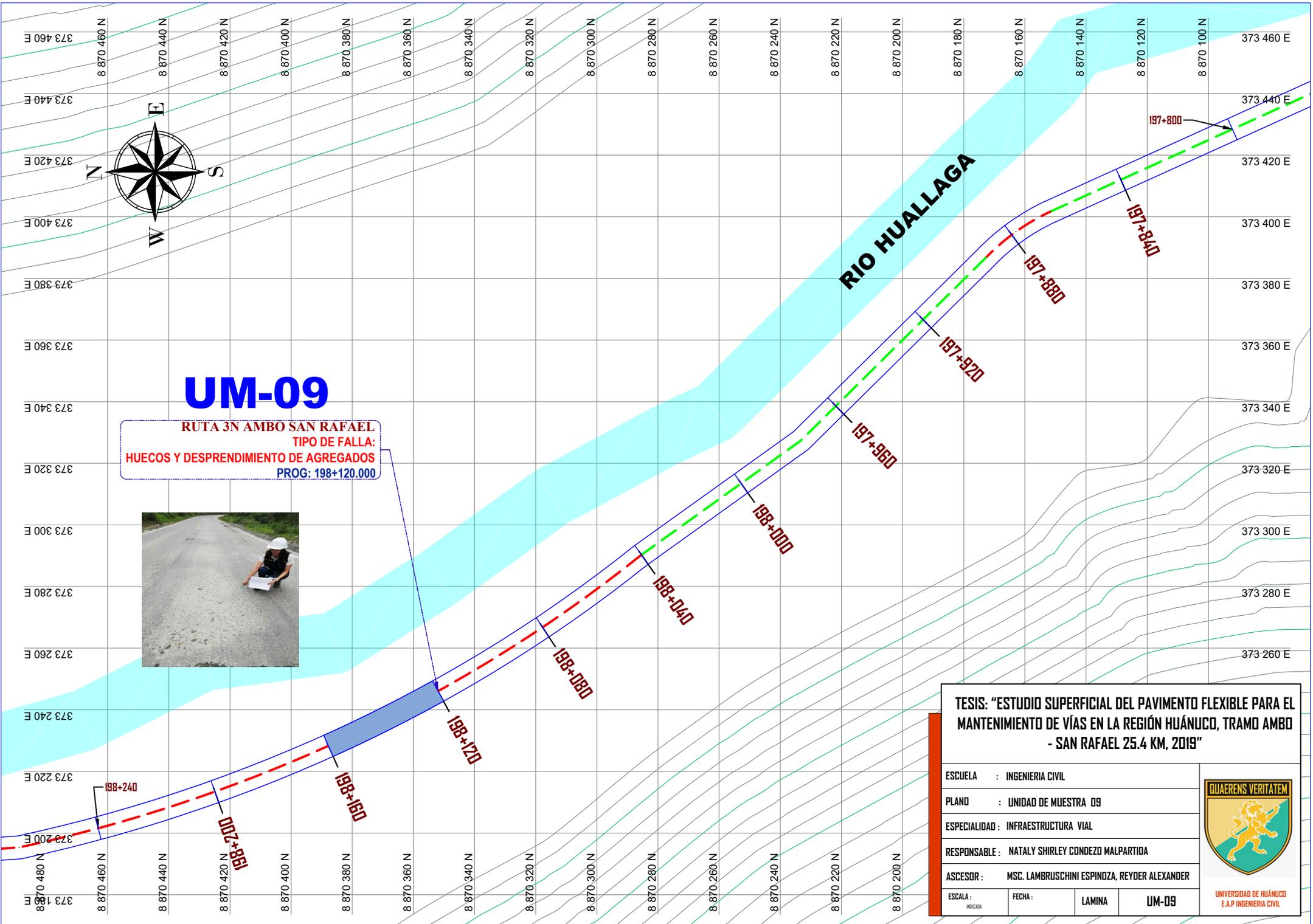
RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
 DESINTEGRACION DE BORDES Y PIEL DE COCODRILO
 PROG: 196+480.000



TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 08		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA	UM-08
INDICADA			





UM-09

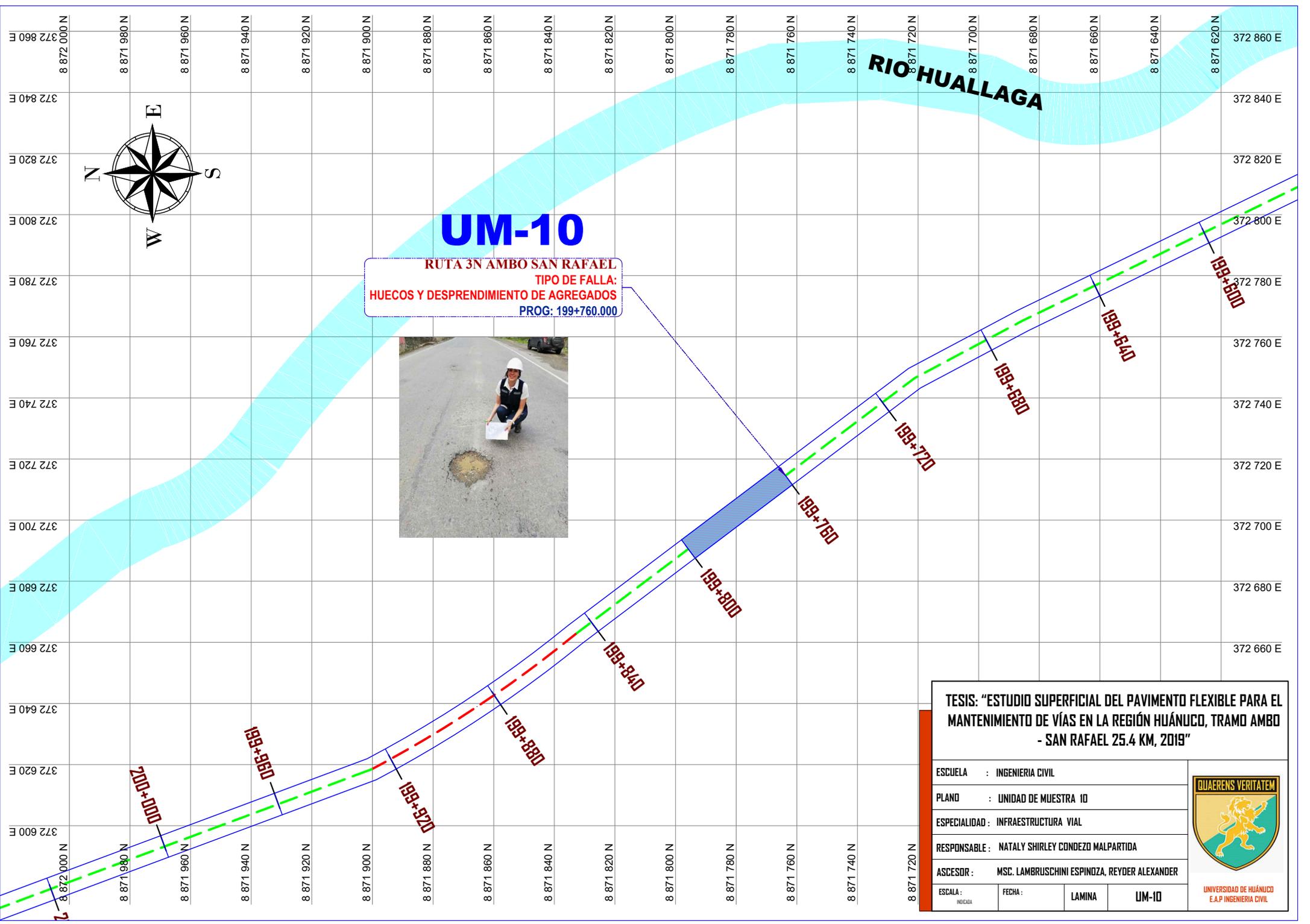
RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
HUECOS Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS
PROG: 198+120.000



<p>TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"</p>			
ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 09		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA	UM-09
INDICADA			



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
 E.A.P. INGENIERIA CIVIL



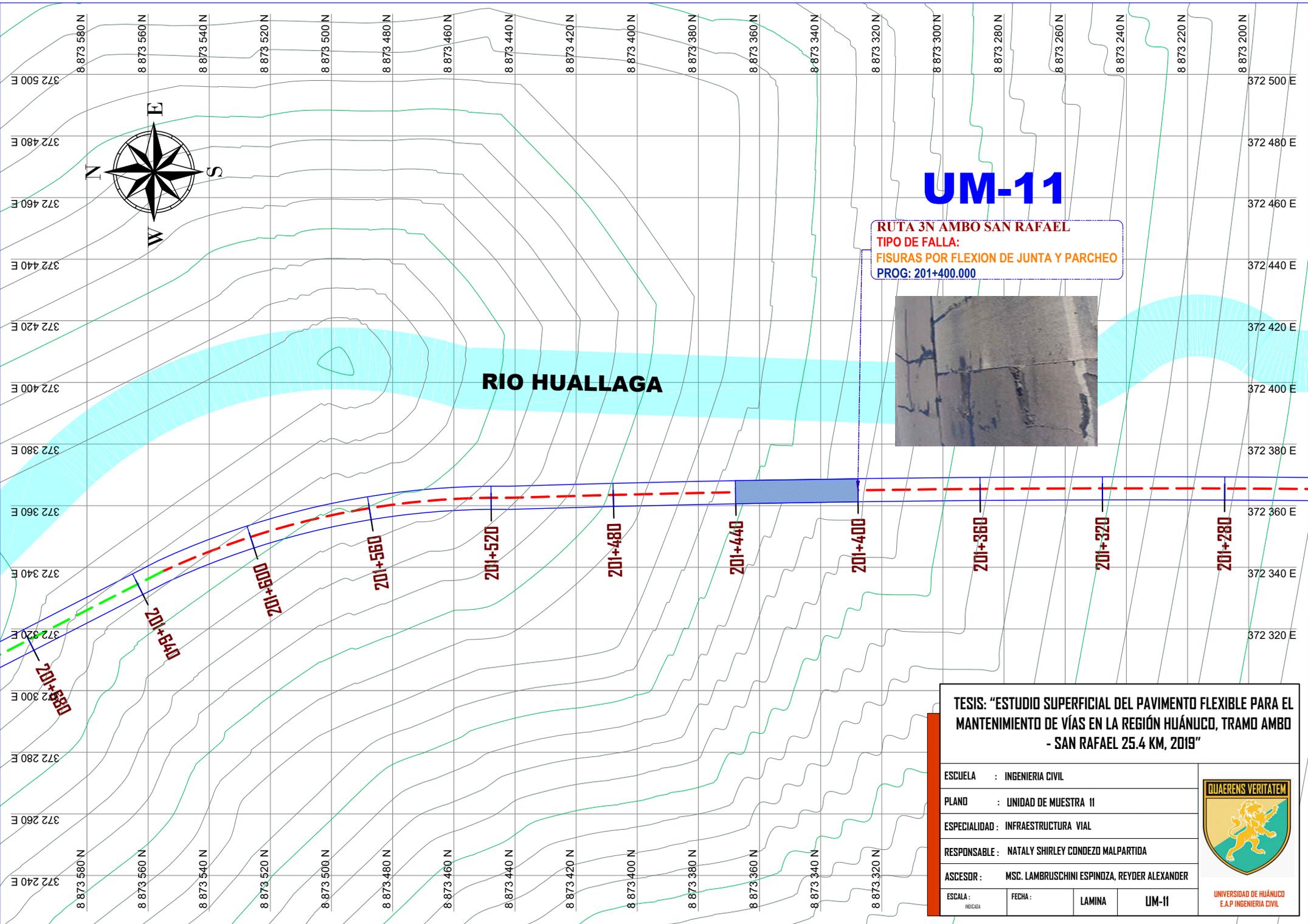
RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
HUECOS Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS
PROG: 199+760.000



TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 10		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA :	FECHA :	LAMINA	UM-10
INDICADA			





UM-11

RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
FISURAS POR FLEXION DE JUNTA Y PARCHEO
PROG: 201+400.000



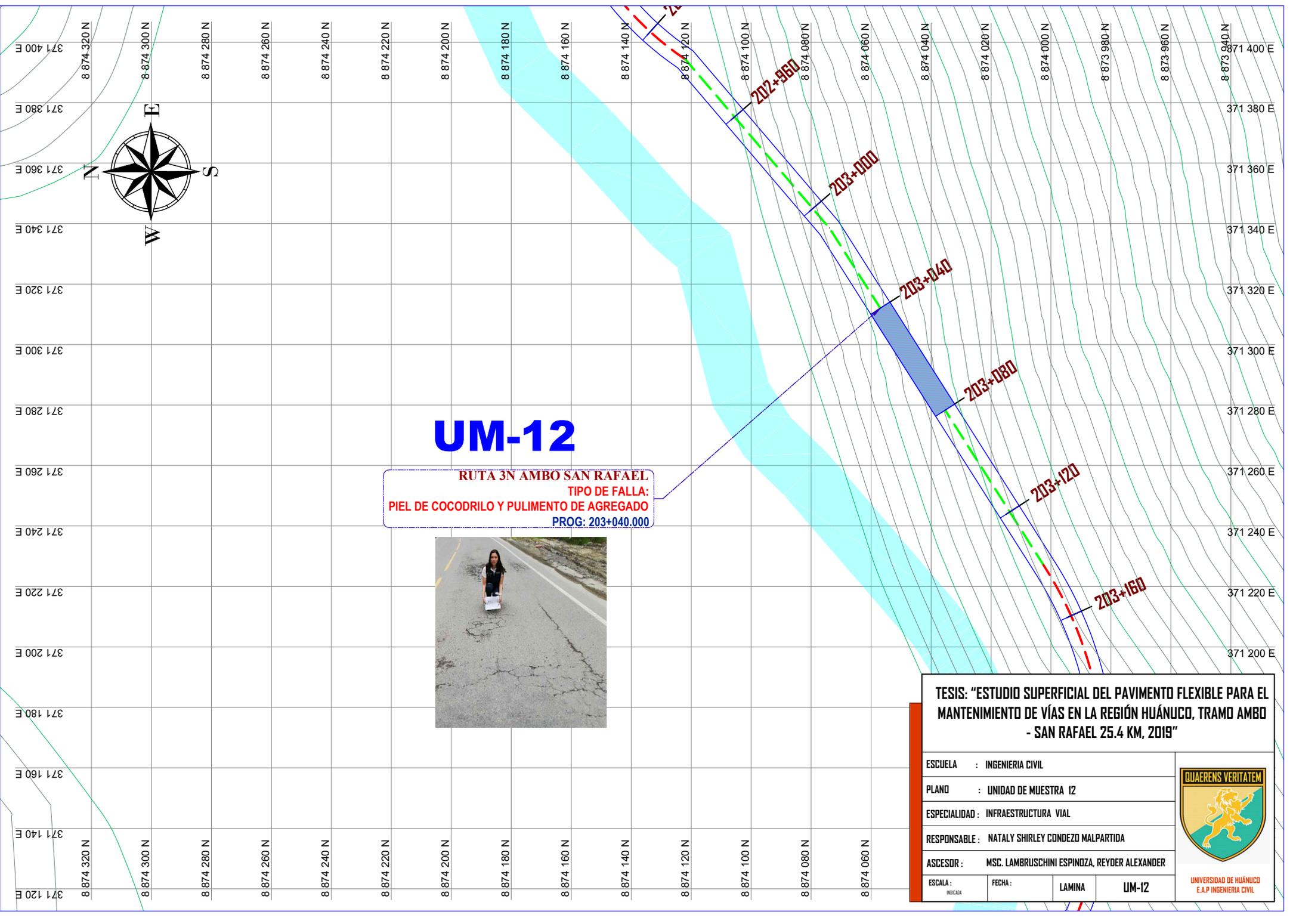
RIO HUALLAGA

TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA :	INGENIERIA CIVIL		
PLANO :	UNIDAD DE MUESTRA II		
ESPECIALIDAD :	INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE :	NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR :	MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA :	FECHA :	LAMINA	UM-II



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
E.A.P. INGENIERIA CIVIL



UM-12

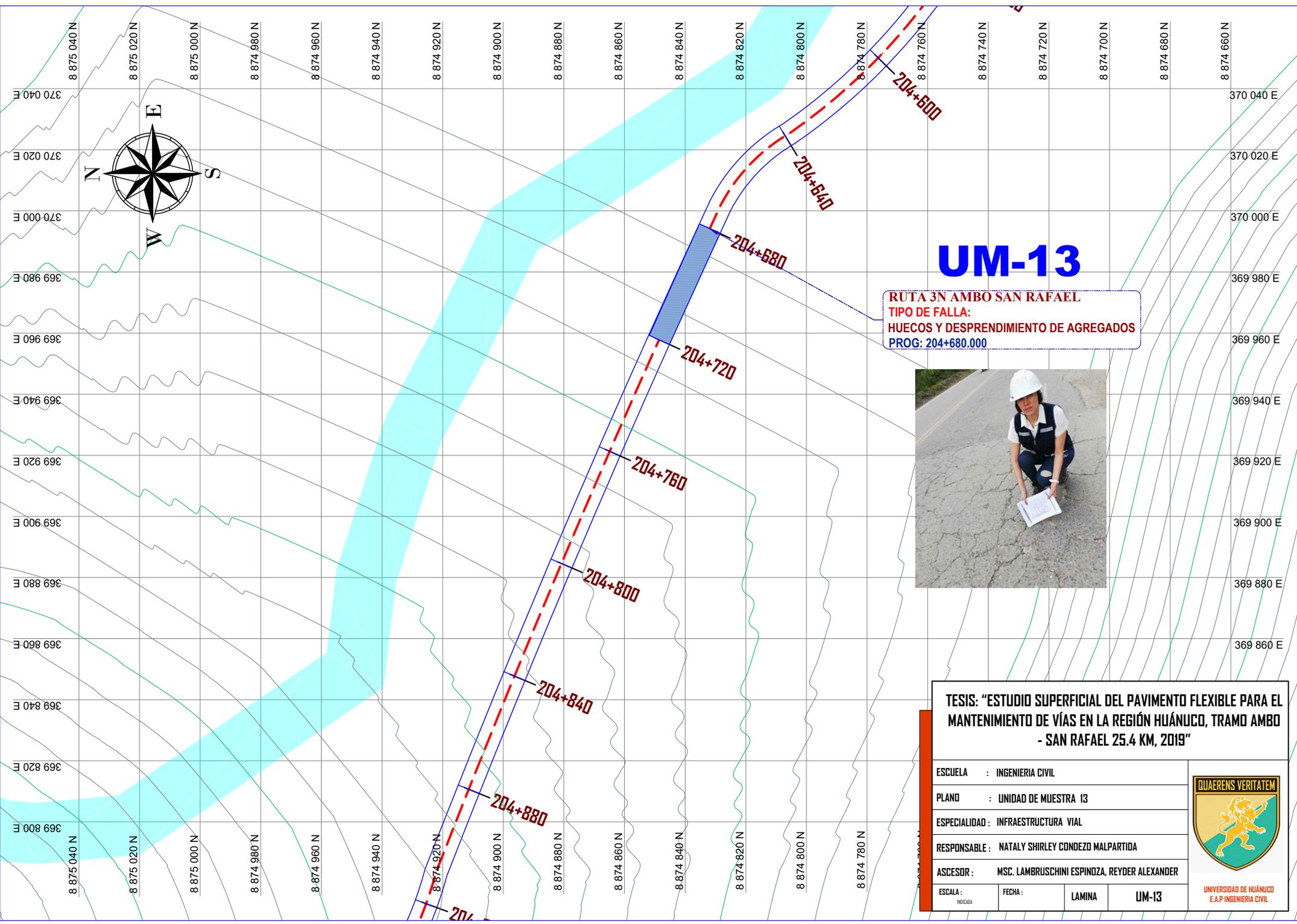
RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
PIEL DE COCODRILO Y PULIMENTO DE AGREGADO
PROG: 203+040.000



TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 12		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA	UM-12
INDICADA			





UM-13

RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
HUECOS Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS
PROG: 204+680.000

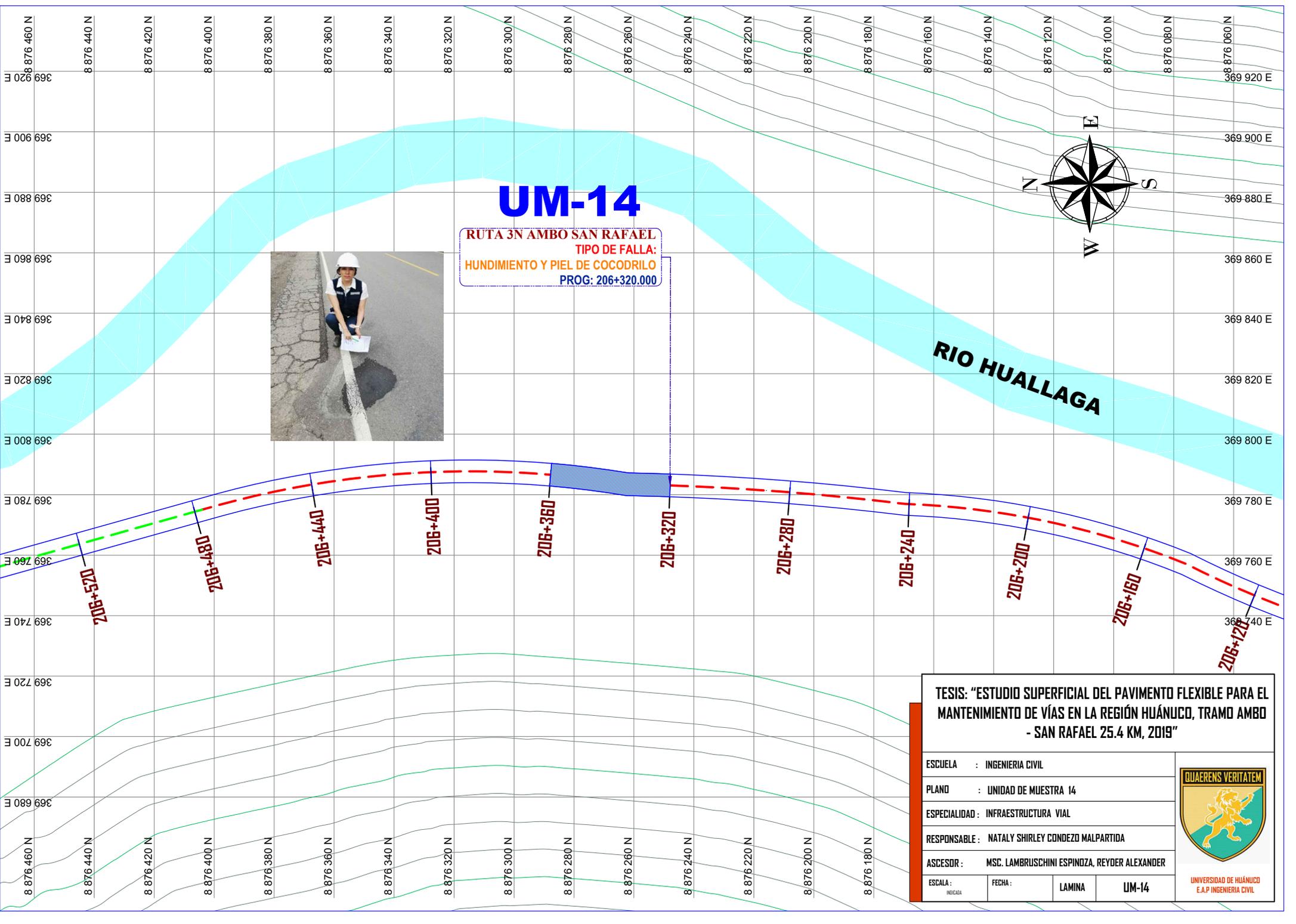


TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 13		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA :	FECHA :	LAMINA	UM-13
INDICADA			



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
 E.A.P. INGENIERIA CIVIL

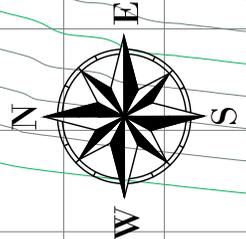


UM-14

RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
HUNDIMIENTO Y PIEL DE COCODRILO
PROG: 206+320.000



RIO HUALLAGA



TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

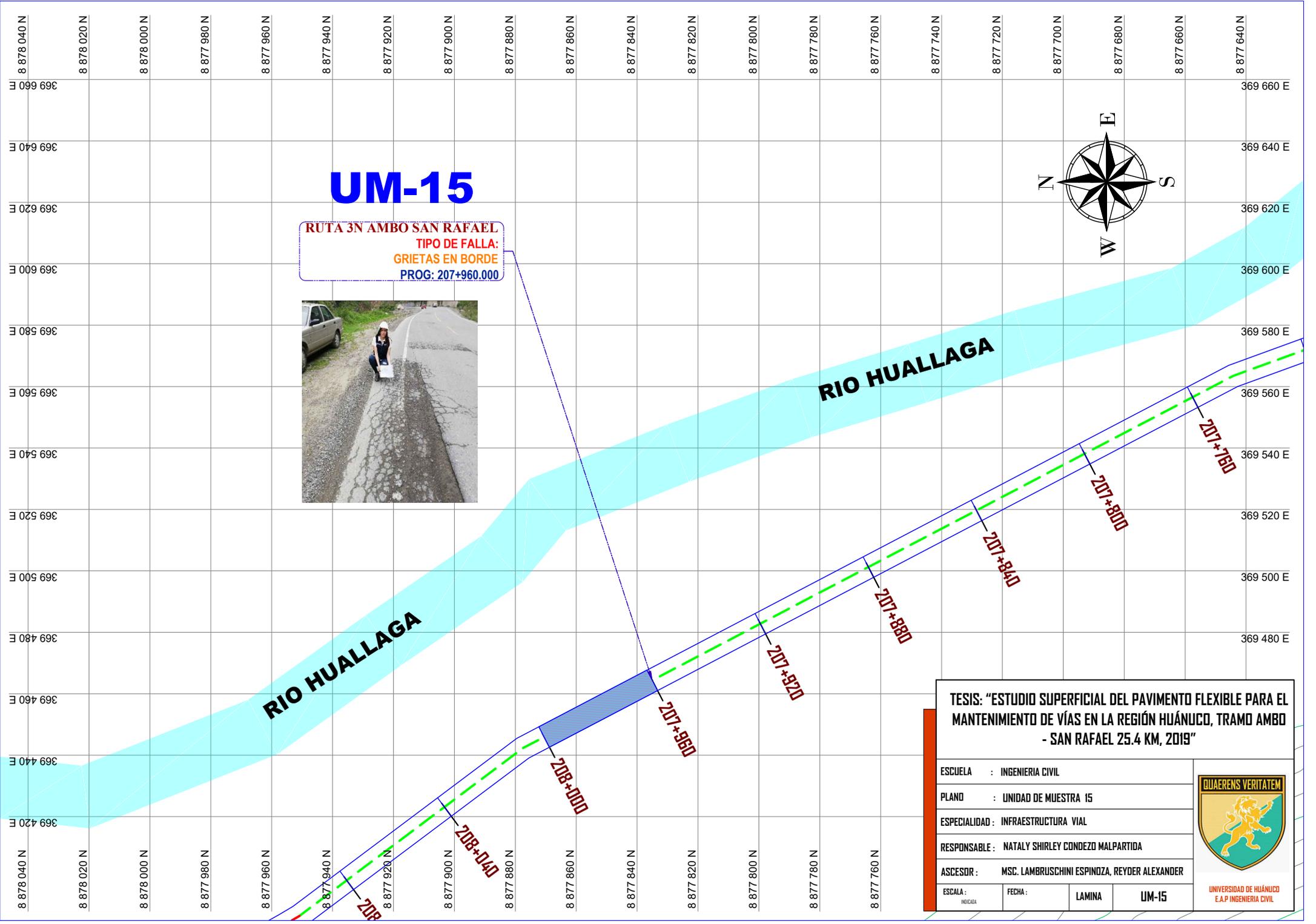
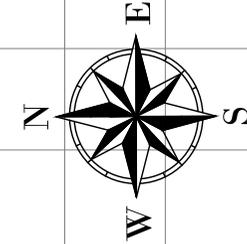
ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 14		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ACCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA	INDICADA	FECHA	LAMINA
			UM-14



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
E.A.P. INGENIERIA CIVIL

UM-15

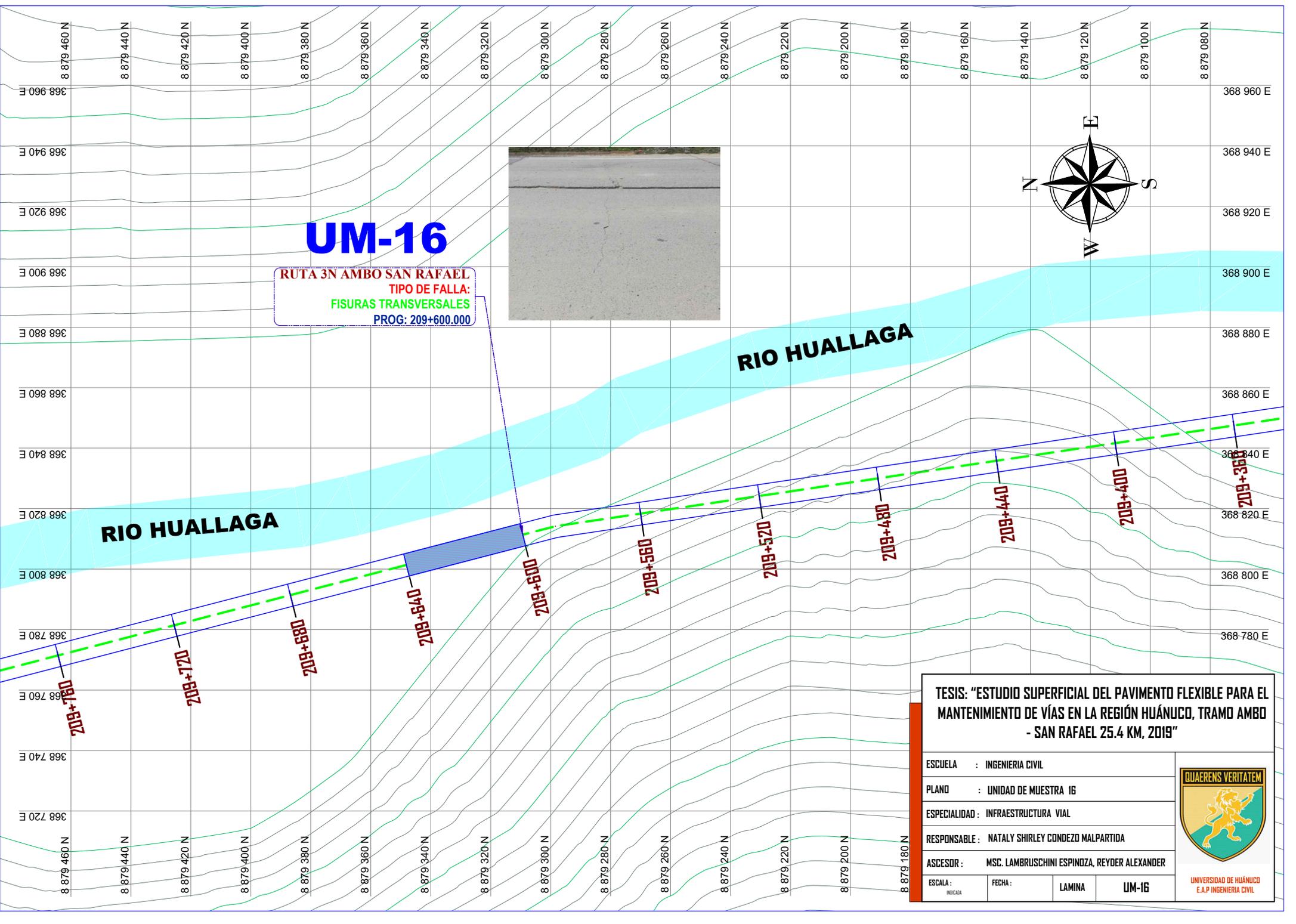
RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
GRIETAS EN BORDE
PROG: 207+960.000



TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA :	INGENIERIA CIVIL		
PLANO :	UNIDAD DE MUESTRA 15		
ESPECIALIDAD :	INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE :	NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR :	MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA :	FECHA :	LAMINA	UM-15

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
E.A.P. INGENIERIA CIVIL



UM-16

RUTA 3N AMBO SAN RAFAEL
TIPO DE FALLA:
FISURAS TRANSVERSALES
PROG: 209+600.000



TESIS: "ESTUDIO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN HUÁNUCO, TRAMO AMBO - SAN RAFAEL 25.4 KM, 2019"

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL		
PLANO	: UNIDAD DE MUESTRA 16		
ESPECIALIDAD	: INFRAESTRUCTURA VIAL		
RESPONSABLE	: NATALY SHIRLEY CONDEZO MALPARTIDA		
ASCESOR	: MSC. LAMBRUSCHINI ESPINOZA, REYDER ALEXANDER		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA	UM-16
<small>INDICADA</small>			



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
E.A.P. INGENIERIA CIVIL