

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TESIS

**“APLICACIÓN DEL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX
(PCI) PARA EVALUAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA
PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE
PASCO 2019”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR: Cotrina Justo, Luis Willy

ASESOR: Choquevilca Chinguel, Josue

HUÁNUCO – PERÚ

2020

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Proyectos Civiles
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería del Transporte

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): 47530906

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22486989

Grado/Título: Ingeniero Civil

Código ORCID: orcid.org/0000-0002-1663-3262

H

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	Orcid.org/0000-0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en Gestión Pública	22416570	Orcid.org/0000-0002-0579-5135
3	Taboada Trujillo, William Paolo	Maestro en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Mención en Gestión Ambiental	40847625	Orcid.org/0000-0002-4594-1491



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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 9.13 horas del día 28 del mes de FEBRERO del año 2020, 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. William Paolo Taboada Trujillo (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 149-2020-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

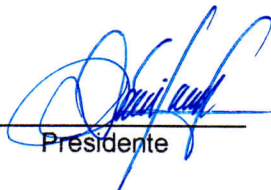
" Aplicación del Método Pavement condition index (PCI)
Para Evaluar Pavimentos flexibles en la Progresiva 46+600-
51+600 Yanahuanca - cerro de Pasco 2019

presentado por el (la) Bachiller COTRINA JUSTO LUIS WILLY, 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 UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47)


Siendo las 9.55 horas del día 28 del mes de FEBRERO del año 2020, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

DEDICATORIA

A mis padres por sus consejos, sacrificio y su cariño en todo este tiempo, por guiarme por el buen camino y permitirme ser un profesional de bien.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a nuestra Alma Máter Universidad de Huánuco, por todos los años en los que nos brindó conocimiento; también a mi asesor el Ing. Josue Choquevilca Chinguel quien con su apoyo y su experiencia supo guiarnos al desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPITULO I.....	16
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Objetivo general.....	18
1.4. Objetivos específicos	18
1.5. Justificación de la investigación.....	18
1.6. Limitación de la investigación	19
1.7. Viabilidad de la investigación.....	20
CAPITULO II.....	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación	21
2.1.1. Antecedente a nivel internacional:.....	21
2.1.2. Antecedente a nivel nacional:	23
2.1.3. Antecedente a nivel local	30
2.2. BASES TEÓRICAS	33
2.2.1. Definición de pavimento	33
2.2.2. Clasificación de pavimentos.....	34
2.2.3. Metodologías de evaluación funcional y estructural	39
2.2.4. Método de Evaluación Superficial de Pavimentos Asfálticos (Pavement Condition Index - PCI).....	40
2.2.5. Manual de daños en vías con superficie de concreto asfáltico según el PCI	43
2.2.6. Evaluación de pavimentos	59
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	62
2.4. Hipótesis.....	65

2.5. Sistema de variables.....	65
2.6. Operacionalizacion de variables (dimensiones e indicadores).	66
2.6.1. Tabla 1. Operacionalizacion de las variables.	66
CAPITULO III	67
MARCO METODOLÓGICO	67
3.1. Tipo De Investigación.....	67
3.2. Enfoque.....	67
3.3. Alcance O Niveles.....	67
3.4. Diseño.....	68
3.4.1. Población	68
3.4.2. Muestra	69
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	73
3.5.1. Instrumentos de recolección de datos	73
3.6. Técnicas para el procesamiento y análisis dela información.	74
CAPITULO IV.....	75
4.1. Procesamiento de datos.....	75
4.2. Resultados del procedimiento del método Pavement Condition Index (PCI) en la progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca.	88
4.3. Contrastación de la Hipótesis.....	122
CAPITULO V.....	125
5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	125
5.2 CONCLUSIONES.....	127
5.3 RECOMENDACIONES	129
5.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXOS.....	132
ANEXO 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	133
ANEXO 02. INSTRUMENTOS-CUESTIONARIO.....	134
ANEXO 03. MAPA SATELITAL DE UBICACIÓN DEL ESTUDIO	139
ANEXO 04. CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS.....	140
ANEXO 05. PANEL FOTOGRÁFICO.....	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de calificación del PCI	41
Tabla 2. Formato de levantamiento visual de daños en el pavimento asfáltica	61
Tabla 3. Unidades muestrales de la progresiva Yanahuanca.....	72
Tabla 4. Vía progresiva es cómoda y segura.....	75
Tabla 5. El clima influye en el deterioro de la vía.....	76
Tabla 6. Mantenimiento constante de la vía	77
Tabla 7. Buen funcionamiento de la vía.....	78
Tabla 8. Accidentes por falta de mantenimiento	79
Tabla 9. El buen estado de la vía reduce los costos de reparación y mantenimiento de vehículos	80
Tabla 10. Bermas en estado adecuado	81
Tabla 11. El mantenimiento mejora la seguridad en el viaje.....	82
Tabla 12. Fallas de la vía son de gran tamaño	83
Tabla 13. Los deterioros hacen que disminuya la velocidad en la vía	84
Tabla 14. Clasificaría a la vía como deteriorada	85
Tabla 15. Considera peligroso transitar por el recorrido de la vía.....	86
Tabla 16. El tráfico pesado es alto en la vía	87
Tabla 17. Hoja de registro de la Unidad Muestral 03 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	89
Tabla 18. Hoja de registro de la Unidad Muestral 13 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	91
Tabla 19. Hoja de registro de la UM 23 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	93
Tabla 20. Hoja de registro de la UM 33 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	94
Tabla 21. Hoja de registro de la UM 43 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	96
Tabla 22. Hoja de registro de la UM 53 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	98
Tabla 23. Hoja de registro de la UM 63 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	100

Tabla 24. Hoja de registro de la UM 73 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	102
Tabla 25. Hoja de registro de la UM 83 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	104
Tabla 26. Hoja de registro de la UM 93 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	106
Tabla 27. Hoja de registro de la UM 103 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	107
Tabla 28. Hoja de registro de la UM 113 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	109
Tabla 29. Hoja de registro de la UM 123 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	111
Tabla 30. Hoja de registro de la UM 133 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	112
Tabla 31. Hoja de registro de la UM 143 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	114
Tabla 32. Resumen de PCI de la unidad UM 36 de la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca- Cerro de Pasco.....	116
Tabla 33. Resumen de PCI de las unidades muestrales de la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca- Cerro de Pasco.....	119
Tabla 34. Porcentaje de fallas de la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca- Cerro de Pasco.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema típico del paquete estructural de pavimento flexible	35
Figura 2. Esquema típico del paquete estructural de un pavimento rígido ...	36
Figura 3. Esquema típico del paquete estructural de pavimentos mixtos	37
Figura 4. Pavimentos asfálticos, Hidráulico y mixto	38
Figura 5. Piel de cocodrilo de acuerdo a la severidad	44
Figura 6. Exudación de acuerdo a la severidad	45
Figura 7. Agrietamiento de acuerdo a la severidad.....	46
Figura 8. Abultamiento y hundimiento de acuerdo a la severidad.....	47
Figura 9. Corrugación de acuerdo a la severidad	48
Figura 10. Depresión de acuerdo a la severidad	49
Figura 11. Grieta de borde de acuerdo a la severidad.....	49
Figura 12. Grieta de reflexión por severidad.....	51
Figura 13. Desnivel carril - Berma por severidad.....	51
Figura 14. Grietas longitudinales y trasnversales por severidad.....	53
Figura 15. Parcheo y acometidas de servicios Públicos	53
Figura 16. Pulimiento de agregados	54
Figura 17. Huecos por severidad	55
Figura 18. Ahuellamientos por severidad.....	55
Figura 19. Desplazamiento por severidad	56
Figura 20. Grietas parabólicas según severidad.....	57
Figura 21. Hinchamiento por severidad alta	57
Figura 22. Meteorización y desprendimiento por severidad.....	59
Figura 23. Vía progresiva es cómoda y segura.....	76
Figura 24. El clima influye en el deterioro de la vía.....	77
Figura 25. Constante mantenimiento de la vía	78
Figura 26. Funcionamiento de la vía	79
Figura 27. Accidentes por falta de mantenimiento	80
Figura 28. El buen estado de la vida reduce los costos de mantenimiento y reparación de vehículos.....	81
Figura 29. Bermas en estado adecuado	82
Figura 30. El mantenimiento mejora la seguridad en el viaje.....	83
Figura 31. Fallas de la vía son de gran tamaño	84

Figura 32. Deterioros - disminución de velocidad en la vía.....	85
Figura 33. Clasificaría a la vía como deteriorada.....	86
Figura 34. Considera peligroso transitar por el recorrido de la vía.....	87
Figura 35. El tráfico pesado es alto en la vía	88
Figura 36. Unidad muestral 3, tramo 034+47300- 4+504.50	90
Figura 37. Fallas UM 13 de la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca ...	92
Figura 38. Fallas UM 23 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	94
Figura 39. Fallas UM 33 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	95
Figura 40. Fallas UM 43 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	97
Figura 41. Fallas UM 53 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	99
Figura 42. Fallas UM 63 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	101
Figura 43. Fallas UM 73 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	103
Figura 44. Fallas UM 83 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	105
Figura 45. Fallas UM 93 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	107
Figura 46. Fallas UM 103 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	108
Figura 47. Fallas UM 113 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	110
Figura 48. Fallas UM 123 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	112
Figura 49. Fallas UM 133 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	113
Figura 50. Fallas UM 143 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	115
Figura 51. Fallas UM 36 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.....	117
Figura 52. Fallas más frecuentes en el tramo de la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca- Cerro de Pasco.....	120
Figura 53. Resumen de PCI de las unidades muestrales de la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca- Cerro de Pasco.....	121

RESUMEN

La presente investigación tiene el objetivo de conocer el estado situacional de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca- Cerro de Pasco 2019; usando el método Pavement Condition Index (PCI), ya que está basado en la Norma ASTM D6433-03; el cual constituye el modo más completo para la evaluación y calificación de pavimentos. El estudio es de tipo descriptiva, de diseño no experimental y de enfoque cuantitativo; para la obtención de la muestra, se utilizó el muestreo recomendado por la metodología del PCI, cuyos resultados son 15 unidades muestrales y una unidad adicional, que fueron inspeccionadas visualmente y detallada en toda la superficie de la vía progresiva se recopiló toda la información pertinente en los formatos modelos que nos brinda el método PCI.

Con la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI), en progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca se identificó las fallas más predominantes que el 17.47% del tramo se encontró la falla Piel de cocodrilo, seguido con el 17.40% la falla de Depresión; así mismo la falla Corrugación presenta el 15.34%; mientras que las fallas Ahuellamientos en 9.65% y también la falla Hinchamiento 7.95%, la falla Pulimiento de agregados 5.32%, la falla Parcheo en 5.60%, la falla Grietas longitudinales y transversales 4.52% y el resto de fallas en un 16.75%. De la misma manera se determinó el estado y la severidad de todo el tramo de la progresiva 46+600 - 51+600, en las unidades de muestreo el 6.25% estado excelente con un PCI (entre 100 y 85); el 6.25% estado muy bueno con un PCI (entre 85 y 70); un 12.50% presentan un estado bueno con PCI (70-55); el 43.75% del total de unidades de prueba inspeccionadas, presentan un estado de pavimento regular con PCI (55 – 40);

seguido de 18.75 % de unidades de prueba en mal estado PCI (40-25); un 12.5% se encontró en estado muy malo PCI (entre 25 y 10). Finalmente agrupando todos los resultados de las 15 unidades de muestras y una adicional evaluadas se obtuvo un calificativo general de la vía con un valor PCI = 49.1, calificándola como una vía en regular estado, señalando que el tipo de intervención a realizar es un mantenimiento rutinario el cual consta de reparaciones menores y localizadas de la superficie; con la finalidad de prolongar la vida útil de dicha vía.

Palabras clave: Método Pavement Condition Index (PCI), pavimentos flexibles y fallas.

ABSTRACT

The present investigation has the objective of knowing the situational state of flexible pavements in the progressive 46 + 600-51 + 600, Yanahuanca-Cerro de Pasco 2019; using the Pavement Condition Index (PCI) method, since it is based on ASTM D6433-03; which is the most complete way for the evaluation and qualification of pavements. The study is descriptive, non-experimental and quantitative approach; To obtain the sample, the sampling recommended by the PCI methodology was used, the results of which are 15 sample units that were visually inspected and detailed on the entire surface of the progressive track, all relevant information was collected in the model formats that gives us the PCI method.

With the application of the Pavement Condition Index (PCI) method, in progressive 46 + 600 - 51 + 600, Yanahuanca identified the most predominant faults that the 17.47% of the section found the Crocodile Skin fault, followed with 17.40% the fault of depression; likewise, the Corrugated fault presents 15.34%; while the Failures faults in 9.65% and also the Swelling fault 7.95%, the Polishing aggregates fault 5.32%, the Fail Patching in 5.60%, the Failure Longitudinal and transverse cracks 4.52% and the rest of faults in 16.75%. In the same way, the state and severity of the entire section of the progressive 46 + 600 - 51 + 600 were determined, in the units sampled 6.25% excellent condition with a PCI (between 100 and 85); 6.25% were very good with a PCI (between 85 and 70); 12.50% have a good state with PCI (70-55); 43.75% of the total test units inspected have a regular pavement status with PCI (55-40); followed by 18.75% of test units in poor PCI status (40-25); 12.5% were in a

very bad PCI state (between 25 and 10). Finally, grouping all the results of the 15 units of samples and an additional one evaluated, we obtained a general qualifier of the route with a PCI value = 49.1 was obtained, qualifying it as a way in a regular state, indicating that the type of intervention to be performed is a routine maintenance which consists minor and localized surface repairs; with the purpose of prolonging the useful life of this route.

Keywords: Pavement Condition Index (PCI) method, flexible floors and faults.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene el objetivo de conocer el estado situacional de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco 2019; usando el método Pavement Condition Index (PCI); ya que las vías son el medio de conectividad más importante en nuestro país, son elementos esenciales, muy influyente en la economía; por ello es necesario contar con carreteras idóneas y que sean de calidad. En ese sentido la siguiente investigación plantea la aplicación de la metodología PCI, (Pavement Condition Index), que es la más completa, dentro de los modelos disponibles de Gestión Vial, el cual consiste en precisar la condición del pavimento a través de un reconocimiento visual en campo, y de esta manera determinar, la cantidad, la severidad, y la clase de fallas en la vía de estudio. Asimismo, esta investigación científica se ha estructurado en cinco capítulos: En el primer capítulo comprende el problema de investigación, donde se realiza la descripción problemática de la vía progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco, de la misma manera la formulación del problema, objetivos de la investigación , justificación de la investigación, limitaciones de la investigación y viabilidad de la investigación; aspectos que permitieron afinar y estructurar más formalmente la idea de la investigación. En el segundo capítulo mencionaremos el marco teórico, donde se estudian antecedentes, bases teorías relacionados sobre pavimentos, su clasificación, procedimiento del método planteado para esta evaluación del método PCI considerados válidos para la presente investigación, definiciones conceptuales; a si también se consideran las variables de estudio que vienen a propiedades susceptibles de medir y observar. En el tercer capítulo

comprende de aspectos concernientes a la metodología de la investigación, el tipo investigación, dentro de ello se considera el enfoque, alcance o nivel y el diseño; población y el muestreo de unidades, cálculo del PCI, y todos los criterios de la inspección realizada, asimismo los instrumentos y técnicas de recolección de datos. El cuarto capítulo, describe los resultados de la investigación con la aplicación del método PCI; el procesamiento con sus respectivas interpretaciones, estará todo el análisis y procesamiento de datos que fueron obtenidos durante la evaluación, y a la vez el registro de resultados del PCI de cada muestra que estará plasmado en los formatos establecidos. El quinto capítulo, muestra la discusión de resultados; contrastación de los resultados del trabajo de campo con los referentes a la bibliografía de las bases teóricas y presentación. En el marco de la síntesis se consignan las conclusiones que llega el presente estudio, como las recomendaciones pertinentes; finalmente se concluye con las referencias bibliográficas y los anexos convenientes del presente estudio.

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

"Las carreteras son el medio de conectividad más importante en nuestro país. Además de su función primaria de permitir el traslado de las personas, son un activo utilizado tanto por el sector público como el privado para reducir los costos de transacción, sobre todo para los mercados, que gracias a ellas consiguen una mayor integración con los centros económicos a nivel nacional. Así, en conjunto, la economía está mejor si cuenta con más carreteras idóneas y que sean de calidad" (Comex Perú ,2016).

La infraestructura vial va acompañar al desarrollo económico y social el cual va permitir un servicio público de calidad y eleva la calidad de vida de toda la población. Sin embargo, el deterioro que presentan nuestras carreteras en todo el país es de gran preocupación para el usuario, ya que los defectos que presentan los pavimentos en este caso flexibles disminuyen la comodidad del usuario o la vida de servicio de la estructura mencionada, a menudo corresponden a defectos constructivos o por falta de labores de mantenimiento o conservación. Adicionalmente puede discutirse que tales defectos pueden sufrir un desgaste gradual con el paso de los vehículos y convertirse así en verdadera falla del pavimento que van acrecentándose paulatinamente en la vía, y a la vez generando que su reparación sea de mayor costo, como también riesgos de salud, daños materiales y de pérdidas de vida a consecuencia de los accidentes.

En ese sentido, en el presente estudio proponemos la aplicación del método, conocido como Pavement Condition Index (PCI) la cual describiremos en nuestra investigación, al ser considerado el más completo para evaluar y calificar objetivamente los pavimentos flexibles. (Vásquez, 2002)

“El método del PCI, nos permite en forma más práctica y eficiente poder evaluar y determinar el grado de severidad de los diferentes tipos de fallas para implementar las acciones a ejecutar en una determinada superficie de rodadura con el fin de definir los límites de las áreas a reparar y así poder plasmar esa información en los planos de la vía, previo a la Inversión final y así garantizar la vida útil de la estructura del pavimento asfáltico y optimización de los recursos.”. Aldazabal Barbaran (2012).

Cerro de Pasco no escapa de este problema, ya que los pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca, se encuentran deteriorado en ese sentido consideramos que es pertinente desarrollar el estudio aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) para evaluar pavimentos flexibles en el mencionado tramo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) permite evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco 2019?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿De qué manera la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) permite calcular pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco?

PE2: ¿En qué medida determinar el nivel de severidad de cada uno de los tipos de falla permite evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco?

1.3. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el estado situacional de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco 2019; usando el método Pavement Condition Index (PCI).

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Evaluación preliminar de la zona de estudio, aplicando los parámetros de la metodología PCI.

OE2: Aplicar la metodología PCI en el área de análisis.

OE3: Determinar el nivel de severidad que presentan cada tipo de falla.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación tiene justificación teórica porque va permitir aplicar y discutir los postulados teóricos actualizados con respecto a la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI). Asimismo, permitirá analizar, identificar y describir el problema; ya que existe la necesidad de conocer las patologías de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 -

51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco; con el objetivo de determinar el estado actual que se encuentra dicho tramo y plantear posibles soluciones que servirá como base para la toma de decisiones para posteriores proyectos que puedan suscitar en este tramo.

Para comprobar el estado situacional del tramo, se empleará el método norteamericano denominado, Pavement Condition Index (PCI) que consiste en determinar la calificación del pavimento mediante el reconocimiento visual de las fallas que puedan presentarse y cuantificarlas. En ese sentido el estudio es pertinente ya que se podrá atacar el problema y encontrar posibles soluciones y de esta manera poder establecer un aporte en el mejoramiento y la prevención del tramo el cual servirá como base para la toma de decisiones que pudiera tomar la entidad correspondiente en este caso a la Municipalidad distrital de Cerro Pasco, para posibles mejoras. Metodológicamente se justifica porque la investigación servirá para futuras investigaciones, del método de Índice de condición de Pavimento cual se podrá aplicar en diferentes realidades; También presenta una justificación práctica, ya que va permitir identificar las diversas necesidades con respecto a las variables mencionadas, permitiendo aplicar diferentes estrategias para mejorar la calidad de vida de la población de esa manera convirtiéndose en gran ayuda para el desarrollo social de toda la comunidad .

1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Para la ejecución del estudio no existió limitación alguna, ya que el tesista tuvo la disposición suficiente de asumir responsablemente todas las acciones y actividades que se generó en el proceso de la investigación.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

El presente estudio, denominado aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) para evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco 2019, es viable porque cuenta con todos los recursos teóricos, humanos, económicos, y éticos.

- **Recursos Teóricos:**

El presente estudio cuenta con el suficiente acceso de información primaria a nivel nacional e internacional tanto en medios electrónicos (internet), revistas, libros, etc.

- **Recursos Humanos:**

Para la realización del presente estudio se contó con personal calificado, para el apoyo en campo y profesional especializado en el tema de investigación.

- **Recursos Económicos:**

El estudio fue viable en cuanto a la economía, porque el alcance de la investigación no requiere de financiamiento significativo que limite el estudio de la problemática planteada, así mismo fue financiado por el propio tesista.

- **Recursos Éticos:**

Los resultados obtenidos del estudio fueron verídicos, se mostró tal como es; ya que el fin es responder al problema presentado en los pavimentos y conocer las fallas en la muestra de estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTE A NIVEL INTERNACIONAL:

Mba y Tabares (2005), en su investigación sobre: “Diagnostico de la vía existente y diseño de pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del Café – Vía la Badea -Colombia”; plantearon como objetivo general presentar y comparar los resultados obtenidos por la evaluación de las diversas metodologías empleadas para un diseño de la estructura de pavimento requerido según la solicitud del tránsito del sector y determinar la estructura más favorable a emplear ; así mismo plantearon en realizar un inventario vial mediante dos procedimientos con el VIZIR y PCI , para determinar la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de la rodadura. Los resultados obtenidos en esta investigación señalan que en la inspección visual y diagnóstico realizado al tramo de estudio mediante el procedimiento del PCI ; concluyo que el estado actual del pavimento en el acceso al barrio Ciudadela del Café se encuentra en un estado excelente , ya que según los rangos de clasificación, no obstante se observó una serie de fallas en la rodadura algunas de ellas son la ausencia parcial o total de material de sello en algunas de las juntas, falla de esquina probablemente inducida por el fenómeno del bombeo , además fisuras y grietas en el pavimento .

Díaz Cárdenas (2014), en su tesis titulada “Evaluación de la Metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los Pavimentos flexibles- Bogotá”; dentro de sus conclusiones señala que se desarrollaron satisfactoriamente las matrices de rehabilitación de las metodologías VIZIR y PCI, encontrando similitudes significativas en cuanto conceptos y procedimientos propuestos en La Guía Metodológica de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos del INVIAS, cabe aclarar que esta matriz no tiene como fin reemplazar la experiencia ni ensayos que se deben establecer en cada caso específico, en su alcance se presenta como una guía para establecer las estrategias de rehabilitación según los resultados obtenidos en los formatos B-2, B-3 y B-4 de la Guía Metodológica para el diseño de Obras de Rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. La segunda, las metodologías guardan una gran similitud en los tipos de daños que evalúan en la auscultación visual excepto en los rangos de grado de severidad que manejan para definirlo, es importante resaltar que la metodología PCI resulta ser más estricta que la Metodología francesa VIZIR y su tipo de intervención final en algunos casos podrá ser más costosa. Por último, la metodología PCI en su forma de determinar el estado del pavimento da la opción de no incluir todas las secciones a evaluar mediante la aplicación de estadística, que para evaluaciones de menor importancia facilitan en gran medida la obtención del índice del estado del pavimento con desfase de ± 5 que ahorran recursos y tiempo.

Miranda (2010), en su investigación sobre: “Deterioro en pavimentos flexibles y rígido, Valdivia- Chile”; donde planteó como objetivo general

identificar todas las patologías que se presente en los pavimentos flexibles como en los rígidos, para así poder disponer soluciones para un mejor mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos tratando de mantener los mismos costos, pero con un resultado más eficiente posible. Las conclusiones que llego esta investigación fue elaborar una guía el cual permita conocer a detalle los diferentes tipos de deterioros que sufren los pavimentos en determinado periodo y poder brindar sus soluciones para las mejoras respectivas.

2.1.2. ANTECEDENTE A NIVEL NACIONAL:

Conza Ccopa (2016), desarrollo su estudio en Juliaca sobre: "Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación"; planteo como objetivo determinar las fallas de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI en la AV. Circunvalación tramo Parque Cholo - Av. Ferrocarril de la ciudad de Juliaca para proponer alternativas de mantenimiento de la vía a la Municipalidad Provincial; dentro de los resultados se encontró 8 piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamiento, grietas longitudinales y transversales, parcheo, agregado pulido, baches y peladura por intemperismo; 11 tipos de fallas no tienen presencia. Las fallas identificadas se encuentran distribuidas en diferentes unidades de muestra. Asimismo, con la aplicación del método PCI se determina que las fallas recurrentes son los baches siendo el 28% del total de fallas encontradas en el tramo de estudio, piel de cocodrilo 24% y agregado pulido también con un 24%. Los demás tipos de fallas se presentan en menor porcentaje. Además, los baches encontrados tienen un nivel de severidad alto (H) encontrándose en un 74% del total de baches registrados, de acuerdo al grafico 3. Estas fallas

se encuentran en mayor proporción en el carril derecho (dirección Parque Cholo – Av. Ferrocarril). Con respecto las fallas encontradas en la evaluación realizada a la Av. Circunvalación Oeste, no se presentan de manera generalizada en toda el área de estudio, por lo que se considera el valor PCI por unidades de muestra determinando su estado para su intervención. El promedio PCI obtenido de las 58 unidades de muestra es 46, siendo la condición de vía en general, regular con tendencia a malo (0-40). La intervención que se tiene que hacer es el mantenimiento mayor efectivo también considerada como zona óptima de rehabilitación, puesto que la estructura del pavimento y su calidad de rodaje no se han deteriorado severamente conservando buena parte de su resistencia original. El 35% del total del estado de la vía es de buena a excelente. Y un 65% presenta fallas que necesitan ser atendidos, siendo estos en condiciones de colapsado 24%, muy pobre 10%, pobre 2%, y regular 15%. Por último, los factores que incrementan los baches son las sobrecargas en los ejes de vehículos pesados (ESAL mayor al de diseño. Estos factores son determinantes en la performance del pavimento, por lo que deberían tomarse en cuenta para un futuro diseño. Se ha encontrado que el tráfico real (número de ejes equivalentes, EAL's) es mayor al tráfico que normalmente debe existir en una vía como esta. Esto se ha obtenido como resultado de evaluar los sobrepesos de los ejes de distintos tipos de camiones y la presión de inflado de ellos. Asimismo, se comprobó que en las zonas de baches el tráfico pesado empeora su situación. Por lo tanto, se puede concluir que uno de los factores que incrementa los baches es la sobrecarga de los vehículos, principalmente de los pesados. Por otro lado, respecto a las velocidades del flujo vehicular,

los valores de mayor deformación permanente, son aquellos que coinciden con las zonas que contienen baches y el ensayo Marshall el porcentaje de vacíos en las muestras 04 y 05 no están dentro del margen establecido, están en una cantidad mayor al límite superior. Para el caso del V.M.A la muestra 04 es la única que cumple con el mínimo valor requerido. En cuanto al flujo y la estabilidad corregida todas las muestras cumplen con normado. Se considera que para un pavimento nuevo estos ensayos si deben cumplir con los parámetros establecidos en la normativa, pero para pavimentos que ya tienen un periodo de uso estos ensayos no cumplirán con la verificación de los materiales precisamente por haber perdido muchas de sus características iniciales. Quiere decir que los resultados podrían no ser significativamente representativas de los valores de laboratorio esperados. De acuerdo a la guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para verificación de calidad de materiales de un pavimento asfáltico.

Cárdenas Rivero (2016),realizo su estudio en Ayacucho sobre: “Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de la integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de la rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortez”; cuyo objetivo es identificar los daños en la muestra de estudio; el autor menciona algunas de las conclusiones que arribo su estudio que existe la presencia de patologías en cada unidad maestra son similares, con una incidencia permanente principal de pérdida de áridos en el 95% de la población muestral, ahuellamiento en el 60%, huecos en el 40% y fisuras de bloque en el 60%, con existencia de bacheos hasta del 40% en condiciones regulares a malas, que generan incomodidad durante la transitabilidad a

velocidades mayores a 30 km/hra, determinándose la existencia de una falla funcional acentuada motivo del presente trabajo de investigación en el pavimento flexible del tramo elegido entre las progresivas 0+000 al 0+500 de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito y provincia de Huanta, departamento de Ayacucho. Asimismo, los cálculos realizados en el presente trabajo de tesis, para la determinación del índice de condición operacional a través del método (PCI), en las 16 unidades muestrales del pavimento flexible de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito y provincia de Huanta, región de Ayacucho, nos ha reportado un valor promedio de $PCI = 34$, clasificándonos como un pavimento en estado de conservación malo, según la tabla de clasificación de fallas y que para su puesta en operación requiere de permanentes mejoras que generan mayores gastos de mantenimiento para un pavimento cuya vida útil del proyecto ha superado los 15 años de servicio, y cuyos mantenimientos periódicos no se han proyectado con regularidad. Finalmente, las evaluaciones del tramo subsecuente al pavimento evaluado, se encuentran en las mismas condiciones, tal cual algunas otras arterias de la ciudad, con la que se determina la necesidad aplicar evaluaciones de métodos determinísticos para evaluar las condiciones operacionales de los pavimentos flexibles (método PCI), el cual determina las condiciones funcionales de un pavimento en su estado real de servicio.

Leguía y Pacheco (2016), en su estudio intitulado: "Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavemente Condition Index(PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colon y Miguel Grau (huacho –Huara- Lima)"; cuyo objetivo general fue realizar la evaluación superficial del pavimento flexible de las vías mencionadas aplicando el método

Pavement Condition Index (PCI), con el único propósito de conocer la condición del pavimento flexible existente. El método Pavement Condition Index (PCI); constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado, y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación. Se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, valor que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. Dentro de las conclusiones de este estudio podemos mencionar que se determinó que el 100 por ciento de las vías no ha sido evaluado; por lo tanto, con la aplicación de la metodología PCI, identificando los parámetros de evaluación, determinando el índice de condición y obteniendo la condición del pavimento, finalmente se puede realizar la evaluación superficial del pavimento para obtener el estado de conservación de las vías arteriales en estudio.

Al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Index, se conoce que el estado de conservación de la Av. Cincuentenario es "Regular" con un PCI de 51.84, mientras que la Av. Colón y Miguel Grau presenta un estado de conservación "Bueno" con un PCI de 59.29.

Sánchez Chávez (2016), desarrollo su estudio en Trujillo con el título: "Evaluación del estado de preservación del pavimento flexible de la calle Rafael Sanzio, tramo mercado Santa Rosa el bosque - avenida Ricardo Palma, mediante el método del índice de condición del pavimento PCI"; con el objetivo principal de evaluar el estado de preservación del pavimento flexible de la calle

Rafael Sanzio, tramo Mercado Santa Rosa el Bosque - Av. Ricardo Palma, utilizando el Método Índice de Condición del Pavimento PCI. Dentro de sus resultados señala que en el proyecto de investigación ejecutado en la muestra de estudio ya mencionado; el año 2016, según los parámetros establecidos por el manual del ASTM D6433 Método del Índice de Condición del Pavimento en la evaluación de pavimentos flexibles PCI. Los niveles de severidad de cada tramo son: El tramo 01 de las 03 unidades de muestreo presenta un estado Bueno con un PCI promedio de 65, en el tramo 02 de las 07 unidades el estado del pavimento es Malo con un PCI promedio de 31, en el tramo 03 de las 07 unidades el estado del pavimento es Bueno con un PCI promedio de 64, en el tramo 04 de las 12 unidades el estado del pavimento es Bueno con un PCI promedio de 65 Las patologías que afectan al pavimento en la calle Rafael Sanzio, son las fallas de: parches, huecos, desprendimientos de agregados, pulimentos de agregados, abultamiento y hundimientos, agrietamientos en bloque, piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales con una severidad baja, media y alta de afectación. De todas las unidades de muestreo en los cuatro tramos finalmente se concluye que el estado promedio del PCI es 57. En toda la vía, por lo que se concluye que el estado actual del pavimento es Bueno, cumpliendo con el planteamiento de la hipótesis.

León Rodríguez (2017), desarrollo su investigación en Cajamarca titulado: "Análisis del estado de conservación del pavimento flexible del jr. Chanchamayo desde la cuadra 9 a la 14, por el método de índice de condición de pavimentos; planteo como objetivo general analizar el estado de conservación de dicho pavimento flexible algunas de las conclusiones que

llego el estudios es que las cuadras 9 a la 14, es muy malo ya que presenta baches muy profundos y sería necesaria una reconstrucción, lo cual significa que se encuentra en un estado MUY MALO debido a un valor de PCI de 13, según los rangos de clasificación anteriormente enunciados y confirmados al realizar un recorrido por la vía. Al evaluar la severidad de los daños encontrados podemos concluir que el 55% del tramo en estudio se encuentra fallado, el 27% en estado Muy Malo, 9% malo y el otro 9% regular. Además, indica que los tipos de fallas encontradas en el tramo de estudio en su mayoría son baches, peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados, parches y parches de corte utilitario. Otros tipos de fallas encontradas fueron: Fisuras longitudinal y transversal, fisuras de borde, depresión y piel de cocodrilo. También el tramo en estudio tiene aproximadamente 17 años de antigüedad, por lo que ha superado su tiempo de vida útil, se observó que el sistema de drenaje estaba colmatado, el volumen de tráfico se ha incrementado y adicionalmente los moradores botan su desmonte en los baches; por último los resultado del PCI de la vía y con diagnostico muy malo, podemos indicar que el estado del pavimento perjudica la circulación normal del tránsito vehicular, y no brinda seguridad ni confort a los conductores, pasajeros y peatones. Por lo que se debe de realizar la reconstrucción del tramo en estudio.

Rodríguez Velásquez (2009), desarrollo su estudio sobre: "Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Avenida Luis Montero, distrito de Castilla, del departamento de Piura", los resultados obtenidos en esta investigación son los siguientes: Se ha determinado el estado en que se encuentra la red de pavimento flexible de la Av. Luis Montero, que consta de

dos tramos de 600 metros lineales cada uno (de acuerdo a los dos sentidos de vía existentes). El tramo 1 se divide en 3 secciones, mientras que el tramo 2 tiene una sola sección. Se inspeccionaron un total de 32 unidades de muestra (16 por tramo) obteniendo los siguientes resultados. El 37% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y 55); después le sigue un 33% de unidades en buen estado (PCI entre 55 y 70); un 15%, en estado malo (PCI entre 25 y 40) y un 9% de muy mala condición (PCI entre 10 y 25). Por último, un 6% hace referencia a unidades de muestra con un pavimento de muy buen estado (PCI entre 70 y 85). No se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10) ni excelentes (PCI entre 85 y 100). Las fallas más frecuentes encontradas son la peladura y la corrugación, ambas de nivel de severidad bajo. Todas las 32 unidades de muestra presentaron estos dos tipos de falla, pero con densidades variables y esto ayudó a que el PCI tenga un estado regular porque estas fallas no afectan al tránsito normal de vehículos; asimismo, las vibraciones dentro del vehículo son mínimas y no es necesario disminuir la velocidad. La peladura y la corrugación, no son percibidas por el conductor, pues no causa incomodidad. (PIRHUA, 2016)

2.1.3. ANTECEDENTE A NIVEL LOCAL

Espinoza y Santiago (2015), desarrollo su investigación sobre: “Evaluación del estado actual de pavimento asfáltico de la vía Huánuco – kotosh por el método del índice de condición de pavimento”; en el siguiente estudio se planteó como objetivo principal determinar el estado actual del pavimento asfáltico de la vía Huánuco- Kotosh siguiendo el procedimiento del método PCI (Norma ASTM D6433). Con un diseño transversal descriptivo

comparativo, con una muestra de 3 469 metros lineales de vía, que hacen 22 651.20 metros cuadrados de pavimento asfáltico, al cual se le dividió en 98 unidades de acuerdo al método PCI y se realizó la inspección visual de campo a cada una de ellas para obtener información de las fallas que presentan, luego se procesó la información en el programa EvaiPavCar. Cuyos resultados del estudio fue, se encontraron 89 unidades en condiciones aceptables y 9 unidades singulares o llamadas unidades críticas, las cuales se encuentran en condiciones inferiores al de su entorno, todo ello nos da un valor promedio PCI de 86. Se establece que las fallas encontradas en el pavimento asfáltico de toda la vía, el 59.62 % es debido a factores de carga, 12.88% a factores climáticos y 27.50% a otros factores. Esta investigación concluye que se encontró un promedio de estado del pavimento asfáltico se encuentra en condición excelente con riesgo a caer a muy bueno de acuerdo a la clasificación de la escala que indica el método PCI, además se estable las operaciones de mantenimiento para mejorar su condición actual.

Vidal Ascencio (2016), desarrollo en Huánuco su estudio sobre: “Medición y comparación de la rugosidad en pavimentos de la ciudad de mediante Smartphone y un método tradicional”; donde planteó como objetivo principal determinar el estado en que se encuentran a partir de un método innovador que consiste en la utilización de una aplicación para Smartphone que lo denominan Roadroid; los resultados mostrados se puede concluir que en la ciudad de Huánuco, la mayor parte las calzadas presentan desgaste e irregularidades, por lo que su IRI es elevado (5.96). Esto se puede explicar debido a que el clima es más agresivo en comparación a otras ciudades del

país. En temporadas de lluvias, estas suelen desgastar el pavimento e incrementar el IRI con el paso del tiempo. Lo mismo sucede con sus alrededores, como en el caso de la carretera “la colectora” y la carretera central (tramo Huánuco-Tingo María). Ambas presentaron un IRI elevado (6.6 y 5.85 respectivamente), ocasionado por las lluvias y los Huaycos, que tienden a ser un problema que suele ocurrir cada año, ocasionando daños a las carreteras, por lo que encontrar desgastes e imperfecciones superficiales mientras se recorre estas calzadas suele ser común. En el caso de la carretera al aeropuerto y la carretera a la cueva de las lechuzas, en ambas se realizaron trabajos de mantenimiento recientemente, por lo que encontrar un IRI bajo (1.64 y 1.8 respectivamente) era de esperarse. Cabe recalcar que en el caso de la carretera al aeropuerto se consideró el valor de 1.64, pues este valor se obtuvo despreciando los rompe muelles y badenes, los cuales tienen una gran influencia en los resultados finales y no son factores a considerar para el cálculo del IRI, pues no son irregularidades ni imperfecciones superficiales de las calzadas. Se demostró que el roadroid proporciona valores parecidos a los que se obtiene usando mira y nivel, pero de manera mucho menos compleja. También se puede aseverar que el roadroid no tiende a incrementar demasiado el IRI producto de las variaciones de pendiente ni al inicio de la recolección de datos, por lo que sería más ventajoso usarlo en carreteras con pendiente variable y en tramos largos. De igual manera, las horas hombre empleadas con el roadroid son mucho menores a las empleadas usando mira y nivel, por lo que el rendimiento de este programa es mejor. Además, se observó que el IRI obtenido a partir de datos recolectados con mira y nivel tiende a estabilizarse y se parecen a los valores obtenidos con roadroid,

además proporciona valores de cIRI más parecidos al el RI si la velocidad aumenta. A partir de la figura 86 se puede deducir que con velocidades mayores o iguales a 67 Km/h, la relación se hace más tangible y se podría aseverar que existe como tal. Es decir, que, a mayores velocidades, el cIRI y el RI se asemejan más. Sin embargo, también se pudo notar que el cIRI a veces difiere mucho del el RI cuando el IRI de la carretera es elevado, es decir, cuando la pista presenta un gran número de irregularidades superficiales. Igualmente, cabe recalcar que, pese a que Huánuco se encuentra a una altura de 1912 msnm aproximadamente, el Roadroid no presentó problema alguno en su funcionamiento durante las recolecciones de datos efectuadas.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTO

Según la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario. Desde un punto de vista de la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. Desde un punto de vista del usuario el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella, debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

Para Rico y Del Castillo (2011) dice que “un pavimento es la superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto”. Este concepto es aplicado al punto de vista del usuario que al hacer uso de las vías de tránsito encuentre un servicio que haya sido concebido, diseñado y construido pensando en mejorar y mantener condiciones óptimas para el tránsito de personas, de bienes y servicios en la medida que alcance su vida útil.

El pavimento es definido “como la estructura integral de capas superpuestas, generalmente horizontales denominadas subrasante, subbase, base y carpeta, colocadas hasta coronar la rasante y destinada a permitir el tránsito vehicular. Se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados”. (Corea y asociados, 2008).

Asimismo, Huamán Guerrero (2013), define al pavimento como una estructura que descansa sobre el terreno de fundación (subrasante), conformado por capas de materiales de diferentes calidades cuyos espesores están dados de acuerdo al diseño del proyecto y construido con la finalidad de soportar cargas estáticas y móviles en su tiempo de vida útil. Los pavimentos se clasifican básicamente en pavimentos asfálticos e hidráulicos y se diferencian en cómo están conformados cada uno y como se distribuyen las cargas sobre ellos.

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS

Para la clasificación de pavimentos se ha tenido en cuenta como es la distribución de cargas recibidas de la carpeta de rodadura a la subrasante,

además existen reemplazos de una o varias capas por diversos factores como, por ejemplo, el soporte de la subrasante, la clase de material a usarse, la intensidad de tránsito, entre otros.

Pueden Identificarse 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que presenta

▪ PAVIMENTOS FLEXIBLES

Llamado también pavimento asfáltico, conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle; la base y la subbase, todas apoyadas sobre la subrasante.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 a 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil o de servicio.

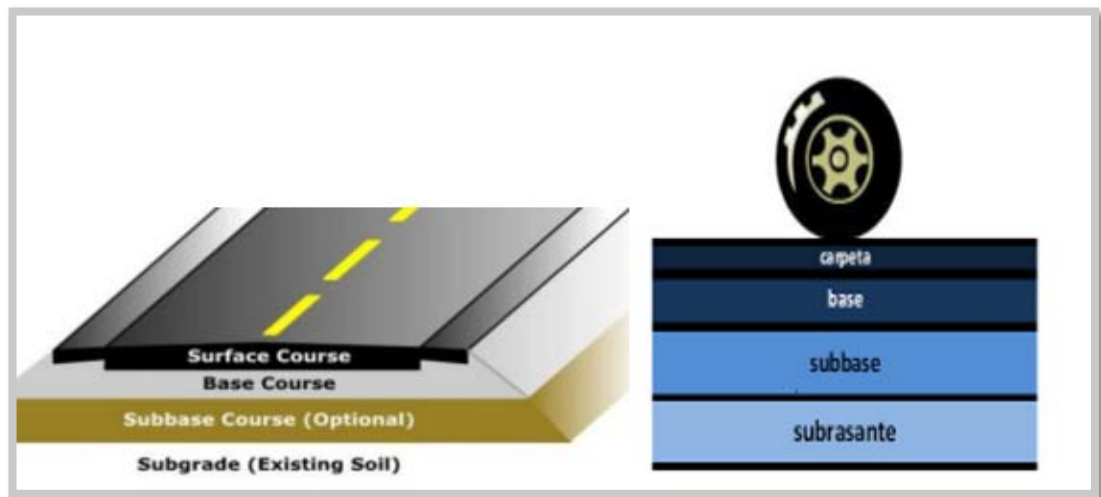


Figura 1. Esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible.

Fuente: GP Maintenance Solutions "Asphalt Repair & Maintenance"

▪ PAVIMENTOS RÍGIDOS

Llamado también pavimento hidráulico, se compone de losas de concreto que algunas veces presentan acero de refuerzo, esta losa va sobre una base granular y sobre la subrasante. Este tipo de pavimentos no permite deformaciones de las capas inferiores.

El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de losas.

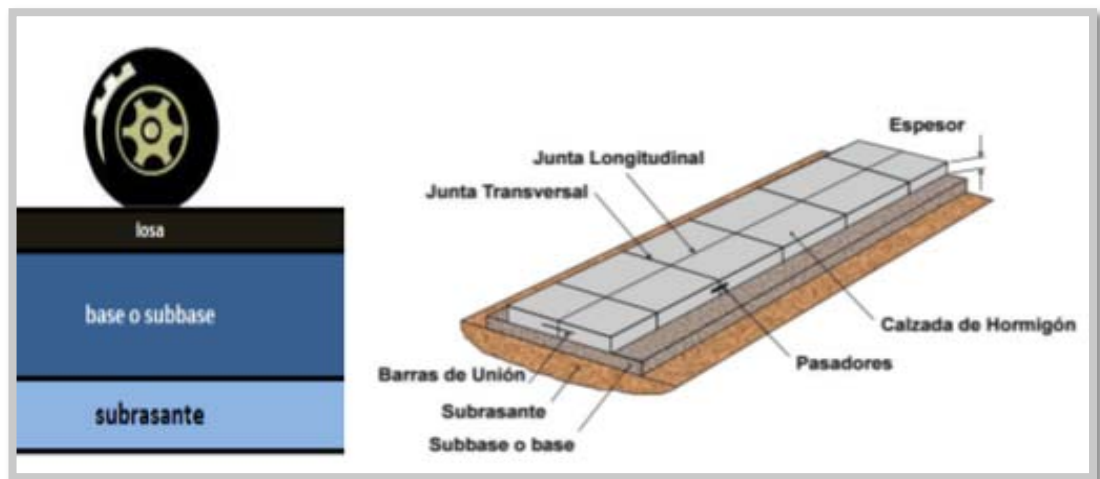


Figura 2. Esquema típico del paquete estructural de un pavimento rígido.

Fuente: American Concrete Pavement Association (ACPA)

▪ PAVIMENTOS MIXTOS

Llamado también pavimento híbrido, es una combinación de flexible y rígido, se colocan bloques de concreto prefabricado en lugar de la carpeta asfáltica. El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que los bloques producen una ligera vibración en los autos

al circular sobre ellas. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.

Otro tipo de pavimentos mixtos son aquellos pavimentos de superficie asfáltica contruidos sobre pavimento rígido. Este pavimento, trae consigo un tipo particular de falla, llamada fisura de reflexión de junta.

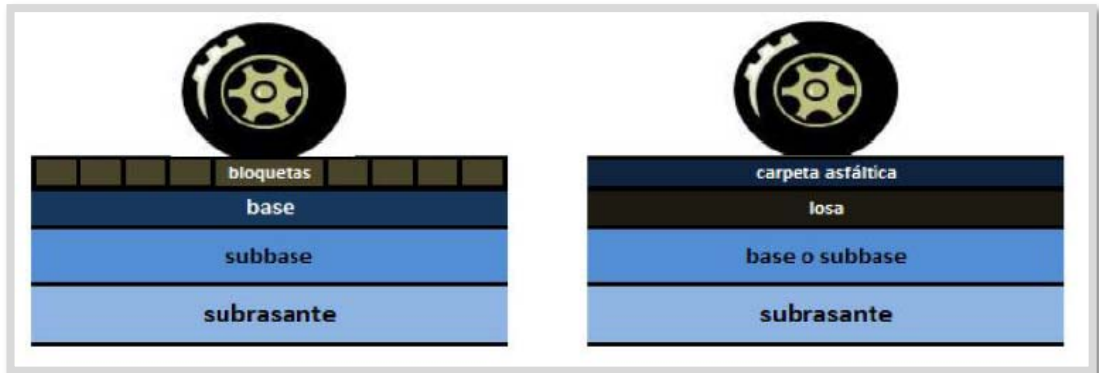


Figura 3. Esquema típico del paquete estructural de pavimentos mixtos.

Fuente: Rodríguez Velásquez, E. (2009).



Figura 4. Pavimento asfáltico, Hidráulico y mixto

Fuente: Rodríguez Velásquez, E. (2009).

▪ **COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS**

El comportamiento estructural de un pavimento frente a cargas externas varía según las capas por las que se compone el pavimento. La principal diferencia entre el comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos es la forma en que se distribuyen las cargas. En un pavimento flexible, la distribución de la carga está determinada por las características del sistema de capas que lo componen. Las capas de mejor calidad están cerca de la superficie donde las tensiones son mayores, y estas cargas se distribuyen del más alto al más bajo a medida que se va profundizando en niveles más bajos. En el lado de pavimentos rígidos, la losa es la capa que asume casi toda la

carga. Las capas debajo de la losa, en términos de resistencia, son despreciables.

En cuanto a los pavimentos rígidos, las cargas se distribuyen uniformemente debido a la rigidez del concreto, lo que resulta en tensiones muy bajas en la subrasante. Por otro lado, los pavimentos flexibles tienen menos rigidez, por lo que se deforma más que la rígida y se producen mayores tensiones en la subrasante.

2.2.3. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL

Las evaluaciones tanto funcionales como estructurales determinan todos los posibles deterioros tanto de severidad leve, media o alta que se encuentran presentes en el pavimento, dependiendo al tipo de pavimento al que se quiera someter una evaluación se realizaran diferentes tipos de estudios en su estructura.

Los factores que causan de mayor incidencia de daño a un pavimento son: el tráfico, el agua y clima. Asimismo, las constantes cargas repetitivas y un mal drenaje de la vía, son los que originan los daños a un pavimento. El pavimento puede ser evaluado mediante tres distintas formas:

- a) Inspección visual.
- b) Ensayos no destructivos.
- c) Ensayos destructivos.

El presente estudio se enfoca a las dos primeras formas, inspección visual y a ensayos no destructivos así conforme lo establece esta metodología de evaluación

2.2.4. MÉTODO DE EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS (PAVEMENT CONDITION INDEX - PCI).

El método de evaluación de pavimentos PCI, fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la armada de Estados Unidos en 1978. El objetivo de este estudio fue desarrollar un Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para carreteras y calles para proveer al ingeniero de un método estándar para evaluación de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, y de un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimentos.

El grado de deterioro de un pavimento estará dado en función del tipo de falla, su severidad (ancho de grieta, etc.) y de su densidad (% del área afectada). (13 Cfr. Gutiérrez, 1994).

Del mismo modo Cerrón Bermúdez (2006), sostiene que el PCI, es una de las metodologías más completas para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos flexibles y rígidos dentro de los modelos viales, la metodología no requiere herramientas especializadas más allá de la que constituye el sistema, el deterioro de la estructura de un pavimento usan función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo, de los cuales el PCI cuenta con un índice numérico que varía desde(0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta (100) para un pavimento en perfecto estado. Además, el cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de

la condición del pavimento en la cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño, el PCI se desarrolló con el propósito de obtener el índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie

Tabla 1. Rangos de calificación del PCI

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS	CONDICIÓN
100- 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy malo
10 – 0	Fallado

Fuente: Vásquez Varela ,2002 Manual del método PCI

DEFINICIÓN DE FALLA

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga. Un factor que influye en el comportamiento de los pavimentos es el tipo de carga que se le aplica y la velocidad con que ello se hace. Los pavimentos están sujetos a cargas móviles, y el hecho que las cargas actuantes sean repetitivas afectan a la resistencia de las capas de pavimento de relativa rigidez, por lo que en el caso de los pavimentos flexible este efecto se presenta sobre todo en las carpetas y las bases estabilizadas.

MANUAL DE DAÑOS

Cuando se realiza la inspección de daños, se evalúa la calidad de tránsito, para determinar el nivel de severidad tales como corrugaciones y el cruce de la vía férrea

L: (Low: Bajo). Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad.

M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable con el fin de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo. La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal. (Vásquez Varela ,2002)

2.2.5. MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO ASFALTICO SEGÚN EL PCI

Este sistema considera dentro de sus fichas técnicas de inspección a 19 daños que se producen comúnmente en este tipo de pavimentos a los cuales lo define de la siguiente manera a cada una de las diferentes fallas (Vásquez Varela, 2002)

2.2.5.1. PIEL DE COCODRILO

Son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Siendo su unidad de mediada en m².

L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

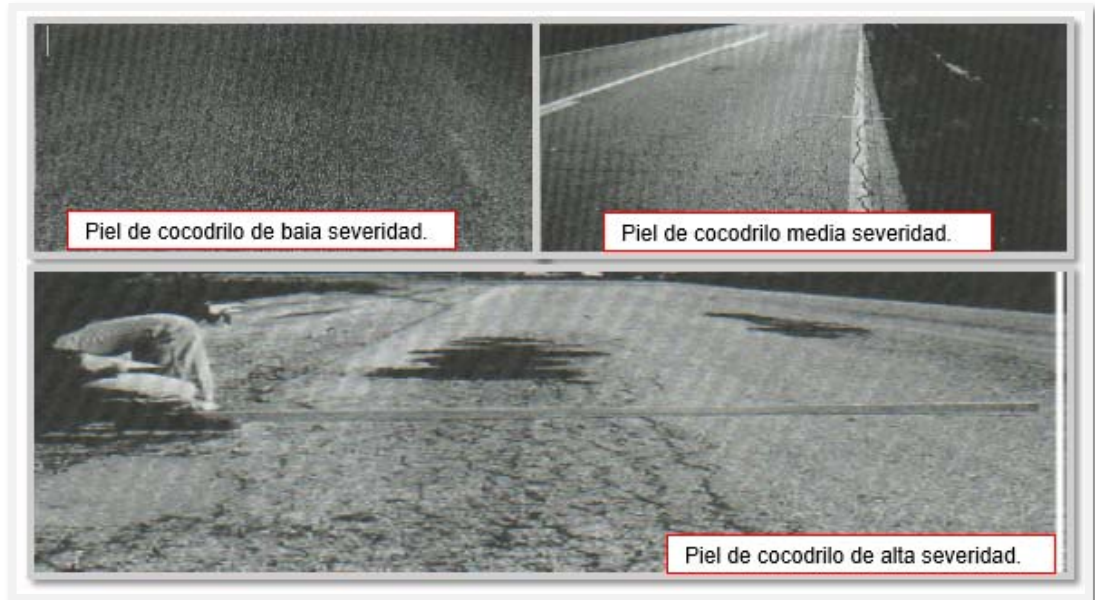


Figura 5. Piel de cocodrilo de acuerdo a la severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002. pg. 11

2.2.5.2. Exudación

Según cómo define esta metodología la exudación es “una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa, la exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Su unidad de medida es en m²”.

Niveles de severidad.

L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.



Figura 6. Exudación de acuerdo a la severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.3. Agrietamiento en bloque

Son grietas que comúnmente se encuentran interconectadas unas con otras, siendo por lo general rectangulares. Según el PCI Índice de Condición de Pavimento dice que “los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.30 m a 3.0 m x 3.0 m. son originadas principalmente por la contracción del

concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Se mide en metros cuadrados de área afectada”.

Niveles de severidad.

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.



Figura 7. Agrietamiento de acuerdo a la severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.4. Abultamientos (BUMPS) y hundimientos (SAGS)

Los abultamientos se pronuncian en pequeños desplazamientos hacia la superficie del pavimento. Su unidad de medida es en metros lineales. Niveles de severidad

L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.



Figura 8. Abultamientos y hundimientos de acuerdo a la severidad.

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.5. Corrugación

Esta metodología define que “La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Se mide en metros cuadrados de área afectada”.

Niveles de severidad

L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.



Figura 9. Corrugación de acuerdo a la severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.6. Depresión

Esta falla solo es visible después de una lluvia, porque queda almacenada en ella. En un pavimento seco esta falla puede localizarse gracias a las manchas que puedan quedar almacenada por una llovizna. Su unidad de medida es en m².

Niveles de severidad.

Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

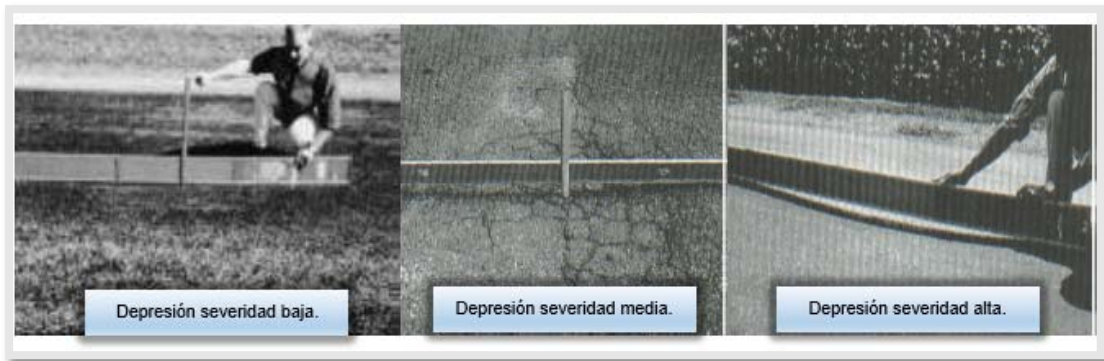


Figura 10. Depresión de acuerdo a la severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.7. Grieta de borde

Esta falla generalmente se encuentra entre 0.30 y 0.60 m del borde del pavimento. Según el PCI dice que “Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. La grieta de borde se mide en metros lineales”.

Niveles de severidad.

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.



Figura 11. Grieta de borde por severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.8. Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de cemento Portland)

Según EL PCI (Índice de Condición del Pavimento), este daño solo se presenta cuando un pavimento asfáltico es construido sobre una losa de concreto. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Su unidad de medida es en metros lineales.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

- Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
- Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
- Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
- Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
- Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
- Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

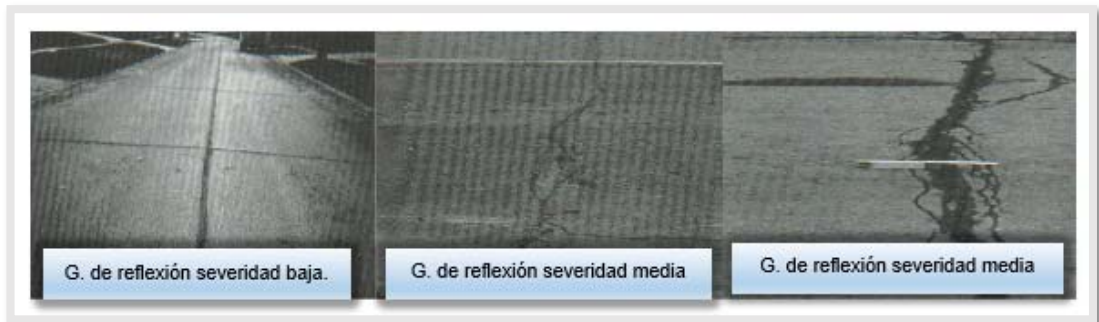


Figura 12. Grieta de Reflexión por severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.9. Desnivel carril / Berma

Este daño se presenta cuando se erosiona la berma. Su unidad de medida es en metros lineales.

Niveles de severidad.

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.



Figura 13. Desnivel carril – Berma por severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.10. Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento Pórtland)

Este tipo de falla que corresponde a las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento, las cuales pueden ser provocadas por: Una junta de carril del pavimento con poca adherencia de pegue lateral, como también la contracción de la superficie de concreto asfáltico a causa de las bajas temperaturas. Su unidad de medida es metros lineales.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

- Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
- Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
- Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
- Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
- Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
- Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

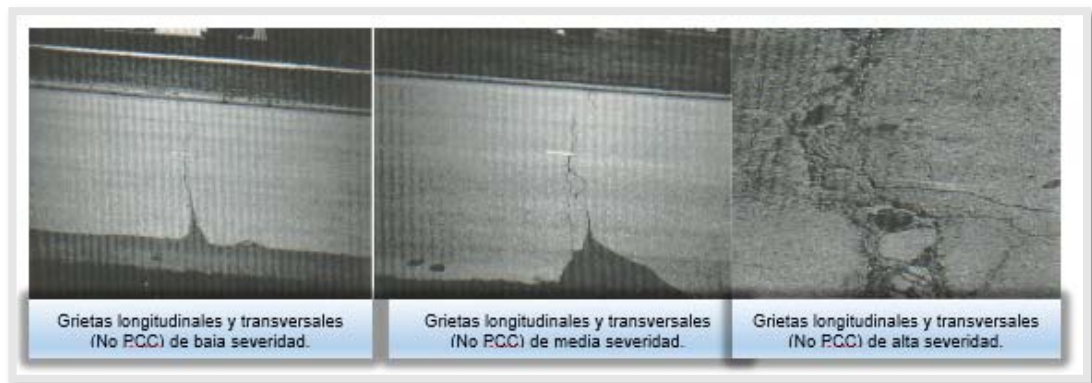


Figura 14. Grietas longitudinales y transversales por severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.11. Parcheo

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Los parches se miden en metros cuadrados de área afectada.

Niveles de Severidad.

L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.



Figura 15. Parcheo y acometidas de Servicios Públicos.

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.12. Pulimento de agregados

Se produce por la acción repetitiva de cargas de tránsito. Su unidad de medida es en m².

Niveles de severidad.

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Las opciones de reparamiento. No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta, fresado y sobrecarpeta.



Figura 16. Pulimento de agregados

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.13. Baches - Huecos

Los Baches son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.



Figura 17. Huecos por severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.14. Ahuellamiento

Esta falla se debe a una depresión en la parte inferior de la carpeta asfáltica, y su unidad es medida en metros cuadrados.

Niveles de severidad

Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.



Figura 18. Ahuellamiento por severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.15. Desplazamiento

El pronunciamiento de esta falla se da a través de un desplazamiento longitudinal, que por lo general a una excesiva carga de tránsito. Su unidad de medida es en metros cuadrados.

Niveles de severidad

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.



Figura 19. Desplazamiento por severidad

Fuente: Vásquez Varela, 2002

2.2.5.16. Grietas parabólicas

Según la metodología del PCI define que el pronunciamiento de esta falla es a causa de las ruedas que frenan e inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Se mide en metros cuadrados.

Nivel de severidad

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
- El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
- El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.



Figura 20. Grietas Parabólicas según severidad

Fuente: Método PCI. Vásquez Varela, 2002

2.2.5.17. Hinchamiento

Esta falla se pronuncia por una onda gradual a largo del pavimento, por lo general mayor a 3.00 m. su unidad de medida es en metros cuadrados de área afectada.

Nivel de severidad

L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.



Figura 21. Hinchamiento por severidad alta

Fuente: Método PCI. Vásquez Varela, 2002

2.2.5.18. Meteorización / Desprendimiento de agregados

Es generada por la pérdida del ligante asfáltico a una deficiente calidad de agregados, y es medida en metros cuadrados.

Las recomendaciones de reparación para este tipo de falla, estandarizada por el PCI, será teniendo en cuenta la severidad y cantidad de las mismas. Para ello utiliza en su formulación de los siguientes ítems para la reparación. Se tomará en cuenta los niveles de severidad para determinar el grado de fallas en el pavimento flexible:

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

- **L:** No se debe nada.
- **M:** se hace una reparación parcial.
- **H:** se hace una reparación total del daño o una reconstrucción.



Figura 22. Meteorización y desprendimiento por severidad

Fuente: Método PCI. Vásquez Varela, 2002

2.2.6. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

La evaluación de pavimentos consiste en un estudio, en el cual se presenta el estado en el que se halla la estructura y la superficie del pavimento, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de conservación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil del pavimento, en este sentido es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

a) IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las medidas correctivas oportunas, consiguiendo con ellas, cumplir el objetivo de una serviciabilidad óptima al usuario.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio, previniendo una futura mayor inversión.

b) EVALUACIÓN SUPERFICIAL

Se entiende por evaluación superficial o funcional, aquella evaluación realizada en una vía con el objeto de determinar los deterioros que afectan al pavimento y al usuario, y conocer el estado en el que se encuentra el mismo. Existen diferentes métodos para la evaluación superficial de los pavimentos. Estos métodos son sencillos de aplicar y no requieren de equipos experimentados. La evaluación visual que se realiza, es una de las herramientas más importantes en la aplicación de estos métodos, y forma parte esencial de toda la investigación. La evaluación se realiza generalmente en dos etapas, una inicial y otra detallada. (Gutiérrez, 1994) La evaluación inicial se realiza con el fin de hacer una inspección general del proyecto. Esta tarea se realizará recorriendo el camino ya sea mediante un desplazamiento personal o por vehículo para determinar la serviciabilidad que está brindando el pavimento, finalmente será abarcando todo el tramo de vía a evaluar. La evaluación detallada consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella y realizando la recopilación de datos necesarios, en donde es necesario describir a todo tipo de falla encontrados en función a su severidad, frecuencia y ubicación, así como otra información que se considere necesaria. La evaluación superficial debe ser definida de manera de periódica, con el fin de determinar la naturaleza y extensión de los deterioros en el pavimento; ya que tales datos son extremadamente importantes debido al impacto directo que

tienen sobre el comportamiento del pavimento existente y sobre aquellas capas de refuerzo posteriores. Este tipo de evaluación es también importante porque permite determinar el tratamiento más adecuado que requiere la superficie del pavimento antes de colocar la sobrecapa de refuerzo. La evaluación superficial comprende los siguientes pasos: primero, identificar las fallas y las posibles causas de las mismas. Después, se ubican las fallas en una hoja de evaluación de acuerdo al método a aplicar. Luego, se determina el grado de severidad y la extensión de las fallas. Seguidamente, se cuantifica en gabinete la información recogida en el campo. Inmediatamente, se emite un informe con el análisis del tramo evaluado. Finalmente, se determinan los tratamientos y reparaciones adecuados. (Gutiérrez, 1994)

Tabla 2. Formato de levantamiento visual de daños en el pavimento asfáltica .

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR			FECHA			
<input type="text"/>			<input type="text"/>			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Figura 1. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

Fuente: Método PCI. Vásquez Varela, 2002

2.3.DEFINICIONES CONCEPTUALES

- 1) **Condición del pavimento:** Representa el nivel de degradación como resultado del proceso de deterioro. La determinación de la condición del pavimento depende de los defectos de la superficie, las deformaciones permanentes, la irregularidad longitudinal, deflexión recuperable, capacidad estructural del pavimento, las solicitaciones de tráfico y la adherencia entre la rueda y el pavimento, las evaluaciones requeridas se resumen como: superficial, estructural, funcional, adherencia, solicitaciones de tráfico y global de informaciones. (Gutiérrez, 1994)
- 2) **Confiabilidad:** Es la probabilidad de que el pavimento que se ha estructurado, se pueda comportar satisfactoriamente bajo las características que se han definido y cumpla con el periodo de vida útil para el cual fue diseñado (AASTHO, 2001)
- 3) **Conservación deficiente.** - Técnicas inadecuadas del mantenimiento y muchas veces ausencia del mismo. Se observa que muchas vías de diferente tipo de importancia no reciben un mantenimiento rutinario ni periódico. corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y el futuro estimado. (Gutiérrez, 1994).
- 4) **Fallas estructurales:** Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir las solicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos.

- 5) Fallas superficiales:** Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a los deterioros en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada. (Céspedes Abanto, 2002)
- 6) Mejoramiento:** Son obras que se ejecutan para elevar de manera sustancial el estándar de la vía, a efectos de atender en forma oportuna y adecuada nuevas exigencias por cambios en las condiciones del tránsito, en la seguridad u otros aspectos. El mejoramiento implica el redimensionamiento de la capacidad funcional, estructural y de seguridad de la calzada y/o los demás elementos de la infraestructura vial. Tomado de (Risco y Leguía, 2016)
- 7) Niveles de servicio:** Son indicadores que califican y cuantifican el estado de la infraestructura vial, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales puede evolucionar su condición superficial, funcional, estructural, de los factores de seguridad. Gutiérrez, 1994)
- 8) Obras de conservación vial:** Son obras que se ejecutan para preservar la infraestructura vial, con el fin de que pueda prestar el servicio para el cual fue diseñada y construida. forman parte de esta categoría las obras de mantenimiento periódico, rutinario de prevención y atención de emergencias, las obras de rehabilitación, y las obras de puesta a punto incluidas en un programa de conservación de una vía existente. (Gutiérrez, 1994)
- 9) Red de pavimento.** Es el conjunto de pavimentos a ser administrados, es una sola entidad y tiene una función específica. Por ejemplo, un aeropuerto o una avenida, es una red de pavimento. (Rico y del Castillo ,2011)

10) Reparación: Son trabajos selectivos y en zonas específicas o puntuales, tanto en la calzada como en los demás elementos de la infraestructura vial, y tienen por objeto restablecer la condición superficial, funcional, estructural y/o de seguridad del área afectada, para asegurar los niveles de servicio requeridos la necesidad de ejecutar una reparación puede surgir producto de una insuficiencia en la elaboración del proyecto, una mala práctica en la ejecución de las obras, la presencia de un “punto crítico”, o simplemente por las consecuencias de un fenómeno natural. La reparación puede implicar la ejecución de demoliciones parciales o totales previas, y dada su naturaleza, debe incluir mejoras en la zona específica o puntual en tratamiento. Tomado de (Risco y Leguía, 2016)

11) Severidad: Criticidad del deterioro o percepción que se tiene sobre el pavimento, gravedad de daño del pavimento. (Shanin, 2005).

12) Tramo de pavimento. Un tramo es una parte identificable de la red de pavimento. Por ejemplo, cada camino o estacionamiento es un tramo separado. (Rico y del Castillo ,2011)

13) Tránsito vehicular: Acción de ir o pasar de los vehículos de un punto a otro por vías públicas. (RNE, 2010).

14) Unidad de muestra del pavimento. Es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de 225 +/- 93 m², si el pavimento no es exactamente divisible entre 2500 o para acomodar condiciones de campo específicas. (Gutiérrez, 1994)

2.4. Hipótesis

H1: Mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) se conocerá el estado actual de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600-51+600, Yanahuanca- Cerro de Pasco 2019.

H0: Mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) no se conocerá el estado actual de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca- Cerro de Pasco 2019.

2.5. Sistema de variables

Variable Dependiente

Evaluación de pavimentos flexibles

Variable Independiente

Método Pavement Condition Index (PCI)

2.6. Operacionalización de variables (dimensiones e indicadores).

2.2.7. TABLA 1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<p>Variable dependiente</p> <p>Evaluación de pavimentos Flexibles</p>	<p>La evaluación de una vía es todo un sistema de planificación enfocado bajo parámetros técnicos que pueden ser mecanizados o no para poder determinar y conocer la capacidad estructural del pavimento. (Vergel 2014).</p>	<p>La evaluación de la vía es realizada con el objetivo de conocer los deterioros, grado de severidad y densidad que afectan al pavimento,</p>	<p>Trabajos de gabinete</p> <p>Evaluación de la rodadura de la superficie</p> <p>Indicadores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de datos • Procesamiento de los datos (PCI) • Resultados de la evaluación • Conclusiones de la evaluación • Recomendaciones post evaluación 	<p>Nominal</p>
<p>Variable independiente</p> <p>Método Pavement Condition Index (PCI)</p>	<p>El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en optimo estado (Varela 2002)</p>	<p>El propósito que tiene esta metodología es establecer la condición del pavimento mediante inspecciones visuales de la superficie de los pavimentos.</p>	<p>Información preliminar</p> <p>Trabajos de campo</p> <p>Indicadores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa geográfico de ubicación del estudio • Características de la zona • Mantenimiento temporal de la vía • Toma de medidas según tipo de fallas y su extensión en m2, ml • Clasificación de tipo de falla (baja, media y alta) • Evaluación del tramo severidad, cantidad y densidad. 	<p>Nominal</p>

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por su finalidad de estudio, la presente investigación de acuerdo a las variables planteadas, el objetivo general y objetivos específicos de la investigación es de tipo aplicativo tal como lo sostiene Salinas (2008), donde manifiesta que los estudios aplicados solucionan un problema de inmediato, se apoyan en los hallazgos y los descubrimientos sobre la investigación ordenada, en este caso el método PCI (índice de condición de pavimento) para determinar la situación actual de la muestra en estudio.

3.2. ENFOQUE

El enfoque del presente estudio es mixto ya que abarca dos tipos: cualitativo y cuantitativo. Es cualitativa, porque para el cálculo del PCI obtendremos resultados descriptivos como excelente, muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo y fallado; por otro lado, es también cuantitativa porque el resultado que proporcione el PCI tendrá 7 escalas numéricas que van desde el 0 hasta el 100. (Hernández, R., Mendoza, C, 2018)

3.3. ALCANCE O NIVELES.

La presente investigación es descriptiva, según Hernández y Mendoza (2018). Porque busca especificar las características más importantes de la unidad de análisis y se recogió información de manera conjunta sobre las

variables de estudio, aplicación del método PCI (Índice de condición de pavimento).

3.4.DISEÑO.

El diseño empleado en el estudio corresponde a los no experimentales según lo sostiene (Hernández, et al. 2010, p. 149). Ya que estos estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observaron los fenómenos en su ambiente natural para después se analizó el tipo de daño, la severidad y la densidad de la carretera pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco.

El gráfico que le corresponde a este diseño es el siguiente:

x ----- O ----- y

Dónde:

X = Aplicación del método PCI

O = Muestra

Y = Evaluación de la superficie

3.4.1. POBLACIÓN

En una investigación, la población se refiere al grupo a quienes se pretende generalizar los resultados. Esta puede conformarse por individuos, objetos, fenómenos o acontecimientos y deben presentar características comunes para que se comporten como grupo. La población es un conjunto de sujetos u objetos con características comunes, observables y susceptibles de medir y hacer inferencias (Bernal, 2010, p. 160).

En este estudio de la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco.

3.4.2. MUESTRA

Para Hernández, et al. (2014), la muestra se considera como un subconjunto de la población, objetos u otros y que reportan información relevante, para lo cual se tiene que definir correctamente y debe ser un subconjunto representativo. (p.173).

Para el presente estudio la muestra fue de tipo probabilística ya que lo obtenemos utilizando la siguiente formula, recomendada en el PCI (Índice de condición de pavimento).

Tabla 2. Longitudes de unidades de muestreo

Ancho de calzada (M)	Longitud de la unidad de muestreo(m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Método PCI (Varela, 2002)

El ancho de la calzada de la carretera es de 7.30 m. Por lo tanto, de acuerdo a la tabla de longitud de unidad de muestreo, corresponde L= 31.50 m.

Con estos valores obtenemos el área de unidad de muestras igual A= 229.95 m²; calculamos el número total de muestras para el tramo.

$$N = 5000.00 / 31.50$$

$$N = 158.73 \sim N = 159 \text{ UM}$$

Debido a que el proyecto tiene una longitud mayor a 5 Km. El cual es muy extensa, el manual del PCI nos sugiere realizar el cálculo del valor “n” que es un número aleatorio de muestras mucho menor.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

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

σ: Desviación estándar del PCI entre las unidades. (*σ*=10)

$$n = \frac{159 \times (10)^2}{\frac{(5)^2}{4} \times (159 - 1) + 10^2} = 14.62 \sim n = 15$$

formula:

$i = \frac{N}{n}$ En ese sentido la muestra para el siguiente estudio fue 15 unidades de muéstrales.

Selección de las unidades de Muestreo para la inspección de acuerdo al método PCI, las unidades elegidas tienen que estar igualmente espaciadas a lo largo del pavimento y que la primera se elija al azar, técnica que se la conoce como “sistema aleatorio”. Para sacar las unidades de muestreo para la inspección aplicaremos la siguiente

$$i = \frac{159}{15}$$

$$i = 10.6 = 10$$

En consecuencia, el intervalo de muestreo será igual 10, para lo cual elegiremos una unidad de muestra al azar, para el siguiente proyecto optaremos por el 3, en ese sentido las unidades de muestreo ser inspeccionadas fueron: UM3, UM13, UM23, UM33, UM43, UM53, UM63, UM73, UM83, UM93, UM103, UM113, UM123, UM133, UM143.

Tabla 3. Unidades muestrales de la progresiva Yanahuanca.

UM 1 0+000,00 - 0+031,50	UM 2 0+ 031,50 - 0+063,00	UM 3 0+063,00 - 0+094,50	UM 4 0+094,50 - 0+126,00	UM 5 0+126,00 - 0+157,50	UM 6 0+157,50 - 0+189,00	UM 7 0+189,00 - 0+220,50	UM 8 0+220,50 - 0+252,00	UM 9 0+252,00 - 0+283,50	UM 10 0+283,50 - 0+315,00	UM 11 0+315,00 - 0+346,50	UM 12 0+346,50 - 0+378,00	UM 13 0+378,00 - 0+409,50	UM 14 0+409,50 - 0+441,00	UM 15 0+441,00 - 0+472,50
UM16 0+472,50 - 0+504,00	UM17 0+504,00 - 0+535,50	UM18 0+535,50 - 0+567,00	UM19 0+567,00 - 0+598,50	UM20 0+598,50 - 0+630,00	UM21 0+630,00 - 0+661,50	UM22 0+661,50 - 0+693,00	UM23 0+693,00 - 0+724,50	UM24 0+724,50 - 0+756,00	UM25 0+756,00 - 0+787,50	UM26 0+787,50 - 0+819,00	UM 27 0+819,00 - 0+850,50	UM 28 0+850,50 - 0+882,00	UM 29 0+882,00 - 0+913,50	UM 30 0+913,50 - 0+945,00
UM 31 0+945,00 - 0+976,50	UM 32 0+976,50 - 1+008,00	UM 33 1+008,00 - 1+039,50	UM 34 1+039,50 - 1+071,00	UM 35 1+071,00 - 1+102,50	UM 36 1+102,50 - 1+134,00	UM 37 1+134,00 - 1+165,50	UM 38 1+165,50 - 1+197,00	UM 39 1+197,00 - 1+228,50	UM 40 1+228,50 - 1+260,00	UM 41 1+260,00 - 1+291,50	UM 42 1+291,50 - 1+323,00	UM 43 1+323,00 - 1+354,50	UM 44 1+354,50 - 1+386,00	UM 45 1+386,00 - 1+417,50
UM46 1+417,50 - 1+449,00	UM 47 1+449,00 - 1+480,50	UM 48 1+480,50 - 1+512,00	UM 49 1+512,00 - 1+543,50	UM 50 1+543,50 - 1+575,00	UM 51 1+575,00 - 1+606,50	UM 52 1+606,50 - 1+638,00	UM 53 1+638,00 - 1+669,50	UM 54 1+669,50 - 1+701,00	UM 55 1+701,00 - 1+732,50	UM 56 1+732,50 - 1+764,00	UM 57 1+764,00 - 1+795,50	UM 58 1+795,50 - 1+827,00	UM 59 1+827,00 - 1+858,50	UM 60 1+858,50 - 1+890,00
UM 61 1+890,00 - 1+921,50	UM 62 1+921,50 - 1+953,00	UM 63 1+953,00 - 1+984,50	UM 64 1+984,50 - 2+016,00	UM 65 2+016,00 - 2+047,50	UM 66 2+047,50 - 2+079,00	UM 67 2+079,00 - 2+110,50	UM 68 2+110,50 - 2+142,00	UM 69 2+142,00 - 2+173,50	UM 70 2+173,50 - 2+205,00	UM 71 2+205,00 - 2+236,50	UM 72 2+236,50 - 2+268,00	UM 73 2+268,00 - 2+299,50	UM 74 2+299,50 - 2+331,00	UM 75 2+331,00 - 2+362,50
UM 76 2+362,50 - 2+394,00	UM 77 2+394,00 - 2+425,50	UM 78 2+425,50 - 2+457,00	UM 79 2+457,00 - 2+488,50	UM 80 2+488,50 - 2+520,00	UM 81 2+520,00 - 2+551,50	UM 82 2+551,50 - 2+583,00	UM 83 2+583,00 - 2+614,50	UM 84 2+614,50 - 2+646,00	UM 85 2+646,00 - 2+677,50	UM 86 2+677,50 - 2+709,00	UM 87 2+709,00 - 2+740,50	UM 88 2+740,50 - 2+772,00	UM 89 2+772,00 - 2+803,50	UM 90 2+803,50 - 2+835,00
UM 91 2+835,00 - 2+866,50	UM 92 2+866,50 - 2+898,00	UM 93 2+898,00 - 2+929,50	UM 94 2+929,50 - 2+961,00	UM 95 2+961,00 - 2+992,50	UM 96 2+992,50 - 3+024,00	UM 97 3+024,00 - 3+055,50	UM 98 3+055,50 - 3+087,00	UM 99 3+087,00 - 3+118,50	UM 100 3+118,50 - 3+150,00	UM 101 3+150,00 - 3+181,50	UM 102 3+181,50 - 3+213,00	UM 103 3+213,00 - 3+244,50	UM 104 3+244,50 - 3+276,00	UM 105 3+276,00 - 3+307,50
UM 106 3+307,50 - 3+339,00	UM 107 3+339,00 - 3+370,50	UM 108 3+370,50 - 3+402,00	UM 109 3+402,00 - 3+433,50	UM 110 3+433,50 - 3+465,00	UM 111 3+465,00 - 3+496,50	UM 112 3+496,50 - 3+528,00	UM 113 3+528,00 - 3+559,50	UM 114 3+559,50 - 3+591,00	UM 115 3+591,00 - 3+622,50	UM 116 3+622,50 - 3+654,00	UM 117 3+654,00 - 3+685,50	UM 118 3+685,50 - 3+717,00	UM 119 3+717,00 - 3+748,50	UM 120 3+748,50 - 3+780,00
UM 121 3+780,00 - 3+811,50	UM 122 3+811,50 - 3+843,00	UM 123 3+843,00 - 3+874,50	UM 124 3+874,50 - 3+906,00	UM 125 3+906,00 - 3+937,50	UM 126 3+937,50 - 3+969,00	UM 127 3+969,00 - 4+000,50	UM 128 4+000,50 - 4+032,00	UM 129 4+032,00 - 4+063,50	UM 130 4+063,50 - 4+095,00	UM 131 4+095,00 - 4+126,50	UM 132 4+126,50 - 4+158,00	UM 133 4+158,00 - 4+189,50	UM 134 4+189,50 - 4+221,00	UM 135 4+221,00 - 4+252,50
UM 136 4+252,50 - 4+284,00	UM 137 4+284,00 - 4+315,50	UM 138 4+315,50 - 4+347,00	UM 139 4+347,00 - 4+378,50	UM 140 4+378,50 - 4+410,00	UM 141 4+410,00 - 4+441,50	UM 142 4+441,50 - 4+473,00	UM 143 4+473,00 - 4+504,50	UM 144 4+504,50 - 4+536,00	UM 145 4+536,00 - 4+567,50	UM 146 4+567,50 - 4+599,00	UM 147 4+599,00 - 4+630,50	UM 148 4+630,50 - 4+662,00	UM 149 4+662,00 - 4+693,50	UM 150 4+693,50 - 4+725,00

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Se utilizó la observación directa, que consiste en observar detenidamente el fenómeno, hecho o situación, tomar la información para luego registrarla y posteriormente analizarlo tal como lo sostiene (Bernal, 2010).

Asimismo, se utilizó la encuesta que es definido por Hernández, et (2014), como un procedimiento adecuado para recolectar datos a muestras en un solo momento (p. 216). En este estudio se aplicó la encuesta a 20 transportistas que circulan por la muestra de estudio.

3.5.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó las Fichas Técnicas como instrumentos de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido, asimismo la evaluación de la condición incluyó algunos aspectos y equipos necesarios; un Odómetro para medir longitudes y las áreas de los daños, una regla metálica de 60 cm y una wincha de 100 m para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones, tabla rígida de dos metros. También una cámara fotográfica filmadora y por último el Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad. Además, se está considerando un cuestionario que es un grupo de preguntas referentes a una o más variables que van a medirse. Permite estandarizar y uniformar el proceso de recopilación de datos (Bernal, 2010, p. 250).

El cuestionario comprende 13 preguntas dirigidas a los transportistas que circulan por la muestra de estudio.

3.6. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Para emitir resultados concretos, válidos y fiables en la ejecución del procedimiento que utilizamos en el presente estudio, se realizó en hojas de cálculo, elaborada bajo los procedimientos de la metodología PCI y el análisis se presentó a través de gráficos de sectorización, tablas de registro y gráfico de barras (Microsoft Excel) de datos que se tomaron de la medición de las fallas levantadas en campo. Los resultados son mostrados en tablas de distribución de frecuencias y figuras estadísticas para sistematizar de manera organizada el comportamiento de las frecuencias obtenidas; se hizo uso de la estadística descriptiva, con la finalidad de establecer las medidas de tendencia central y de dispersión que nos permitió realizar la contrastación de la hipótesis.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Culminado el trabajo de investigación, se procedió aplicar las encuestas a los transportistas que hacen uso de la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco; los resultados obtenidos, fueron ordenados, tabulados y analizados de acuerdo a la metodología planteada en este estudio, se procedió aplicar el método Pavement Condition Index (PCI) para evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600; cuyos resultados son mostrados en el presente estudio.

Tabla 4. Vía progresiva es cómoda y segura

	Frecuencia	Porcentaje
No	7	35,0
Si	13	65,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

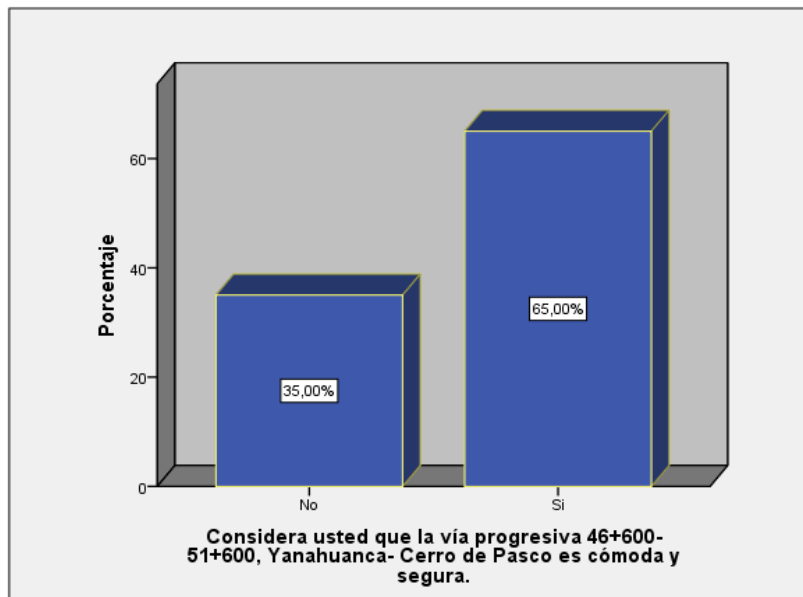


Figura 23. Vía progresiva es cómoda y segura

Fuente: Tabla 3

Elaboración: Tesista

Interpretación

En la tabla y figura adjunta se observa los resultados que se obtuvieron de la aplicación del instrumento a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, los cuales demuestra que el 65% señalan que si es cómoda y segura; mientras, el 35% indican que no.

Tabla 5. El clima influye en el deterioro de la vía

	Frecuencia	Porcentaje
No	5	25,0
Si	15	75,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

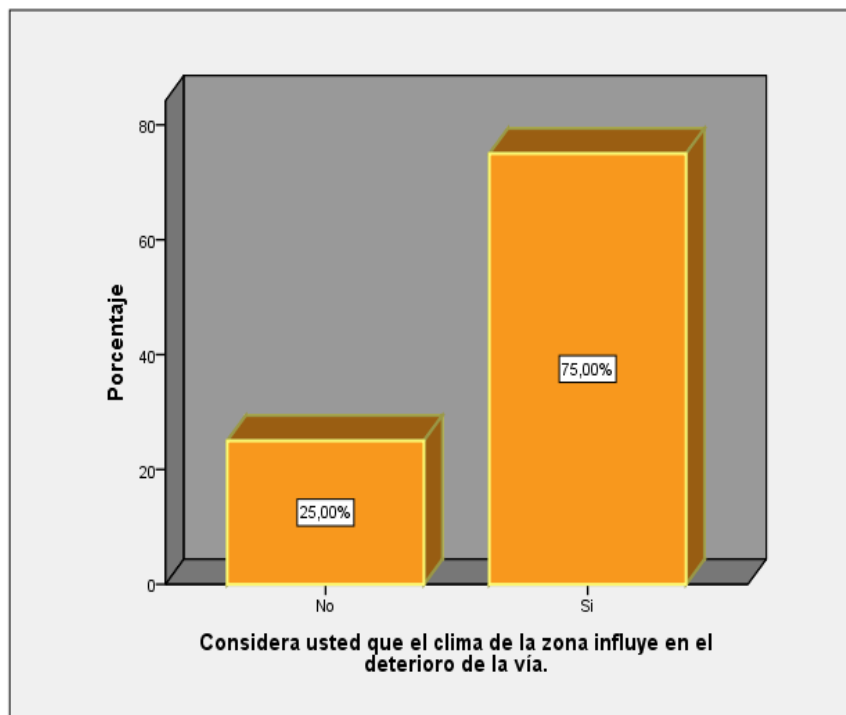


Figura 24. El clima influye en el deterioro de la vía

Fuente: Tabla 5

Elaboración: Tesista

Interpretación

En la tabla y figura adjunta se puede apreciar los resultados obtenidos de la aplicación de instrumento a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, donde señalan que el 75% de encuestados consideran que el clima de la zona va a influir en el deterioro de la zona; mientras que el 25% sostiene lo contrario.

Tabla 6. Mantenimiento constante de la vía

	Frecuencia	Porcentaje
No	15	75,0
Si	5	25,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

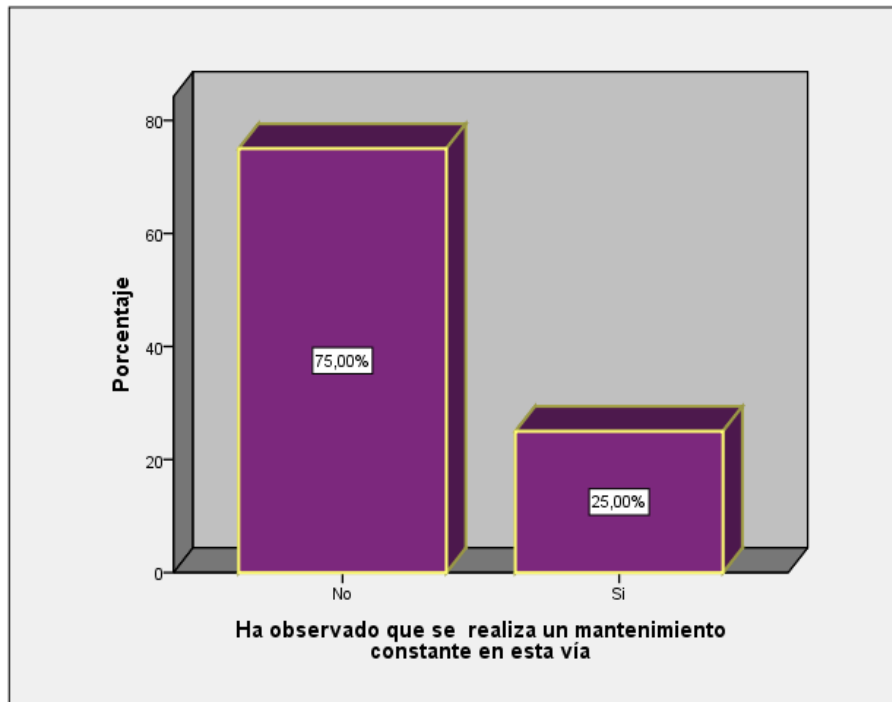


Figura 25. Constante mantenimiento de la vía

Fuente: Tabla 6

Elaboración: Tesista

Interpretación

En la tabla y figura adjunta se puede observar los resultados obtenidos de la aplicación de instrumento a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, donde un 25% de transportistas señalan que si realizan mantenimiento constante en la progresiva; sin embargo el 75% coinciden que no se realiza mantenimiento en la zona de estudio.

Tabla 7. Buen funcionamiento de la vía

	Frecuencia	Porcentaje
No	16	80,0
Si	4	20,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

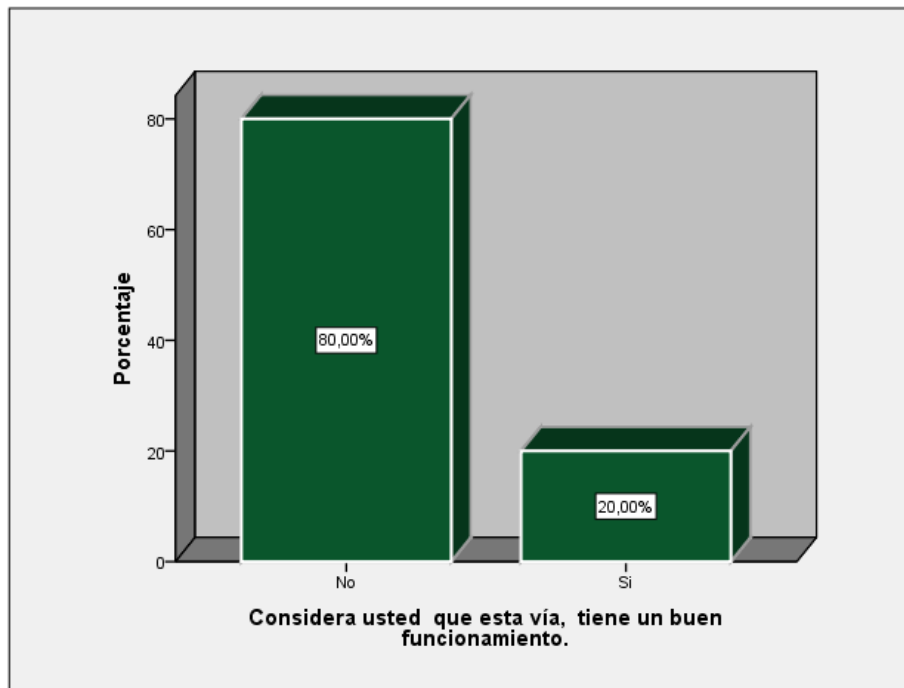


Figura 26. Funcionamiento de la vía

Fuente: Tabla 7

Elaboración: Tesista

Interpretación

En la tabla y figura adjunta se puede observar los resultados obtenidos de la aplicación de instrumento a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, donde la mayoría 80% señalan que la vía no tiene un buen funcionamiento, mientras el 20% sostienen lo contrario.

Tabla 8. Accidentes por falta de mantenimiento

	Frecuencia	Porcentaje
No	6	30,0
Si	14	70,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

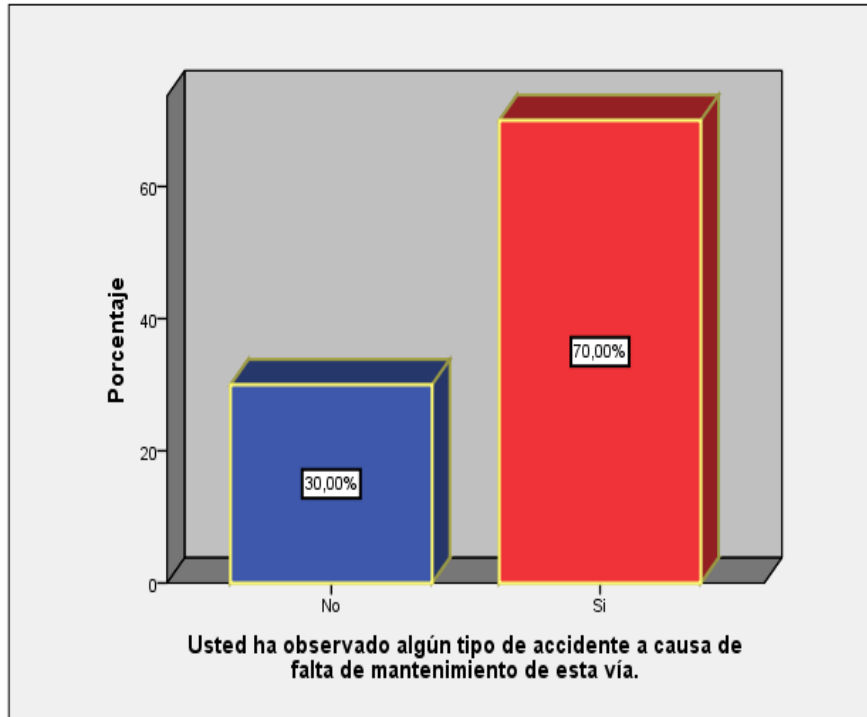


Figura 27. Accidentes por falta de mantenimiento

Fuente: Tabla 8

Elaboración: Tesista

Interpretación

Los resultados obtenidos de la aplicación de instrumento a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, demuestra que el 70% de encuestados en algún momento han observado un accidente en la zona; mientras que el 30% señalan que no han visto ningún accidente en esta zona.

Tabla 9. El buen estado de la vía reduce los costos de reparación y mantenimiento de vehículos

	Frecuencia	Porcentaje
Si	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

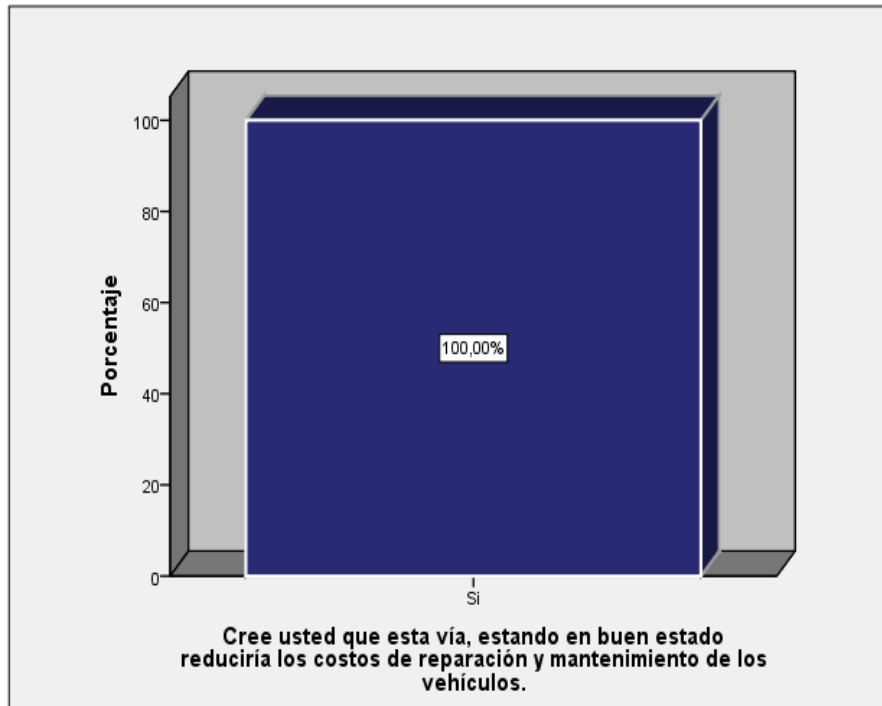


Figura 28. El buen estado de la vida reduce los costos de mantenimiento y reparación de vehículos

Fuente: Tabla 9
 Elaboración: Tesista

Interpretación

En la tabla y figura adjunta se observa los resultados que se obtuvieron de la aplicación de la encuesta a los transportistas que hacen uso de la vía progresiva 46+600- 51+600, los cuales demuestra que el 100% de encuestados coinciden que estando la vía en un buen estado se reduciría los costos de reparación y mantenimiento de los vehículos.

Tabla 10. Bermas en estado adecuado

	Frecuencia	Porcentaje
No	8	40,0
Si	12	60,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos
 Elaboración: Propia

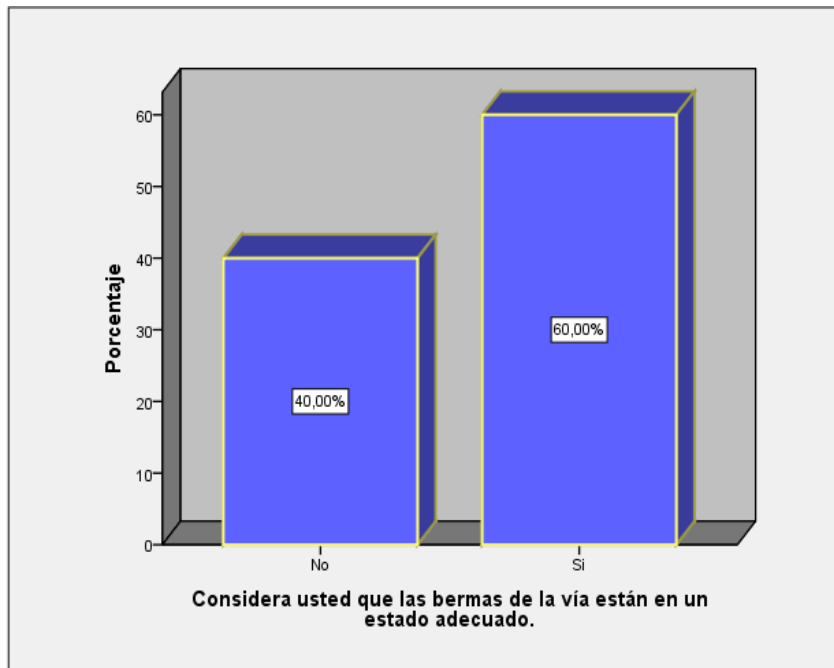


Figura 29. Bermas en estado adecuado

Fuente: Tabla 10

Elaboración: Tesista

Interpretación

En la tabla y figura adjunta se observa los resultados que se obtuvieron de la aplicación de la encuesta a los transportistas que hacen uso de la vía progresiva 46+600- 51+600, donde señalan que el 60% de encuestados señalan que la berma se encuentra en un estado adecuado; sin embargo, el 40% sostiene lo contrario.

Tabla 11. El mantenimiento mejora la seguridad en el viaje.

	Frecuencia	Porcentaje
No	8	40,0
Si	12	60,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia



Figura 30. El mantenimiento mejora la seguridad en el viaje

Fuente: Tabla 11

Elaboración: Tesista

Interpretación

Los resultados obtenidos de la aplicación de instrumento a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, demuestra que el 60% de encuestados coinciden en que los mantenimientos de la vía harían, más seguro su viaje; mientras, el 40% señalan lo contrario.

Tabla 12. Fallas de la vía son de gran tamaño

	Frecuencia	Porcentaje
No	6	30,0
Si	14	70,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

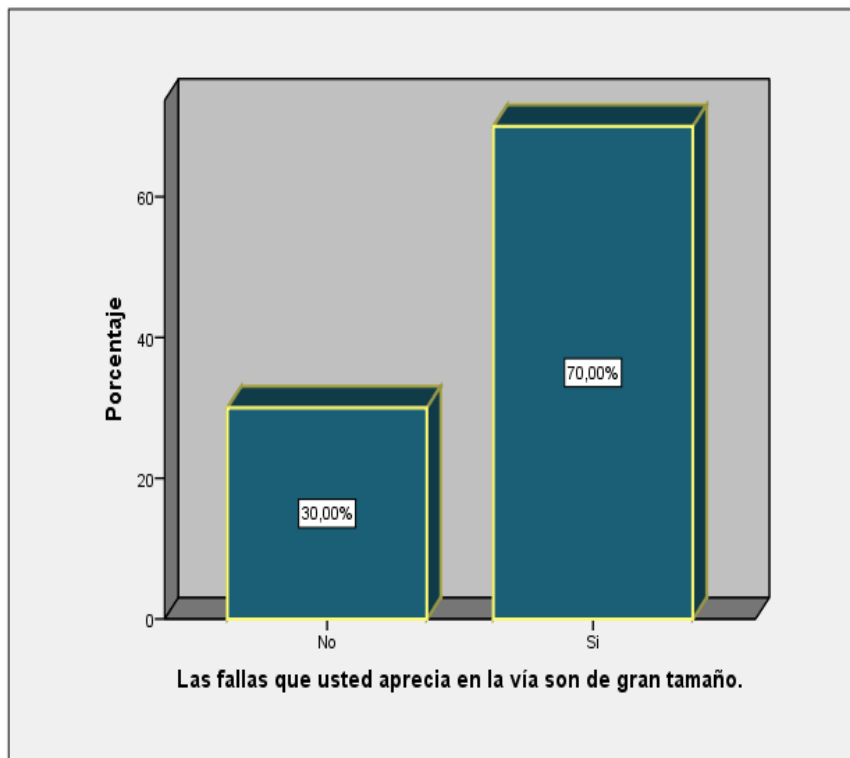


Figura 31. Fallas de la vía son de gran tamaño

Fuente: Tabla 12

Elaboración: Tesista

Interpretación

En la tabla y figura adjunta se observa los resultados que se obtuvieron de la aplicación de los instrumentos a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, los cuales demuestra que el 70% de transportistas consideran que las fallas en la vía son de gran tamaño; mientras el, 30% señalan lo contrario.

Tabla 13. Los deterioros hacen que disminuya la velocidad en la vía

	Frecuencia	Porcentaje
No	8	40,0
Si	12	60,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

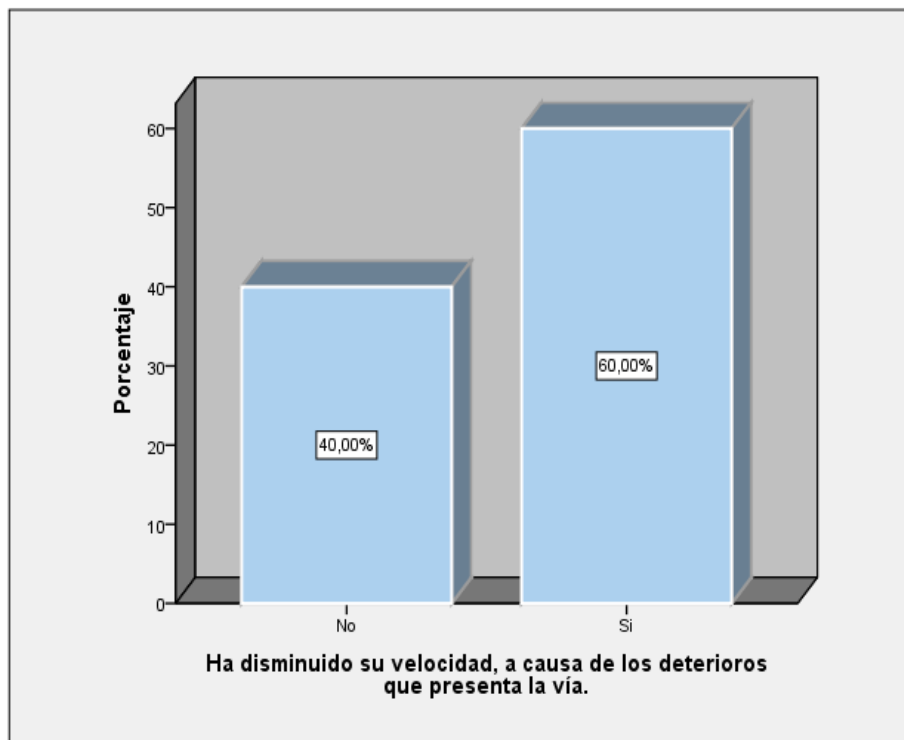


Figura 32. Deterioros - disminución de velocidad en la vía

Fuente: Tabla 13

Elaboración: Tesista

Interpretación

Los resultados obtenidos de la aplicación de instrumento a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, demuestra que el 60% de encuestados coinciden en responder que en algún momento han disminuido la velocidad por causa de los deterioros de la zona; mientras que el 40% señalan que no.

Tabla 14. Clasificaría a la vía como deteriorada

	Frecuencia	Porcentaje
No	7	35,0
Si	13	65,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

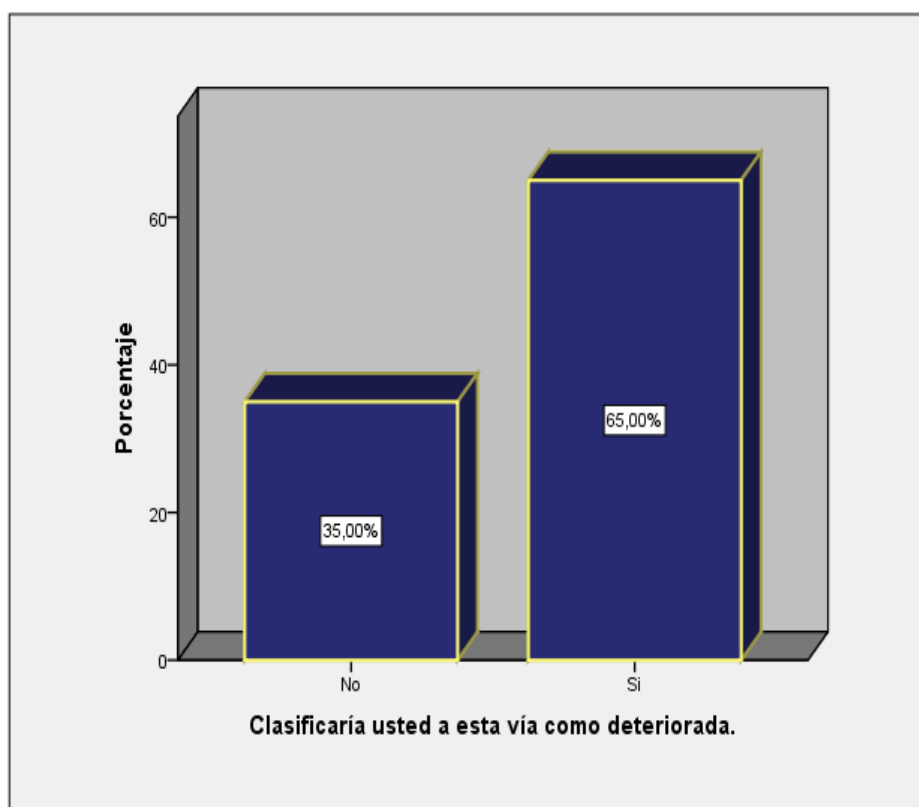


Figura 33. Clasificaría a la vía como deteriorada

Fuente: Tabla 14

Elaboración: Tesista

Interpretación

En la tabla y figura adjunta se observa los resultados que se obtuvieron de la aplicación de los instrumentos a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, los cuales demuestra que el 65% de encuestados coinciden que clasifican a la vía como deteriorada; mientras, el 35% señalan que no.

Tabla 15. Considera peligroso transitar por el recorrido de la vía

	Frecuencia	Porcentaje
No	8	40,0
Si	12	60,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos

Elaboración: Propia

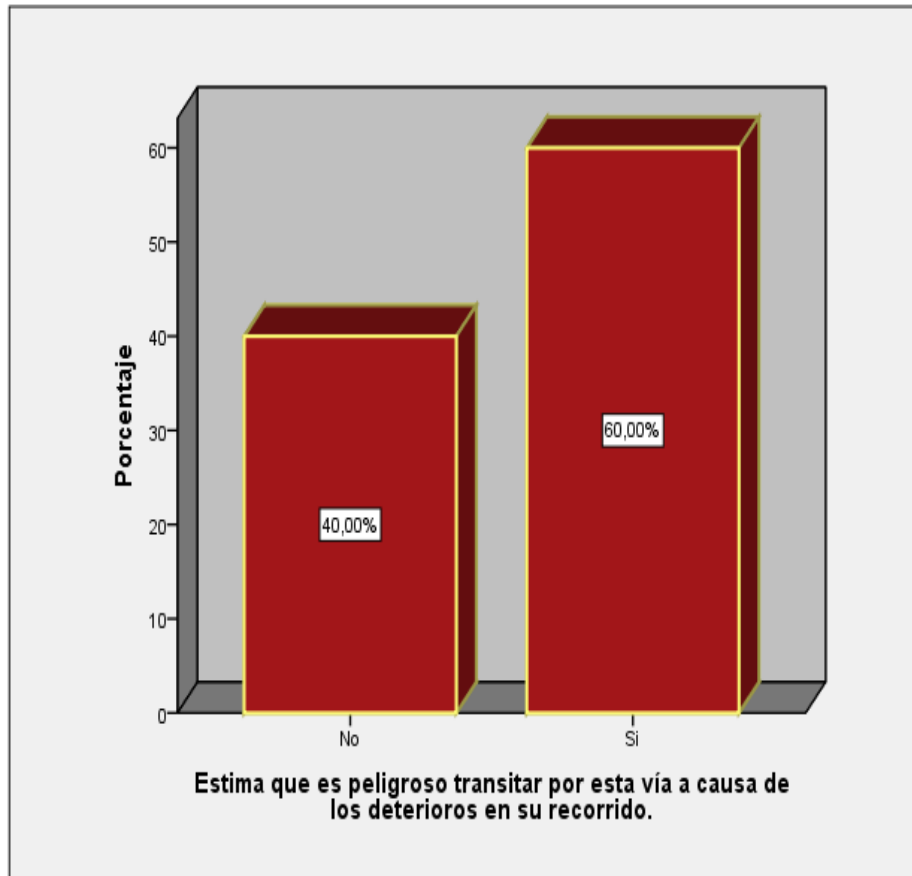


Figura 34. Considera peligroso transitar por el recorrido de la vía

Fuente: Tabla 15
Elaboración: Tesista

Interpretación

En la tabla y figura adjunta se observa los resultados que se obtuvieron de la aplicación de los instrumentos a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, donde señalan que un 60% de encuestados consideran que la vía es peligrosa por causa de los deterioros, mientras el 40% estiman que no.

Tabla 16. El tráfico pesado es alto en la vía

	Frecuencia	Porcentaje
No	12	60,0
Si	8	40,0
Total	20	100,0

Fuente: Instrumento de recolección de datos
Elaboración: Propia

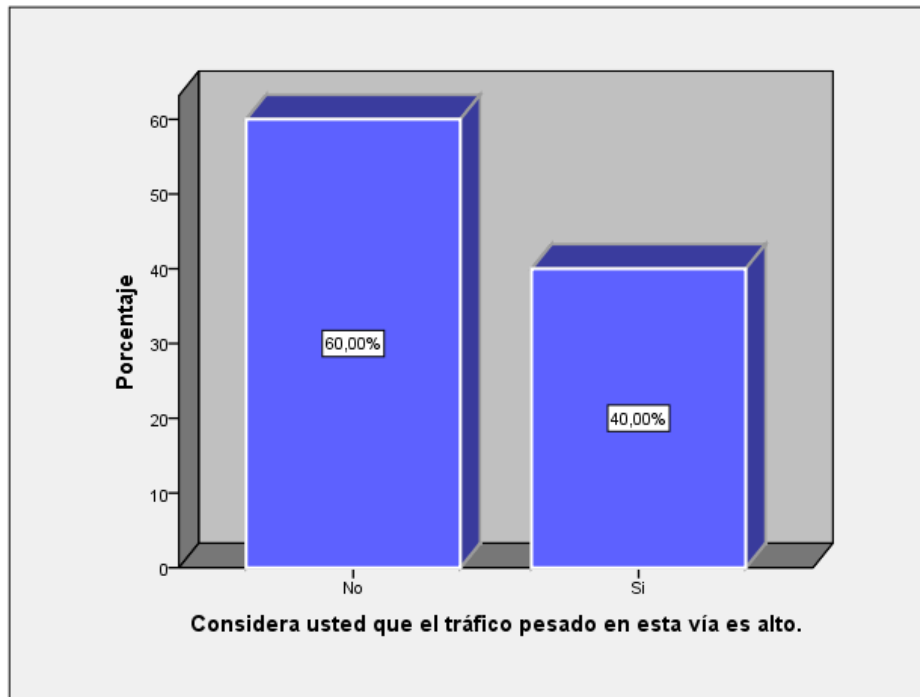


Figura 35. El tráfico pesado es alto en la vía

Fuente: Tabla 15

Elaboración: Tesista


Interpretación

Los resultados que se obtuvieron de la aplicación de los instrumentos a los transportistas de la vía progresiva 46+600- 51+600, demuestra el 60% de encuestados estiman que la vía no tiene tráfico pesado; mientras el 40% indican lo contrario.

4.2. RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO DEL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LA PROGRESIVA 46+600 - 51+600; YANAHUANCA.

Se realizó el trabajo de campo en la zona de estudio, se identificaron los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos, la información se recolecto en los formatos establecidos por el método.

Tabla 17. Hoja de registro de la Unidad Muestral 03 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO					
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)					
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO					
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:		
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial:0+063,00		Abscisa final:0+094,50	229,95	UM 03	
TIPOS DE FALLAS							
1 Piel de cocodrilo	m2	10	Grieta longit. y/o tras.		m		
2 Exudación	m2	11	Parcheo		m2		
3 Agrietamiento en bloque	m2	12	Pulimiento de agregados		m2		
4 Abultamiento y hundimiento	m	13	Huecos / baches		und		
5 Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril		m2		
6 Depresión	m2	15	Ahuellamientos		m2		
7 Grieta de borde	m	16	Desplazamientos		m2		
8 Grieta de reflexión de junta	m	17	Grieta parabólica		m2		
9 Desnivel carril / berma	m	18	Hinchamiento		m2		
		19	Desprendimiento de agregados		m2		
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL	
Piel de cocodrilo	m2	b	2,30	0,70		1,61	
Piel de cocodrilo	m2	b	1,30	0,90		1,17	
Piel de cocodrilo	m2	b	1,60	1,20		1,92	
Corrugación	m2	m	3,20	1,65		5,28	
Corrugación	m2	m	6,36	3,65		23,21	
Parcheo	m2	m	1,36	0,74		1,01	
Ahuellamientos	m2	b	1,65	0,69		1,14	
Ahuellamientos	m2	b	1,20	0,20		0,24	
Ahuellamientos	m2	b	0,45	0,23		0,10	
Ahuellamientos	m2	b	0,45	0,23		0,10	
Ahuellamientos	m2	b	1,20	0,20		0,24	
Desplazamientos	m2	b	0,78	0,78		0,61	
Desplazamientos	m2	b	0,78	0,63		0,49	
Desplazamientos	m2	b	1,25	0,45		0,56	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q	
Piel de cocodrilo (b)	m2	b	4,70	2,04	16,86	5	
Corrugación (m)	m2	m	28,49	12,39	41,72		
Parcheo (m)	m2	m	1,01	0,44	6,28		
Ahuellamiento (b)	m2	b	1,83	0,79	6,43		
Desplazamientos (b)	m2	b	1,66	0,72	2,94		
				VDT	74,23	m	6,35
CALCULO DEL PCI							
VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
41,72	16,86	6,43	6,28	2,94	74,23	5	37,54
41,72	16,86	6,43	6,28	2	73,29	4	40,97
41,72	16,86	6,43	2	2	69,01	3	43,86
41,72	16,86	2	2	2	64,58	2	47,21
41,72	2	2	2	2	49,72	1	49,72
					MAX. CDV	49,72	
					PCI	50,28	

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
REGULAR

Elaboración: El Tesista

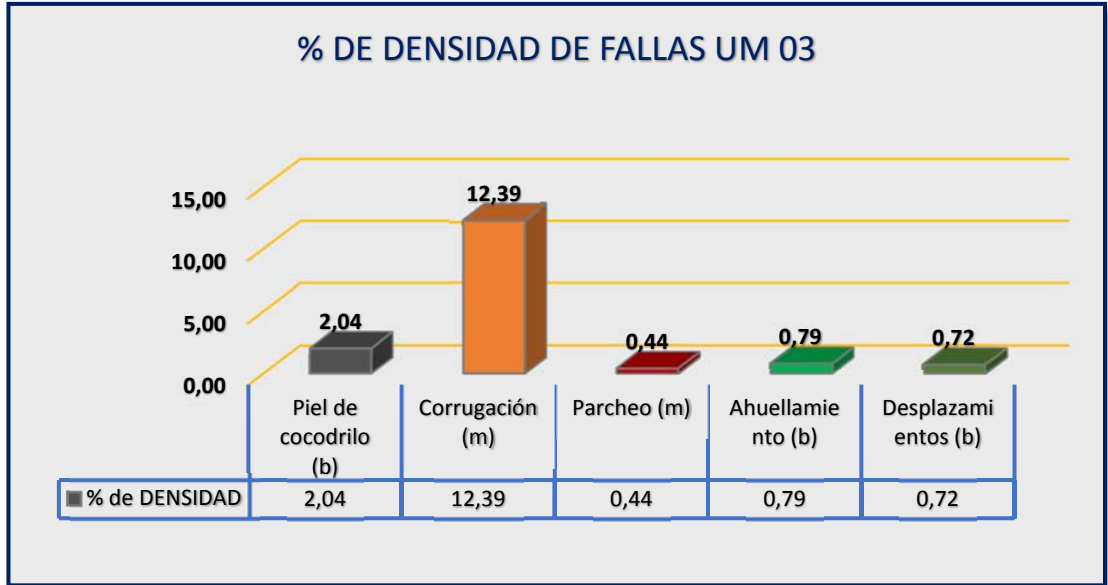


Figura 36. Unidad muestral 03, progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 17








Interpretación

En la unidad muestral UM03, se encontraron 5 fallas de severidades medio y bajo; la falla de corrugación presenta mayor densidad 12,39% seguido de piel de cocodrilo 2.04%; de la misma manera la falla con menor densidad es parcheo con 0,44%; los resultados de las densidades no son muy representativas por la misma razón el resultado del PCI es 50.28; resultado que indica que la calidad del pavimento está en una clasificación regular.

Tabla 18. Hoja de registro de la Unidad Muestral 13 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFÁLTICA						
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO						
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:			
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial: 0+378,00		Abscisa final: 0+409,50				
		229,95	UM 13					
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grieta longit. y/o tras.			m			
2 Exudación	m2	11 Parcheo			m2			
3 Agrietamiento en bloque	m2	12 Pulimiento de agregados			m2			
4 Abultamiento y hundimiento	m	13 Huecos / baches			und			
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril			m2			
6 Depresión	m2	15 Ahuellamientos			m2			
7 Grieta de borde	m	16 Desplazamientos			m2			
8 Grieta de reflexión de junta	m	17 Grieta parabólica			m2			
9 Desnivel carril / berma	m	18 Hinchamiento			m2			
		19 Desprendimiento de agregados			m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL		
Parcheo	m2	m	0,55	7,50		4,13		
Parcheo	m2	m	1,10	1,10		1,21		
Grieta de borde	m	a	5,70			5,70		
Grieta de borde	m	a	0,30			0,30		
Pulimiento de agregados	m2	b	2,40	8,00		19,20		
Ahuellamientos	m2	b	16,00	0,50		8,00		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q		
Parcheo (m)	m2	m	5,34	2,32	15,29	4		
Grieta de borde (a)	m2	a	6,00	2,61	12,04			
Pulimiento de agregados (b)	m2	b	19,20	8,35	2,91			
Ahuellamiento (b)	m2	b	8,00	3,48	18,06			
				VDT	48,30	m	8,53	
CÁLCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
18,06	15,29	12,04	2,91			48,30	4	29,81
18,06	15,29	12,04	2			47,39	3	29,17
18,06	15,29	2	2			37,35	2	27,88
18,06	2	2	2			24,06	1	24,06

MAX. CDV	29,17
PCI	70,83

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
MUY BUENO

Elaboración: Tesista

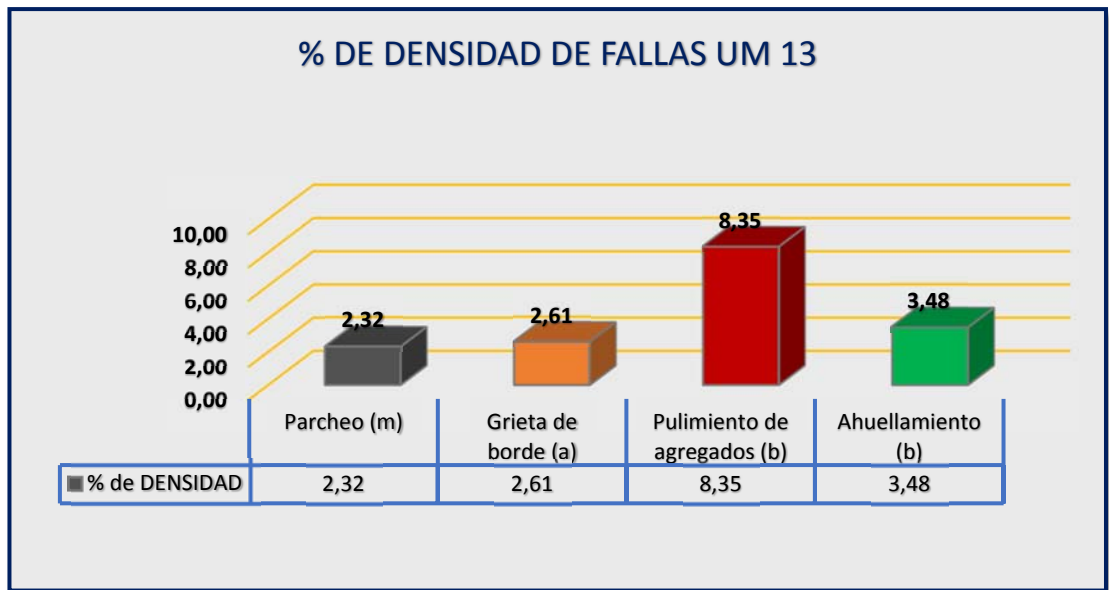



Figura 37. Fallas del Tramo de la UM 13 de la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca

Elaboración: El Tesista
Fuente: Tabla 18








Interpretación

En la unidad muestral UM13, se encontraron 4 fallas; la que presenta mayor porcentaje de densidad es el de Pulimiento de agregados con 8.35%, seguido de ahuellamiento con un 3.48%; también la falla menos influyente son el Parqueo 2.32% y Grieta en borde 2.61%: los resultados obtenidos para el PCI de tramo es 70.83; resultado que indica que la calidad del pavimento es muy buena.

Tabla 19. Hoja de registro de la UM 23 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFÁLTICA						
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO						
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:			
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial:0+693,00		Abscisa final:0+724,50	229,95	UM 23		
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10	Grieta longit. y/o tras.		m			
2 Exudación	m2	11	Parcheo		m2			
3 Agrietamiento en bloque	m2	12	Pulimiento de agregados		m2			
4 Abultamiento y hundimiento	m	13	Huecos / baches		und			
5 Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril		m2			
6 Depresión	m2	15	Ahuellamientos		m2			
7 Grieta de borde	m	16	Desplazamientos		m2			
8 Grieta de reflexión de junta	m	17	Grieta parabólica		m2			
9 Desnivel carril / berma	m	18	Hinchamiento		m2			
		19	Desprendimiento de agregados		m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	a	11,60	1,40		16,24		
Piel de cocodrilo	m2	a	7,50	1,20		9,00		
Piel de cocodrilo	m2	a	6,70	0,80		5,36		
Agrietamiento en bloque	m	b	7,00	2,15		15,05		
Exudación	m2	b	0,85	1,00		0,85		
Ahuellamiento	m2	m	5,00	1,00		5,00		
Grieta de borde	m	a	0,50			0,50		
Depresión	m2	b	18,10	6,20		112,22		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q		
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	30,60	13,31	64,31	4		
Agrietamiento en bloque (b)	m	b	15,05	6,54	6,02			
Exudación (b)	m2	b	0,85	0,37	0,00			
Ahuellamiento (m)	m2	m	5,00	2,17	26,12			
Grieta de borde (a)	m	a	0,50	0,22	0,00			
Depresión (b)	m2	b	112,22	48,80	40,09			
					VDT	136,54	m	4,28
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
64,31	40,09	26,12	6,02			136,54	4	76,27
64,31	40,09	26,12	2			132,52	3	79,76
64,31	40,09	2	2			108,40	2	75,20
64,31	2	2	2			70,31	1	70,31

MAX. CDV	79,76
PCI	20,24

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
MUY MALO

Elaboración: El Tesista

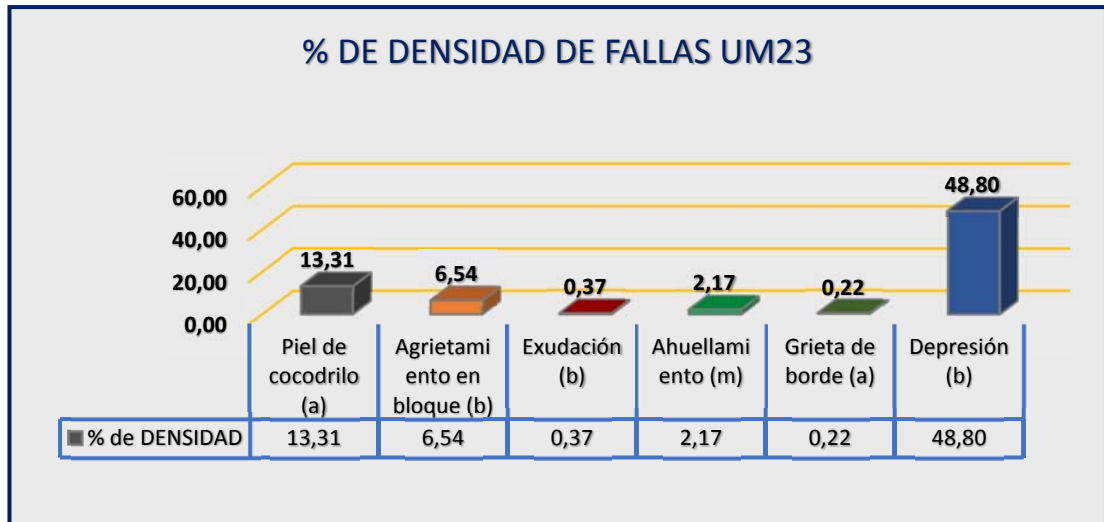


Figura 38. Fallas del tramo UM 23 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca


Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 19

Interpretación

En la unidad muestral UM23, se encontraron 6 fallas de severidades medio y bajo y alta; la falla depresión presenta mayor densidad 48.80% seguido de piel de cocodrilo 13,31% y Agrietamiento en bloque 6,54%; la falla de Grieta de borde fue la de menor densidad con 0,22%; los resultados de las densidades son muy representativas por la misma razón el resultado del PCI es 20,24; lo que indica que la calidad del pavimento es muy mala.

Tabla 20. Hoja de registro de la UM 33 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO	
		EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFALTICA	
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO	
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy	Área de tramo:
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial: 1+008,00	Abscisa final: 1+0,39,50 229,95 UM 33
TIPOS DE FALLAS			
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grieta longit. y/o tras.	m
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2
3 Agrietamiento en bloque	m2	12 Pulimiento de agregados	m2
4 Abultamiento y hundimiento	m	13 Huecos / baches	und
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2
6 Depresión	m2	15 Ahuellamientos	m2
7 Grieta de borde	m	16 Desplazamientos	m2
8 Grieta de reflexión de junta	m	17 Grieta parabólica	m2
9 Desnivel carril / berma	m	18 Hinchamiento	m2
		19 Desprendimiento de agregados	m2

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL		
Exudación	m2	b	0,30	1,50		0,45		
Exudación	m2	b	0,70	0,30		0,21		
Agrietamiento en bloque	m2	m	7,00	1,80		12,60		
Grieta de borde	m	m	4,50			4,50		
Grieta longit. y/o tras	m	b	3,81			3,81		
Parcheo	m2	m	0,90	0,80		0,72		
Ahuellamientos	m2	m	12,00	2,00		24,00		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q		
Exudación (b)	m2	b	0,66	0,29	0,00	4		
Agrietamiento en bloque (m)	m2	m	12,60	5,48	11,88			
Grieta de borde (m)	m	m	4,50	1,96	7,04			
Grieta longit. y/o tras (b)	m	b	3,81	1,66	0,07			
Parcheo (m)	m2	m	0,72	0,31	5,28			
Ahuellamiento (m)	m2	m	24,00	10,44	44,59			
				VDT	68,86	m	6,09	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
44,59	11,88	7,04	5,28	0,07		68,86	4	38,32
44,59	11,88	7,04	2	0,07		65,58	3	41,63
44,59	11,88	2	2	0,07		60,54	2	44,38
44,59	2	2	2	0,07		50,66	1	50,66

MAX. CDV	50,66
PCI	49,34

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

Elaboración: El Tesista

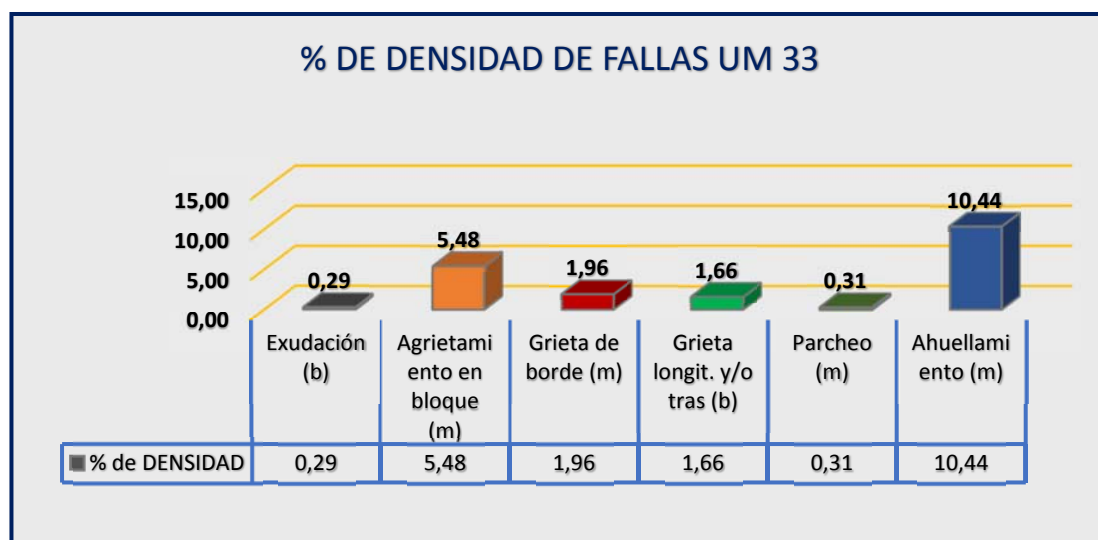


Figura 39. Fallas del tramo UM 33 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca


Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 20

Interpretación

En la tabla y figura adjunta de la unidad muestral UM33, se encontraron 6 fallas de severidades medio y bajo; la falla ahuellamiento es la que presenta mayor densidad 10.44 % seguido de Agrietamiento en bloque con 5.48%; asimismo las fallas Grieta longitudinal 1.66% y Grieta de borde 1.96% de densidad; mientras que las fallas Parcheo y Exudación son las que tienen menor porcentaje de densidad 0,31% y 0,29% respectivamente, los resultados de las densidades son moderadas, por la misma razón el resultado del PCI es 49.34; en consecuencia se puede señalar que calidad del pavimento de este tramo es regular.

Tabla 21. Hoja de registro de la UM 43 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO				
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFÁLTICA						
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO				
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:	
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial:1+323,00	Abscisa final:1+354,50	229,95	UM 43	
TIPOS DE FALLAS						
1 Piel de cocodrilo	m2	10	Grieta longit. y/o tras.			m
2 Exudación	m2	11	Parcheo			m2
3 Agrietamiento en bloque	m2	12	Pulimiento de agregados			m2
4 Abultamiento y hundimiento	m	13	Huecos / baches			und
5 Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril			m2
6 Depresión	m2	15	Ahuellamientos			m2
7 Grieta de borde	m	16	Desplazamientos			m2
8 Grieta de reflexión de junta	m	17	Grieta parabólica			m2
9 Desnivel carril / berma	m	18	Hinchamiento			m2
		19	Desprendimiento de agregados			m2
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL
Corrugación	m2	m	12,00	4,00		48,00
Grieta longit. y/o tras	m	m	5,10			5,10
Grieta longit. y/o tras	m	m	0,90			0,90
Parcheo	m2	b	5,00	3,40		17,00
Parcheo	m2	b	1,40	1,00		1,40
Parcheo	m2	a	0,40	0,30		0,12
Parcheo	m2	a	1,00	1,00		1,00
Ahuellamientos	m2	b	15,00	0,30		4,50
Ahuellamientos	m2	b	7,50	0,30		2,25
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q
Corrugación (m)	m2	m	48,00	20,87	49,29	5
Grieta longit. y/o tras (m)	m	m	6,00	2,61	6,00	
Parcheo (b)	m2	b	18,40	8,00	14,60	
Parcheo (a)	m2	a	1,52	0,66	16,58	
Ahuellamiento (b)	m2	b	6,75	2,94	16,91	

								VDT	103,38	m	5,66	
CALCULO DEL PCI												
VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	CDV
49,29	16,91	16,58	14,60	6,00						103,38	5	53,69
49,29	16,91	16,58	14,60	2						99,38	4	56,63
49,29	16,91	16,58	2	2						86,78	3	54,91
49,29	16,91	2	2	2						72,20	2	52,54
49,29	2	2	2	2						57,29	1	57,29

MAX. CDV	57,29
PCI	42,71

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
REGULAR

Elaboración: El Tesista

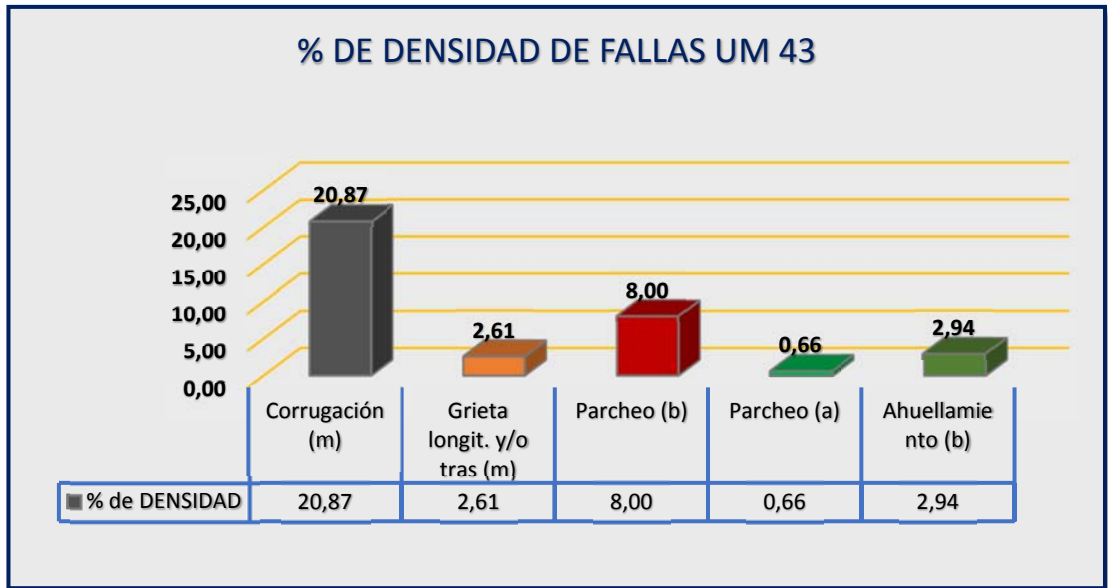


Figura 40. Fallas del tramo UM 43 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca

Elaboración: El Tesista


Fuente: Tabla 21

Interpretación

En la unidad muestral UM 43; se encontraron 4 fallas de severidades medio, bajo y alto; la falla de Corrugación presenta mayor densidad 20,87%, también la falla Parche presenta el 8,66% de densidad; de la misma manera la falla con menor densidad es Grietas longitudinales y transversales con

2,61%, Abultamiento con 2,94%; lo resultados de las densidades son influyentes; el PCI obtenido es 42,71; resultado que indica que la calidad del pavimento es regular.

Tabla 22. Hoja de registro de la UM 53 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFÁLTICA						
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO						
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:			
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial: 1+638,00		Abscisa final: 1+669,50				
		229,95		UM 53				
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grieta longit. y/o tras.			m			
2 Exudación	m2	11 Parcheo			m2			
3 Agrietamiento en bloque	m2	12 Pulimiento de agregados			m2			
4 Abultamiento y hundimiento	m	13 Huecos / baches			und			
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril			m2			
6 Depresión	m2	15 Ahuellamientos			m2			
7 Grieta de borde	m	16 Desplazamientos			m2			
8 Grieta de reflexión de junta	m	17 Grieta parabólica			m2			
9 Desnivel carril / berma	m	18 Hinchamiento			m2			
		19 Desprendimiento de agregados			m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	m	2,00	1,10		2,20		
Piel de cocodrilo	m2	m	5,00	1,30		6,50		
Piel de cocodrilo	m2	m	2,60	0,80		2,08		
Depresión	m2	a	2,50	1,60	0,15	4,00		
Depresión	m2	m	4,20	1,60	0,03	6,72		
Grieta longit. y/o tras	m	m	0,37			0,37		
Grieta longit. y/o tras	m	m	5,40			5,40		
Grieta longit. y/o tras	m	m	6,00			6,00		
Parcheo	m2	m	2,10	2,00		4,20		
Parcheo	m2	m	1,30	1,30		1,69		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q		
Piel de cocodrilo (m)	m2	m	10,78	4,69	37,26	5		
Depresión (m)	m2	m	6,72	2,92	13,78			
Depresión (a)	m2	a	4,00	1,74	19,74			
Grieta longit. y/o tras (m)	m	m	11,77	5,12	11,68			
Parcheo (m)	m2	m	5,89	2,56	16,04			
				VDT	98,50	m	6,76	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
37,26	19,74	16,04	13,78	11,68		98,50	5	51,1
37,26	19,74	16,04	13,78	2		88,82	4	50,29
37,26	19,74	16,04	2	2		77,04	3	48,72
37,26	19,74	2	2	2		63,00	2	46,1
37,26	2	2	2	2		45,26	1	45,26

MAX. CDV	51,1
PCI	48,9

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
REGULAR

Elaboración: El Tesista

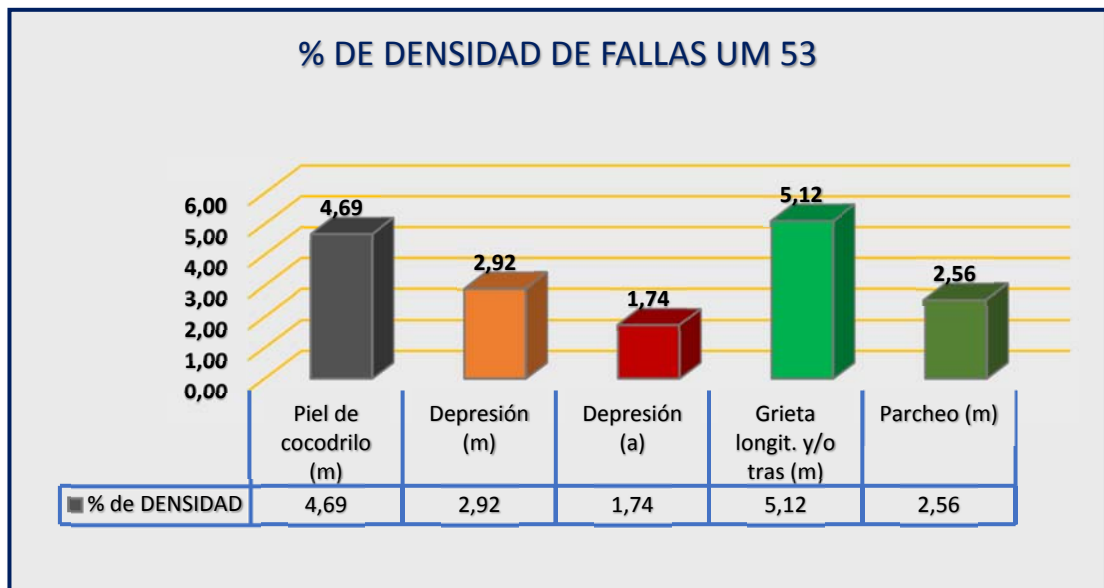


Figura 41. Fallas del tramo UM 53 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca


Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 22

Interpretación

En la unidad muestral UM 53, se encontraron 4 fallas de severidades medio, bajo y alto; la mayor densidad que es 5,12% en la falla de Grietas longitudinales y transversales, además, la falla Piel de cocodrilo tiene una densidad de 4.69% con un nivel medio, seguidos por las fallas Depresión nivel medio de 2,92%; Depresión nivel alto de 1,74% y parche que se encuentran con la densidad de 2,56%; lo resultados de las densidades son moderadas por la misma razón el resultado del PCI es 48,90; resultado que indica que la calidad del pavimento es regular.

Tabla 23. Hoja de registro de la UM 63 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO									
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFALTICA									
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO									
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:						
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial:1+953,00		Abscisa final:1+984,50		229,95 UM 63					
TIPOS DE FALLAS											
1 Piel de cocodrilo	m2	10	Grieta longit. y/o tras.			m					
2 Exudación	m2	11	Parcheo			m2					
3 Agrietamiento en bloque	m2	12	Pulimiento de agregados			m2					
4 Abultamiento y hundimiento	m	13	Huecos / baches			und					
5 Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril			m2					
6 Depresión	m2	15	Ahuellamientos			m2					
7 Grieta de borde	m	16	Desplazamientos			m2					
8 Grieta de reflexión de junta	m	17	Grieta parabólica			m2					
9 Desnivel carril / berma	m	18	Hinchamiento			m2					
		19	Desprendimiento de agregados			m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES											
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL					
Piel de cocodrilo	m2	m	1,00	1,90		1,90					
Piel de cocodrilo	m2	m	6,80	0,70		4,76					
Piel de cocodrilo	m2	m	6,20	1,10		6,82					
Piel de cocodrilo	m2	m	0,85	2,10		1,79					
Exudación	m2	b	2,50	0,80		2,00					
Exudación	m2	b	19,00	0,50		9,50					
Exudación	m2	b	4,00	0,35		1,40					
Exudación	m2	b	4,00	0,40		1,60					
Desnivel carril / berma	m	b	21,50			21,50					
Grieta longit. y/o tras	m	b	4,50			4,50					
Parcheo	m2	a	1,10	0,95		1,05					
Huecos / baches	und	m	1,35		0,02	1,35					
Ahuellamientos	m2	b	17,00	1,20		20,40					
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES											
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q					
Piel de cocodrilo (m)	m2	m	15,27	6,64	40,99	5					
Exudación (b)	m2	b	14,50	6,31	1,82						
Desnivel carril / berma (b)	m	b	21,50	9,35	4,11						
Grieta longit. y/o tras (b)	m	b	4,50	1,96	0,10						
Parcheo (a)	m2	a	1,05	0,45	13,65						
Huecos / baches (m)	und	m	1,35	0,59	23,56						
Ahuellamientos (b)	m2	b	20,40	8,87	25,86						
					VDT	110,09	m	6,42			
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									VDT	q	CDV
40,99	25,86	23,56	13,65	4,11	1,82	0,04			110,03	5	57,02
40,99	25,86	23,56	13,65	2	1,82	0,04			107,92	4	60,96
40,99	25,86	23,56	2	2	1,82	0,04			96,27	3	60,76
40,99	25,86	2	2	2	1,82	0,04			74,71	2	54,30
40,99	2	2	2	2	1,82	0,04			50,85	1	50,85
										MAX. CDV	60,96
										PCI	39,04

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	



Elaboración: El Tesista

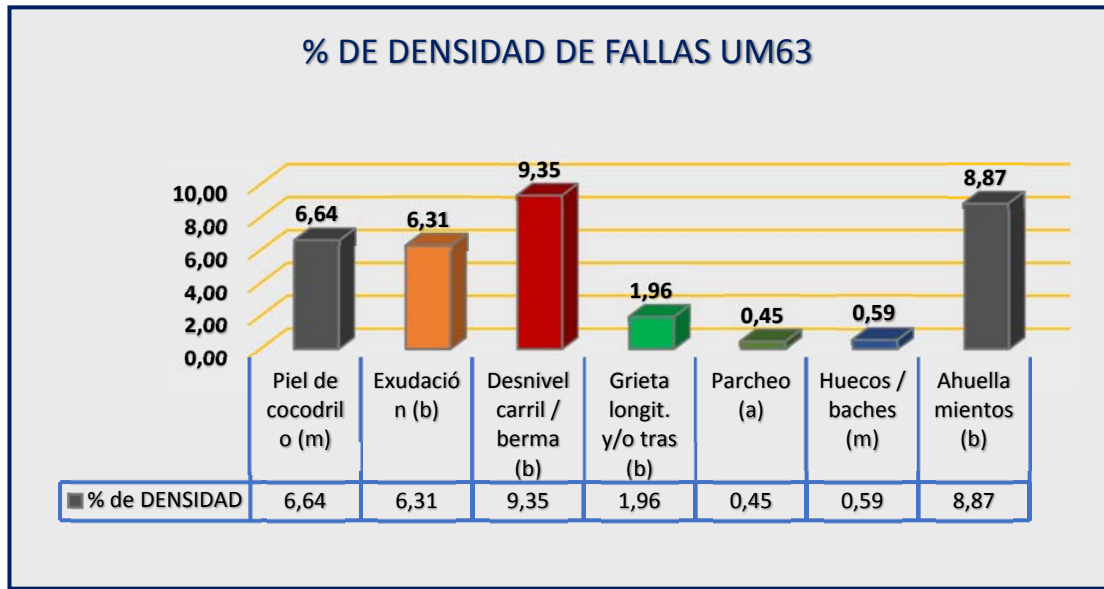


Figura 42. Fallas del tramo UM 63 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca


Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 23

Interpretación

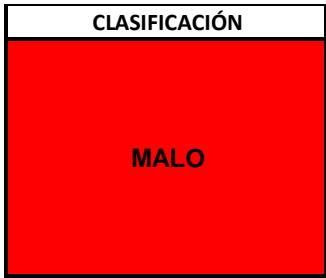
En la unidad muestral UM 63, se encontraron 7 fallas de diferentes severidades medio, bajo y alto; la falla Desnivel carril / berma es la que presenta mayor densidad que es 9,35%, la falla Ahuellamientos con 8,87%. Además, Piel de cocodrilo presentaron 6,64%; Exudación tiene una densidad de 6,31%; mientras que las fallas Grietas longitudinal y trasversal, Huecos / baches y parcheo presenta porcentajes mínimos; Los resultados de PCI demuestran que el pavimento se encuentra en la clasificación malo, el resultado del PCI que es 39,04.

Tabla 24. Hoja de registro de la UM 73 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO								
		EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								
		PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFALTICA								
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO								
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy		Área de tramo:						
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial:2+268,00	Abscisa final:2+299,50	229,95	UM 73					
TIPOS DE FALLAS										
1 Piel de cocodrilo	m2	10	Grieta longit. y/o tras.		m					
2 Exudación	m2	11	Parcheo		m2					
3 Agrietamiento en bloque	m2	12	Pulimiento de agregados		m2					
4 Abultamiento y hundimiento	m	13	Huecos / baches		und					
5 Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril		m2					
6 Depresión	m2	15	Ahuellamientos		m2					
7 Grieta de borde	m	16	Desplazamientos		m2					
8 Grieta de reflexión de junta	m	17	Grieta parabólica		m2					
9 Desnivel carril / berma	m	18	Hinchamiento		m2					
		19	Desprendimiento de agregados		m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL				
Piel de cocodrilo	m2	b	8,30	1,02		8,47				
Piel de cocodrilo	m2	m	0,31	0,30		0,09				
Piel de cocodrilo	m2	m	6,20	1,10		6,82				
Depresión	m2	b	8,00	0,25		2,00				
Grieta de borde	m	b	4,50			4,50				
Grieta de borde	m	b	3,98			3,98				
Grieta longit. y/o tras	m	m	3,01			3,01				
Parcheo	m2	a	3,00	1,60		4,80				
Parcheo	m2	a	0,70	0,70		0,49				
Pulimiento de agregados	m2	b	7,10	2,04		14,48				
Huecos / baches	und	m	1,00		0,03	1,00				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q				
Piel de cocodrilo (b)	m2	b	8,47	3,68	22,67	7				
Piel de cocodrilo (m)	m2	m	6,91	3,01	32,53					
Depresión (b)	m2	b	2,00	0,87	4,00					
Grieta de borde (b)	m	b	8,48	3,69	3,54					
Grieta longit. y/o tras (m)	m	m	3,01	1,31	3,08					
Parcheo (a)	m2	a	5,29	2,30	27,44					
Pulimiento de agregados (b)	m2	b	14,48	6,30	1,95					
Huecos / baches (m)	und	m	1,00	0,43	18,19					
				VDT	113,40	m	7,20			
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	CDV
32,53	27,44	22,67	18,19	4	3,54	3,08	0,39	111,84	7	54,92
32,53	27,44	22,67	18,19	4	3,54	2	0,39	110,76	6	54,38
32,53	27,44	22,67	18,19	4	2	2	0,39	109,22	5	56,61
32,53	27,44	22,67	18,19	2	2	2	0,39	107,22	4	60,61
32,53	27,44	22,67	2	2	2	2	0,39	91,03	3	57,62
32,53	27,44	2	2	2	2	2	0,39	70,36	2	51,25
32,53	2	2	2	2	2	2	0,39	44,92	1	44,92

MAX. CDV	60,61
PCI	39,39

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	



Elaboración: El Tesista

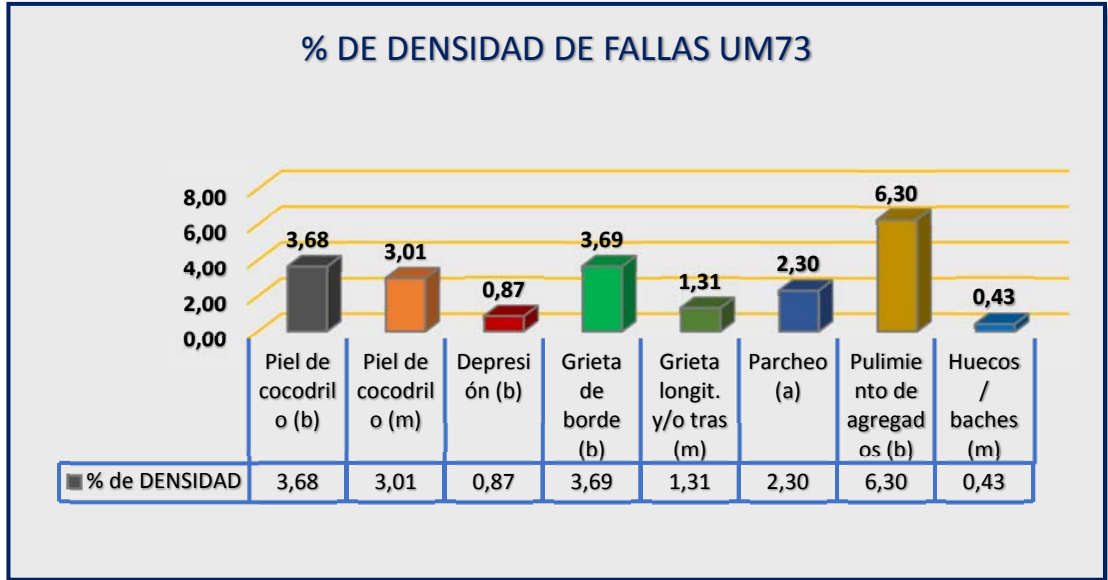


Figura 43. Fallas del tramo UM 73 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 24








Interpretación

En la unidad muestral UM 73, se encontraron 7 fallas de severidades medio, bajo y alto; la falla de Pulimiento de agregados es la tiene mayor densidad con un 6,30%; mientras la falla Huecos / baches presenta menor densidad a diferencia de los demás con 0,43%; los resultados obtenidos del PCI que es 39,39 señalan que la calidad del pavimento para este tramo es de malo.

Tabla 25. Hoja de registro de la UM 83 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

UNIVERSIDAD DE HUANUCO								
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								
PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFALTICA								
Nombre de la vía:	PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO							
Evaluado por:	Cotrina Justo, Luis Willy							
Fecha: setiembre 2019	Área de tramo: Abscisa inicial:2+583,00 Abscisa final:2+614,50 229,95 UM 83							
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2 10 Grieta longit. y/o tras. m							
2 Exudación	m2 11 Parcheo m2							
3 Agrietamiento en bloque	m2 12 Pulimiento de agregados m2							
4 Abultamiento y hundimiento	m 13 Huecos / baches und							
5 Corrugación	m2 14 Cruce de ferrocarril m2							
6 Depresión	m2 15 Ahuellamientos m2							
7 Grieta de borde	m 16 Desplazamientos m2							
8 Grieta de reflexión de junta	m 17 Grieta parabólica m2							
9 Desnivel carril / berma	m 18 Hinchamiento m2							
	19 Desprendimiento de agregados m2							
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	m	12,20	1,20		14,64		
Piel de cocodrilo	m2	m	3,20	0,90		2,88		
Piel de cocodrilo	m2	m	3,10	1,02		3,16		
Piel de cocodrilo	m2	m	1,30	0,80		1,04		
Piel de cocodrilo	m2	m	5,00	0,80		4,00		
Piel de cocodrilo	m2	m	3,50	1,20		4,20		
Depresión	m2	m	7,20	1,60		11,52		
Grieta de borde	m	a	3,02			3,02		
Huecos / baches	und	m	3,00		0,03	3,00		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q		
Piel de cocodrilo (m)	m2	m	29,92	13,01	48,55	4		
Depresión (m)	m2	m	11,52	5,01	18,62			
Grieta de borde (a)	m2	a	3,02	1,31	9,67			
Huecos / baches (m)	und	m	3,00	1,30	36,20			
VDT					113,04	m	5,73	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
48,55	36,2	18,62	9,67			113,04	4	63,82
48,55	36,2	18,62	2			105,37	3	65,69
48,55	36,2	2	2			88,75	2	63,25
48,55	2	2	2			54,55	1	54,55

MAX. CDV	65,69
PCI	34,31

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
MALO

Elaboración: El Tesista

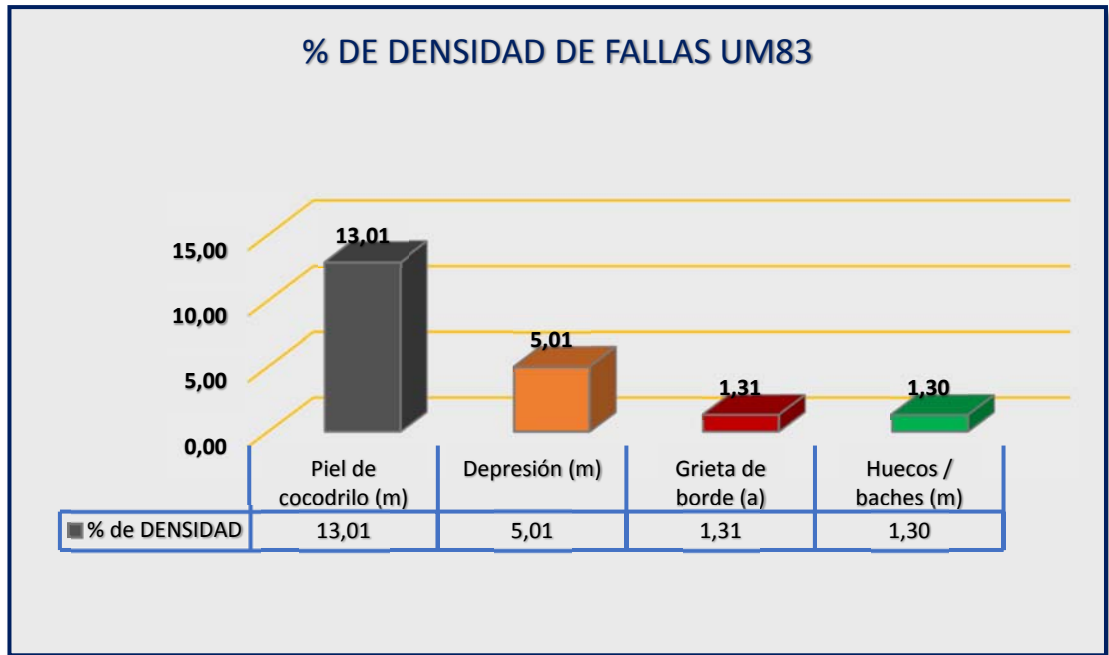


Figura 44. Fallas del tramo UM 83 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 25








Interpretación

En la tabla y figura adjunta de la unidad muestral UM 83 se puede observar, que se encontraron 4 fallas de severidad alta y media; la falla que tiene mayor densidad es la piel de cocodrilo con 13.01%, con una severidad media; asimismo la falla que menor influencia tiene el tramo de esta unidad muestral es de los Huecos / baches con 1,30%. Los resultados obtenidos del PCI es 34,31; por lo que se puede señalar que la calidad de pavimento de este tramo se clasifica como malo.

Tabla 26. Hoja de registro de la UM 93 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO						
		EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFALTICA						
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO						
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:			
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial: 2+898,00		Abscisa final: 2+929,50				
		229,95	UM 93					
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grieta longit. y/o tras.				m		
2 Exudación	m2	11 Parcheo				m2		
3 Agrietamiento en bloque	m2	12 Pulimiento de agregados				m2		
4 Abultamiento y hundimiento	m	13 Huecos / baches				und		
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril				m2		
6 Depresión	m2	15 Ahuellamientos				m2		
7 Grieta de borde	m	16 Desplazamientos				m2		
8 Grieta de reflexión de junta	m	17 Grieta parabólica				m2		
9 Desnivel carril / berma	m	18 Hinchamiento				m2		
		19 Desprendimiento de agregados				m2		
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	m	11,20	0,75		8,40		
Piel de cocodrilo	m2	m	5,98	0,65		3,89		
Piel de cocodrilo	m2	a	4,10	0,65		2,67		
Exudación	m2	b	4,23	0,18		0,76		
Grieta longit. y/o tras	m	b	1,10			1,10		
Desplazamientos	m2	m	3,00	2,04		6,12		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q		
Piel de cocodrilo (m)	m2	m	12,29	5,34	38,65	3		
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	2,67	1,16	31,52			
Exudación (b)	m2	b	0,76	0,33	0,00			
Grieta longit. y/o tras (b)	m2	b	1,10	0,48	0,00			
Desplazamientos (m)	und	m	6,12	2,66	17,78			
				VDT	87,95	m	6,63	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
38,65	31,52	17,78				87,95	3	55,67
38,65	31,52	2				72,17	2	52,52
38,65	2	2				42,65	1	42,65

MAX. CDV	55,67
PCI	44,33

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
REGULAR

Elaboración: El Tesista

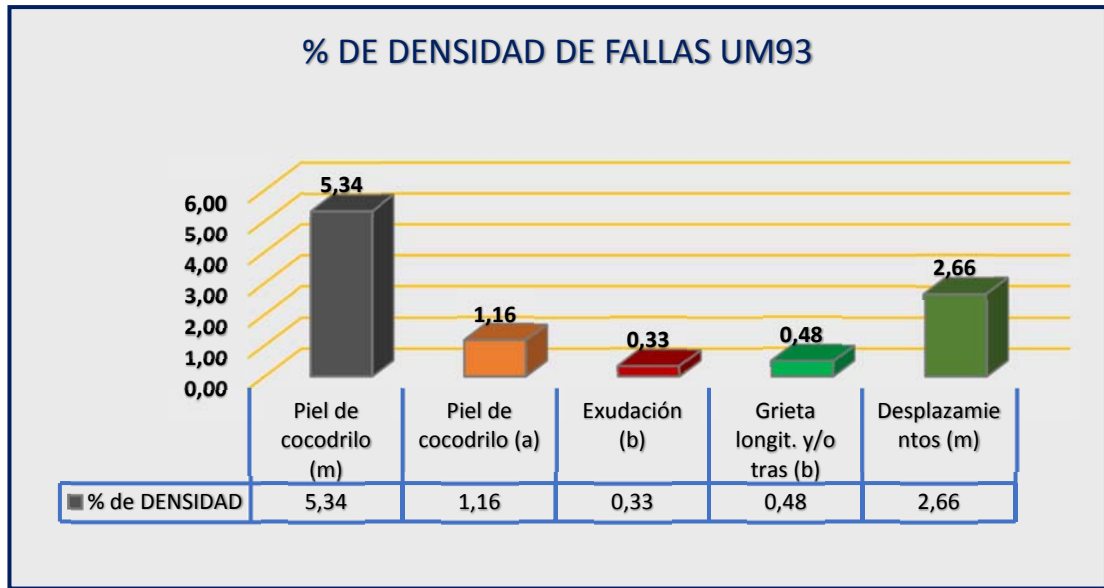


Figura 45. Fallas del tramo UM 93 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 26

Interpretación

En la unidad muestral UM 93, se encontraron 4 fallas de diferentes severidades alto, medio y bajo; la falla Piel de cocodrilo presenta mayor densidad 5,34%, mientras que la falla Exudación presenta menor densidad 0,47%; lo resultados del PCI en esta unidad muestral es de 44,33, señalan que la calidad del pavimento para este tramo es regular.

Tabla 27. Hoja de registro de la UM 103 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO			
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFÁLTICA			
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO			
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy		Área de tramo:	
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial:3+213,00 Abscisa final:3+244,50		229,95	UM 103
TIPOS DE FALLAS					
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grieta longit. y/o tras.	m		
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2		
3 Agrietamiento en bloque	m2	12 Pulimiento de agregados	m2		
4 Abultamiento y hundimiento	m	13 Huecos / baches	und		
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2		
6 Depresión	m2	15 Ahuellamientos	m2		
7 Grieta de borde	m	16 Desplazamientos	m2		
8 Grieta de reflexión de junta	m	17 Grieta parabólica	m2		
9 Desnivel carril / berma	m	18 Hinchamiento	m2		
		19 Desprendimiento de agregados	m2		

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL			
Piel de cocodrilo	m2	m	2,00	1,00		2,00			
Grieta de borde	m	m	7,85			7,85			
Parqueo	m2	m	2,30	1,20		2,76			
Parqueo	m2	m	1,00	0,80		0,80			
Parqueo	m2	m	1,01	0,75		0,76			
Ahuellamientos	m2	m	20,10	0,30		6,03			
Hinchamiento	m2	m	5,30	2,30		12,19			
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q			
Piel de cocodrilo (m)	m2	m	2,00	0,87	20,54	5			
Grieta de borde (m)	m	m	7,85	3,41	8,85				
Parqueo (m)	m2	m	4,32	1,88	13,80				
Ahuellamiento (m)	m2	m	6,03	2,62	28,28				
Hinchamiento (m)	m2	m	12,19	5,30	27,30				
				VDT	98,77	m	7,59		
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS									
28,28	27,3	20,54	13,80	8,85			VDT	q	CDV
28,28	27,3	20,54	13,80	2			98,77	5	51,26
28,28	27,3	20,54	2	2			91,92	4	52,15
28,28	27,3	2	2	2			80,12	3	50,58
28,28	27,3	2	2	2			61,58	2	45,11
28,28	2	2	2	2			36,28	1	36,28

MAX. CDV	52,15
PCI	47,85

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
REGULAR

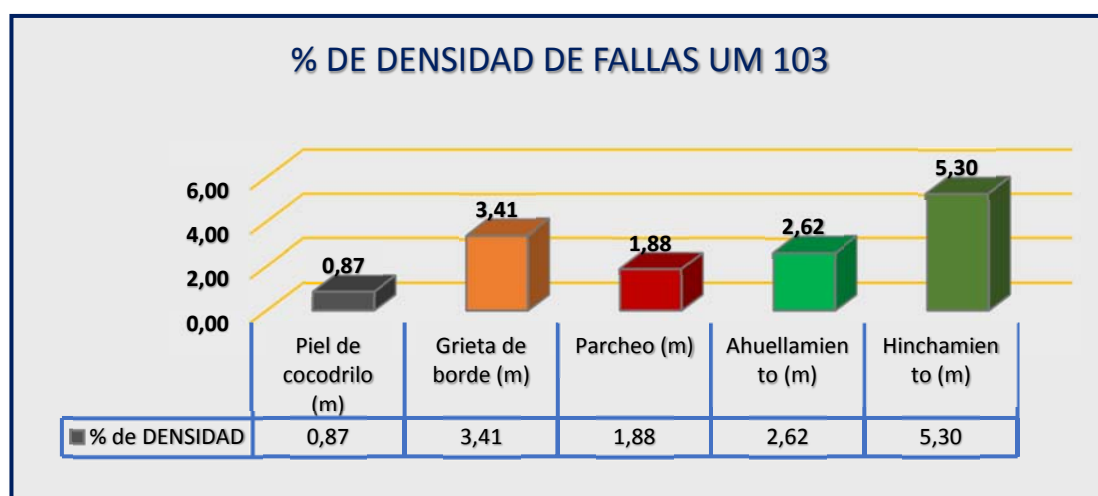


Figura 46. Fallas del tramo UM 103 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca


Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 27

Interpretación

En la unidad muestral UM 103, se encontraron 5 fallas con severidades medio; la falla hinchamiento presenta mayor densidad 5,30%, mientras que la falla piel de cocodrilo presenta menor densidad 0,87%; los resultados obtenidos del PCI en este tramo es de 47,85; demuestran que la calidad del pavimento para este tramo es regular.

Tabla 28. Hoja de registro de la UM 113 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO						
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:			
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial: 3+528,00		Abscisa final: 3+559,50				
		229,95		UM 113				
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grieta longit. y/o tras.			m			
2 Exudación	m2	11 Parcheo			m2			
3 Agrietamiento en bloque	m2	12 Pulimiento de agregados			m2			
4 Abultamiento y hundimiento	m	13 Huecos / baches			und			
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril			m2			
6 Depresión	m2	15 Ahuellamientos			m2			
7 Grieta de borde	m	16 Desplazamientos			m2			
8 Grieta de reflexión de junta	m	17 Grieta parabólica			m2			
9 Desnivel carril / berma	m	18 Hinchamiento			m2			
		19 Desprendimiento de agregados			m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL		
Exudación	m2	b	11,40	0,25		2,85		
Corrugación	m2	m	9,80	2,50		24,50		
Pulimiento de agregados	m2	m	5,20	1,69		8,79		
Ahuellamientos	m2	b	6,00	0,20		1,20		
Hinchamiento	m2	b	8,20	6,30		51,66		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q		
Exudación (b)	m2	b	2,85	1,24	0,15	3		
Corrugación (m)	m2	m	24,50	10,65	40,10			
Pulimiento de agregados (m)	m2	m	8,79	3,82	0,41			
Ahuellamientos (b)	m2	b	1,20	0,52	4,46			
Hinchamiento (b)	m2	b	51,66	22,47	19,91			
				VDT	65,03	m	6.50	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
40,1	19,91	4,46	0,41	0,15		65,03	3	41,27
40,1	19,91	2	0,41	0,15		62,57	2	45,80
40,1	2	2	0,41	0,15		44,66	1	44,66

MAX. CDV	45,8
PCI	54,2

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
REGULAR

Elaboración: Propia

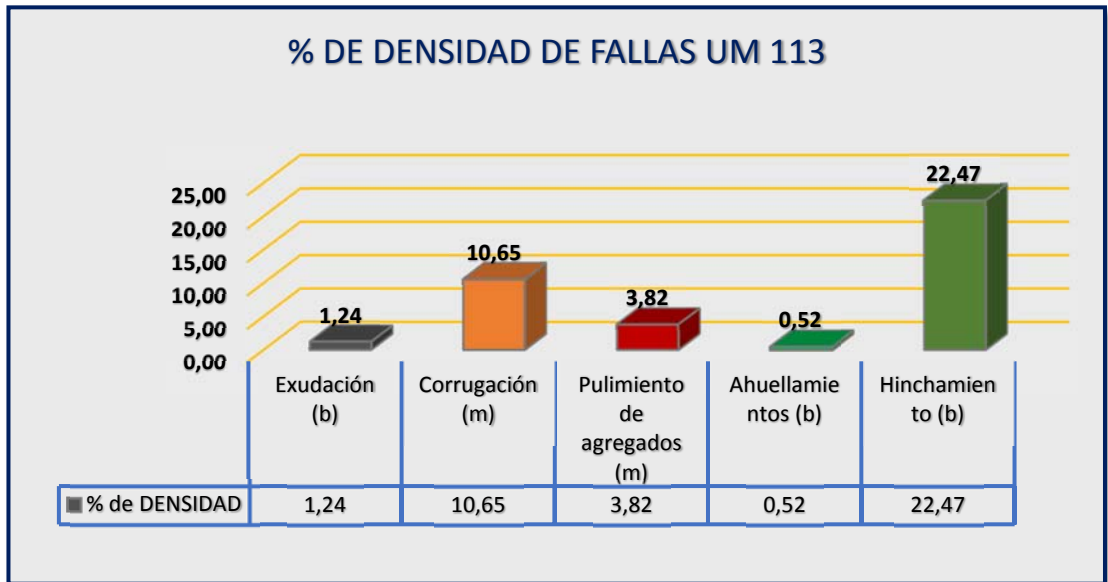



Figura 47. Fallas del tramo UM 113 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca








Elaboración: El Tesista
Fuente: Tabla 28

En la unidad muestral UM 113, se encontraron 5 fallas de severidades medio y bajo; la falla Hinchamiento presenta mayor densidad 22,47% seguido de Corrugación con 10,65%; de la misma manera la falla con menor densidad es el Ahuallamiento con 0,52%; los resultados de las densidades son moderadas por la misma razón el resultado del PCI es 54,20; lo cual indica que la calidad del pavimento es regular.

Tabla 29. Hoja de registro de la UM 123 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO						
		EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFALTICA						
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO						
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:			
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial: 3+843,00		Abscisa final: 3+874,50				
		229,95		UM 123				
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10	Grieta longit. y/o tras.		m			
2 Exudación	m2	11	Parcheo		m2			
3 Agrietamiento en bloque	m2	12	Pulimiento de agregados		m2			
4 Abultamiento y hundimiento	m	13	Huecos / baches		und			
5 Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril		m2			
6 Depresión	m2	15	Ahuellamientos		m2			
7 Grieta de borde	m	16	Desplazamientos		m2			
8 Grieta de reflexión de junta	m	17	Grieta parabólica		m2			
9 Desnivel carril / berma	m	18	Hinchamiento		m2			
		19	Desprendimiento de agregados		m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	b	1,20	0,87		1,04		
Piel de cocodrilo	m2	b	1,30	0,35		0,46		
Pulimiento de agregados	m2	b	1,12	0,32		0,36		
Huecos / baches	und	b	1,00		0,02	1,00		
Ahuellamientos	m2	b	0,84	0,30		0,25		
Hinchamiento	m2	b	0,40	0,32		0,13		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q		
Piel de cocodrilo (b)	m2	b	1,50	0,65	7,25	2		
Pulimiento de agregados (b)	m	b	0,36	0,16	0,00			
Huecos / baches (b)	m2	b	1,00	0,43	9,64			
Ahuellamientos (b)	m2	b	0,25	0,11	1,19			
Hinchamiento (b)	m2	b	0,13	0,06	0,00			
				VDT	18,08	m	9,30	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
9,64	7,25	1,19				18,08	2	12,56
9,64	2	1,19				12,83	1	12,83

MAX. CDV	12,83
PCI	87,17

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
EXCELENTE

Elaboración: Propia

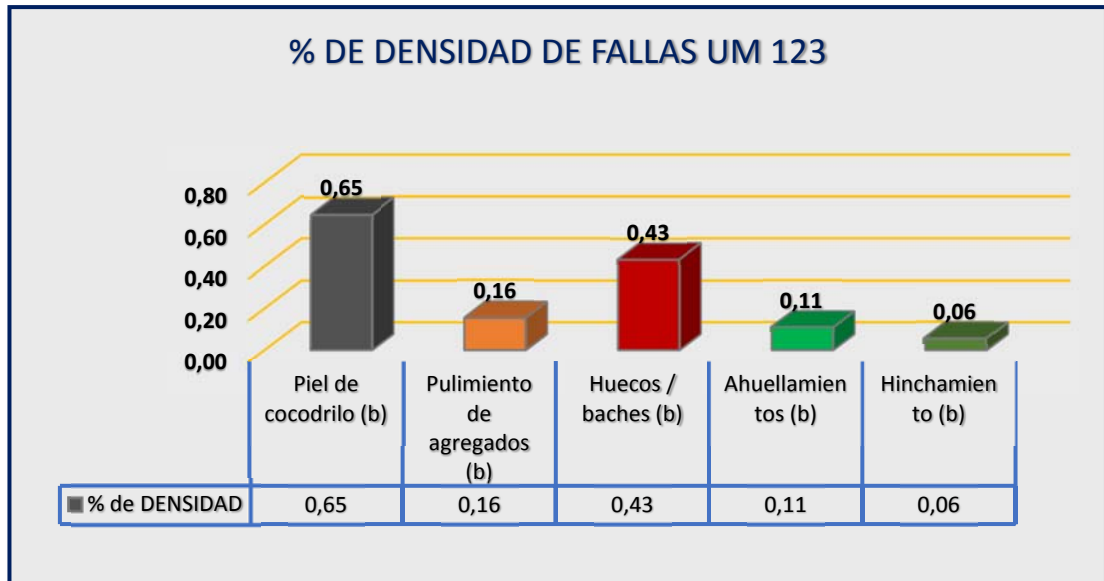


Figura 48. Fallas del tramo UM 123 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca

Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 29

En la unidad muestral UM 123, se encontraron 5 fallas de severidades baja; la falla Piel de cocodrilo presenta mayor densidad 0.65%, también la Huecos/baches con una densidad 0,43%; por lo contrario, falla Hinchamiento es la que presenta menor densidad 0,06%; es necesario señalar que los resultados de las densidades son muy bajas por la misma razón el resultado del PCI es 87,17; lo cual indica que la calidad del pavimento es excelente.

Tabla 30. Hoja de registro de la UM 133 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO	
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	
		PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFÁLTICA	
Nombre de la vía:	PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO		
Evaluado por:	Cotrina Justo, Luis Willy		Área de tramo:
Fecha: setiembre 2019	Abscisa inicial: 4+158,00	Abscisa final: 4+189,50	229,95 UM 133
TIPOS DE FALLAS			
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grieta longit. y/o tras.	m
2 Exudación	m2	11 Parcheo	m2
3 Agrietamiento en bloque	m2	12 Pulimiento de agregados	m2
4 Abultamiento y hundimiento	m	13 Huecos / baches	und
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2
6 Depresión	m2	15 Ahuellamientos	m2
7 Grieta de borde	m	16 Desplazamientos	m2
8 Grieta de reflexión de junta	m	17 Grieta parabólica	m2
9 Desnivel carril / berma	m	18 Hinchamiento	m2
		19 Desprendimiento de agregados	m2

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	b	2,00	0,36		0,72		
Piel de cocodrilo	m2	b	1,10	0,56		0,62		
Piel de cocodrilo	m2	b	1,02	0,75		0,77		
Piel de cocodrilo	m2	m	1,30	0,42		0,55		
Piel de cocodrilo	m2	m	2,01	0,23		0,46		
Piel de cocodrilo	m2	m	1,64	0,61		1,00		
Depresión	m2	b	4,10	0,31		1,27		
Grieta longit. y/o tras	m	b	3,02			3,02		
Huecos / baches	und	b	2,00		0,02	2,00		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q		
Piel de cocodrilo (b)	m2	b	2,10	0,91	9,18	4		
Piel de cocodrilo (m)	m2	m	2,01	0,87	20,54			
Depresión (b)	m2	b	1,27	0,55	3,90			
Grieta longit. y/o tras (b)	m2	b	3,02	1,31	0,03			
Huecos / baches (b)	und	b	2,00	0,87	17,76			
				VDT	51,41	m	8,30	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
20,54	17,76	9,18	3,90	0,03		51,41	4	26,99
20,54	17,76	9,18	2	0,03		49,51	3	30,66
20,54	17,76	2	2	0,03		42,33	2	31,63
20,54	2	2	2	0,03		26,57	1	26,57

MAX. CDV	31,63
PCI	68,37

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
BUENO

Elaboración: Tesista

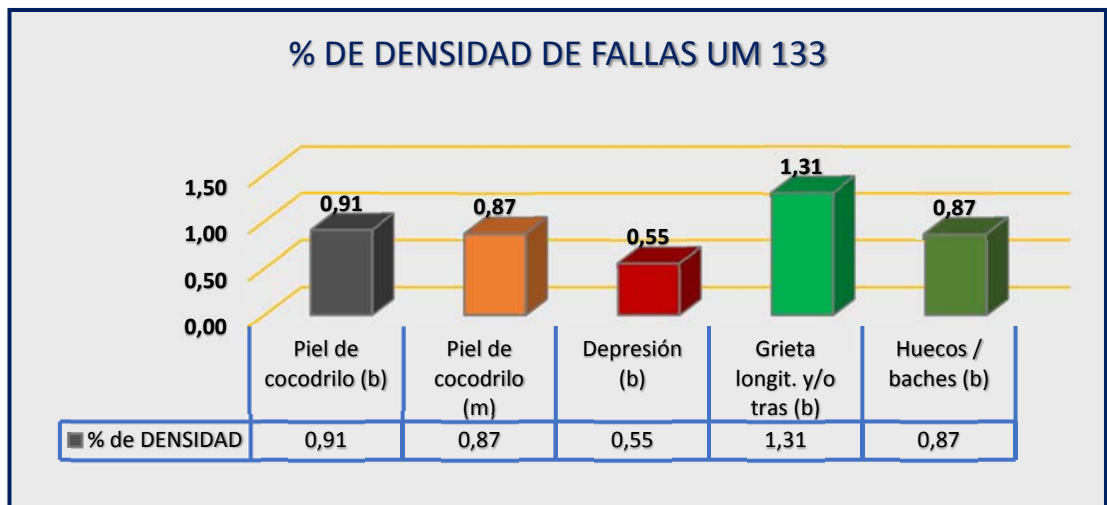


Figura 49. Fallas del tramo UM 133 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.


Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 30

Interpretación:


En la unidad muestral UM 133, se encontraron 4 fallas todas con severidades medias y bajas; la falla Grietas longitudinales y transversales presenta mayor densidad 1,31%, mientras que la falla Depresión presenta menor densidad 0,55%; las fallas encontradas en este tramo son bajas por la misma razón el resultado del PCI es 68,37; lo cual indica que la calidad del pavimento es buena.

Tabla 31. Hoja de registro de la UM 143 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO					
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)					
		PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFÁLTICA					
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO					
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:		
Fecha: setiembre 2019		Abscisa inicial:4+473,00		Abscisa final:4+504,50		229,95 UM 143	
TIPOS DE FALLAS							
1 Piel de cocodrilo	m2	10	Grieta longit. y/o tras.			m	
2 Exudación	m2	11	Parcheo			m2	
3 Agrietamiento en bloque	m2	12	Pulimiento de agregados			m2	
4 Abultamiento y hundimiento	m	13	Huecos / baches			und	
5 Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril			m2	
6 Depresión	m2	15	Ahuellamientos			m2	
7 Grieta de borde	m	16	Desplazamientos			m2	
8 Grieta de reflexión de junta	m	17	Grieta parabólica			m2	
9 Desnivel carril / berma	m	18	Hinchamiento			m2	
		19	Desprendimiento de agregados			m2	
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL	
Piel de cocodrilo	m2	b	1,00	0,93		0,93	
Piel de cocodrilo	m2	b	1,20	0,70		0,84	
Exudación	m2	b	1,40	0,70		0,98	
Exudación	m2	b	4,20	0,60		2,52	
Grieta longit. y/o tras	m	m	3,20			3,20	
Parcheo	m2	m	1,10	0,52		0,57	
Huecos / baches	und	b	3,00		0,02	3,00	
Ahuellamientos	m2	b	3,85	1,04		4,00	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q	
Piel de cocodrilo (b)	m2	b	1,77	0,77	8,16	5	
Exudación (b)	m2	b	3,50	1,52	0,20		
Grieta longit. y/o tras (m)	m	m	3,20	1,39	3,26		
Parcheo (m)	m2	m	0,57	0,25	4,85		
Huecos / baches (b)	und	b	3,00	1,30	22,07		
Ahuellamientos (b)	m2	b	4,00	1,74	12,41		
				VDT	50,95	m	8,16

CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	CDV	
22,07	12,41	8,16	4,85	3,26	0,2			50,95	5	23,57	
22,07	12,41	8,16	4,85	2	0,2			49,69	4	25,78	
22,07	12,41	8,16	2	2	0,2			46,84	3	28,79	
22,07	12,41	2	2	2	0,2			40,68	2	30,48	
22,07	2	2	2	2	0,2			30,27	1	30,27	

MAX. CDV	30,48
PCI	69,52

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
BUENO

Elaboración: Tesista

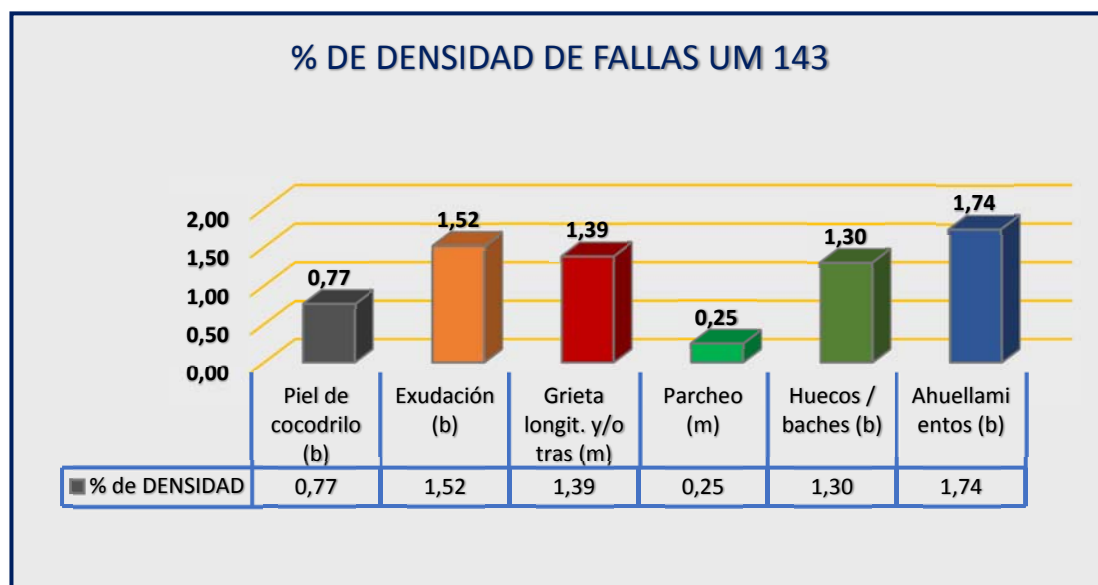


Figura 50. Fallas del tramo UM 143 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.

Elaboración: El Tesista


Fuente: Tabla 31

Interpretación:

En la unidad muestral UM 143, se encontraron 6 fallas con severidades media y baja; la falla Ahuellamiento es la que presenta mayor densidad 1,74%, seguida de la falla Exudación con 1,52%; seguida de la falla Grietas longitudinales y transversales con 1,39%; y la falla Parcheo tiene densidad baja

de 0,25%; cabe resaltar que las fallas de este tramo de la unidades muestrales son bajas por la misma razón el resultado del PCI es 69,52; lo cual indica que la calidad del pavimento es bueno según la clasificación de método PCI.

Tabla 32. Hoja de registro de la unidad MUESTRAL ADICIONAL UM 36 progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

		UNIVERSIDAD DE HUANUCO					
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)					
Nombre de la vía:		PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA- CERRO DE PASCO					
Evaluado por:		Cotrina Justo, Luis Willy			Área de tramo:		
Fecha: octubre 2019		Abscisa inicial:1+102,50	Abscisa final:1+134,00	229,95	UM 36		
TIPOS DE FALLAS							
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Grieta longit. y/o tras.			m		
2 Exudación	m2	11 Parcheo			m2		
3 Agrietamiento en bloque	m2	12 Pulimiento de agregados			m2		
4 Abultamiento y hundimiento	m	13 Huecos / baches			und		
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril			m2		
6 Depresión	m2	15 Ahuellamientos			m2		
7 Grieta de borde	m	16 Desplazamientos			m2		
8 Grieta de reflexión de junta	m	17 Grieta parabólica			m2		
9 Desnivel carril / berma	m	18 Hinchamiento			m2		
		19 Desprendimiento de agregados			m2		
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	SEV.	LARG.	ANCH.	PROF.	TOTAL	
Piel de cocodrilo	m2	m	2,30	0,70		1,61	
Piel de cocodrilo	m2	m	3,31	0,90		2,98	
Piel de cocodrilo	m2	a	2,01	0,65		1,31	
Piel de cocodrilo	m2	a	2,34	0,96		2,25	
Piel de cocodrilo	m2	a	1,60	1,02		1,63	
Agrietamiento en bloque	m2	m	3,20	1,65		5,28	
Agrietamiento en bloque	m2	m	2,40	0,48		1,15	
Agrietamiento en bloque	m2	m	1,50	0,68		1,02	
Corrugación	m2	m	6,20	3,65		22,63	
Depresión	m2	m	2,10	0,70		1,47	
Depresión	m2	m	1,74	0,57		0,99	
Parcheo	m2	m	1,36	0,74		1,01	
Huecos / baches	und	m	3,00		0,02	3,00	
Ahuellamientos	m2	m	1,20	0,25		0,30	
Desprendimiento de agregados	m2	m	1,20	0,78		0,94	
Desprendimiento de agregados	m2	m	1,94	0,63		1,22	
Desprendimiento de agregados	m2	m	1,25	0,45		0,56	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	SEV.	TOTAL	Dens. %	VD	q	
Piel de cocodrilo (m)	m2	m	4,59	2,00	28,20	7	
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	5,18	2,25	41,41		
Agrietamiento en bloque (m)	m2	m	7,45	3,24	8,63		
Corrugación (m)	m2	m	22,63	9,84	39,28		
Depresión (m)	m2	m	2,46	1,07	9,15		
Parcheo (m)	m2	m	1,01	0,44	6,28		
Huecos / baches (m)	und	m	3,00	1,30	36,20		
Ahuellamientos (m)	m2	m	0,30	0,13	5,35		
Desprendimiento de agregados (m)	m2	m	2,72	1,18	9,10		
				VDT	183,60	m	6,38

CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	CDV	
41,41	39,28	36,2	28,20	9,15	9,10	3,28		166,62	7	75,32	
41,41	39,28	36,2	28,20	9,15	9,10	2		165,34	6	78,67	
41,41	39,28	36,2	28,20	9,15	2	2		158,24	5	80,12	
41,41	39,28	36,2	28,20	2	2	2		151,09	4	85,3	
41,41	39,28	36,2	2	2	2	2		124,89	3	75,69	
41,41	39,28	2	2	2	2	2		90,69	2	64,48	
41,41	2	2	2	2	2	2		53,41	1	43,41	

MAX. CDV	85,3
PCI	14,7

Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	
25 – 10	Muy Malo	
10 – 0	Fallado	

CLASIFICACIÓN
MUY MALO

Elaboración: Tesista

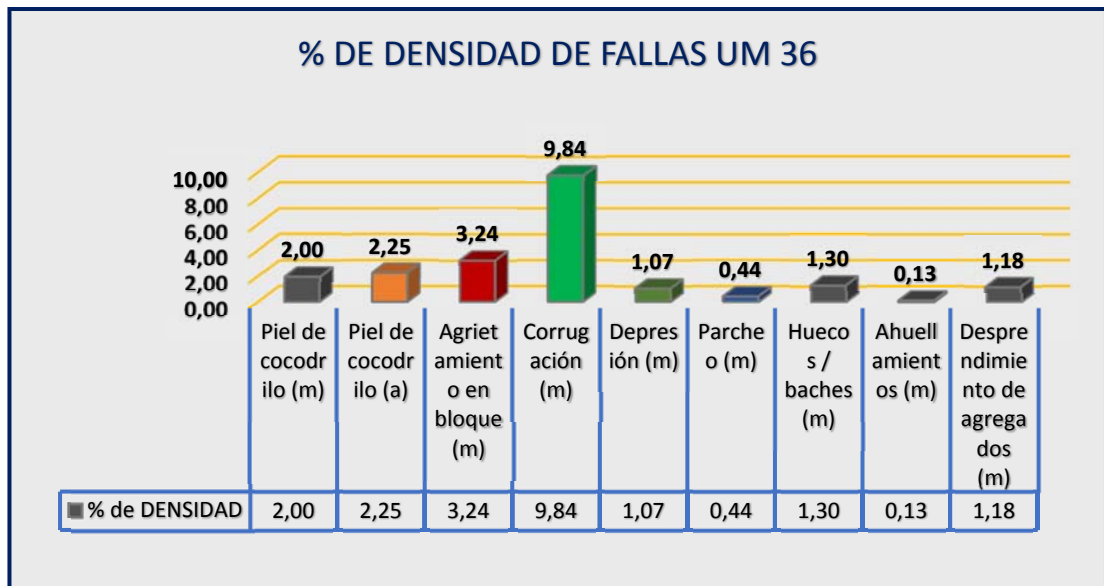


Figura 51. Fallas del tramo UM 36 progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca.

Elaboración: El Tesista

Fuente: Tabla 32

Interpretación:

En la unidad muestral UM 36, se consideró adicionarlo al presentar un gran número de fallas y así como su alta incidencia en su % de densidad; los cuales son detallados en la figura 29; se encontraron 8 fallas con severidades

media y alta; la falla Corrugación es la que presenta mayor densidad 9,84%; seguida de la falla Agrietamiento en bloque con 3,24%; seguida de la falla Piel de cocodrilo con 4,25%; y la falla Ahuellamiento tiene densidad más baja de 0,13%; cabe resaltar que las fallas de este tramo de la unidades muestrales son elevadas por la misma razón el resultado del PCI es 14,7; lo cual indica que la calidad del pavimento es muy malo según la clasificación de método PCI.

Tabla 33. Resumen de PCI de las unidades muestrales de la progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca - Cerro de Pasco

PAVIMENTOS FLEXIBLES PROGRESIVA 46+600 - 51+600, YANAHUANCA – CERRO DE PASCO - 2019							
UNIDAD MUESTRAL	ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	MÁX CDV	AREA	PCI - CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGÍA
UM 03	0+063.00	0+094.50	49,72	229,95	50,28	REGULAR	
UM 13	0+0378.00	0+409.50	29,17	229,95	70,83	MUY BUENO	
UM 23	0+693.00	0+724.00	79,76	229,95	20,24	MUY MALO	
UM 33	1+008.00	1+039.50	50,66	229,95	49,34	REGULAR	
UM 36	1+102,50	1+134,00	85,3	229,95	14,7	MUY MALO	
UM 43	1+323.00	1+354.50	57,29	229,95	42,71	REGULAR	
UM 53	1+638.00	1+669.50	51,1	229,95	48,9	REGULAR	
UM 63	1+953.00	1+984.50	60,96	229,95	39,04	MALO	
UM 73	2+268.00	2+299.50	60,61	229,95	39,39	MALO	
UM 83	2+583.00	2+614.50	65,69	229,95	34,31	MALO	
UM 93	2+898.00	2+929.00	55,67	229,95	44,33	REGULAR	
UM 103	3+213.00	3+244.50	52,15	229,95	47,85	REGULAR	
UM 113	3+528.00	3+559.00	45,8	229,95	54,2	REGULAR	
UM 123	3+843.00	3+847.50	12,83	229,95	87,17	EXCELENTE	
UM 133	4+158.00	4+189.50	31,63	229,95	68,37	BUENO	
UM 143	4+473.00	4+504.50	30,48	229,95	69,52	BUENO	

Fuente: Hoja de registro de las Unidades muestrales de la progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca

Elaboración: Tesista

Tabla 34. Porcentaje de fallas en el tramo de la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca- Cerro de Pasco

% DE FALLAS DE LA PROGRESIVA 46+600 - 51+600 YANAHUANCA - CERRO DE PASCO																	
TIPO DE FALLA	UM 03	UM 13	UM 23	UM 33	UM 36	UM 43	UM 53	UM 63	UM 73	UM 83	UM 93	UM 103	UM 113	UM 123	UM 133	UM 143	%
Piel de cocodrilo	2,04		13,31		4,25		4,69	6,64	6,69	13,01	6,50	0,87		0,65	1,78	0,77	17,47
Exudación			0,37	0,29				6,31			0,33		1,24			1,52	2,87
Agrietamiento en bloque			6,54	5,48	3,24												4,36
Corrugación	12,39				9,84	20,87							10,65				15,34
Depresión			48,80		1,07		4,66		0,87	5,01						0,55	17,40
Grieta de borde		2,61	0,22	1,96					3,69	1,31		3,41					3,77
Desnivel carril / berma								9,35									2,67
Grieta longit. y/o tras.				1,66		2,61	5,12	1,96	1,31		0,48				1,31	1,39	4,52
Parqueo	0,44	2,32		0,31	0,44	8,66	2,56	0,45	2,30			1,88				0,25	5,60
Pulimiento de agregados		8,35							6,30				3,82	0,16			5,32
Huecos / baches					1,30			0,59	0,43	1,30				0,43	0,87	1,30	1,78
Ahuellamientos	0,79	3,48	2,17	10,44	0,13	2,94		8,87				2,62	0,52	0,11		1,74	9,65
Desplazamientos	0,72										2,66						0,96
Hinchamiento												5,30	22,47	0,06			7,95
Desprendimiento de agregados					1,18												0,34

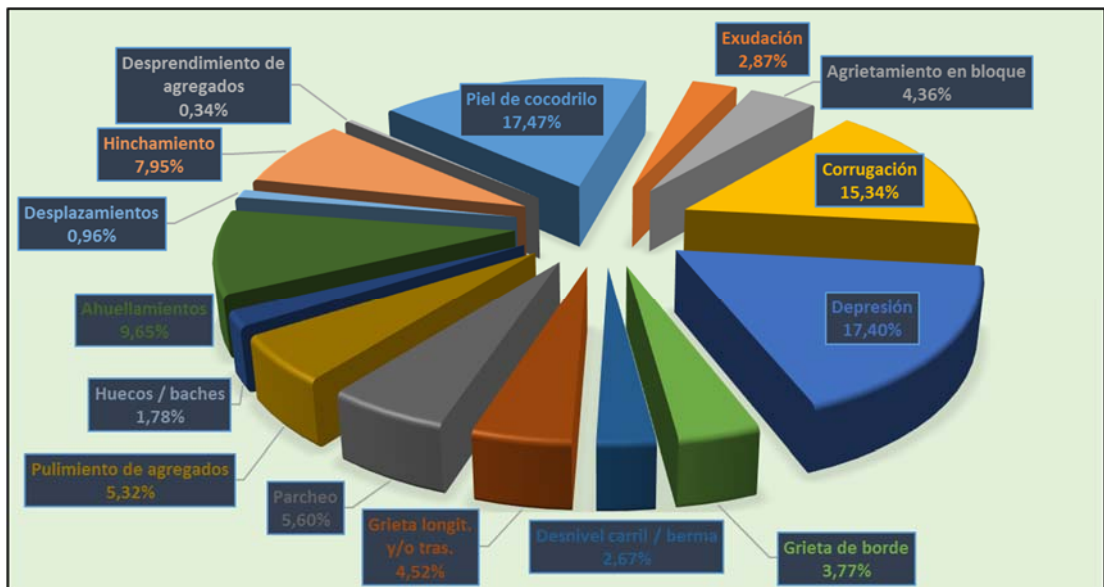


Figura 52. Fallas más frecuentes en el tramo de la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca- Cerro de Pasco

Elaboración: Tesista

Interpretación:

En la figura adjunta se puede apreciar las fallas más sobresalientes del tramo de la progresiva 46+600 – 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco, los resultados señalan que el 17,47% del tramo se encontró la falla Piel de

cocodrilo, seguido con el 17,40% la falla de Depresión; así mismo la falla Corrugación presenta el 15,34%; mientras que las fallas Ahuellamiento en 9,65%; también la falla Hinchamiento con 7,95%; la falla Pulimiento de agregados 5,32%; Parcheo en 5,60% y teniendo poca incidencia las demás fallas menores al 5%.

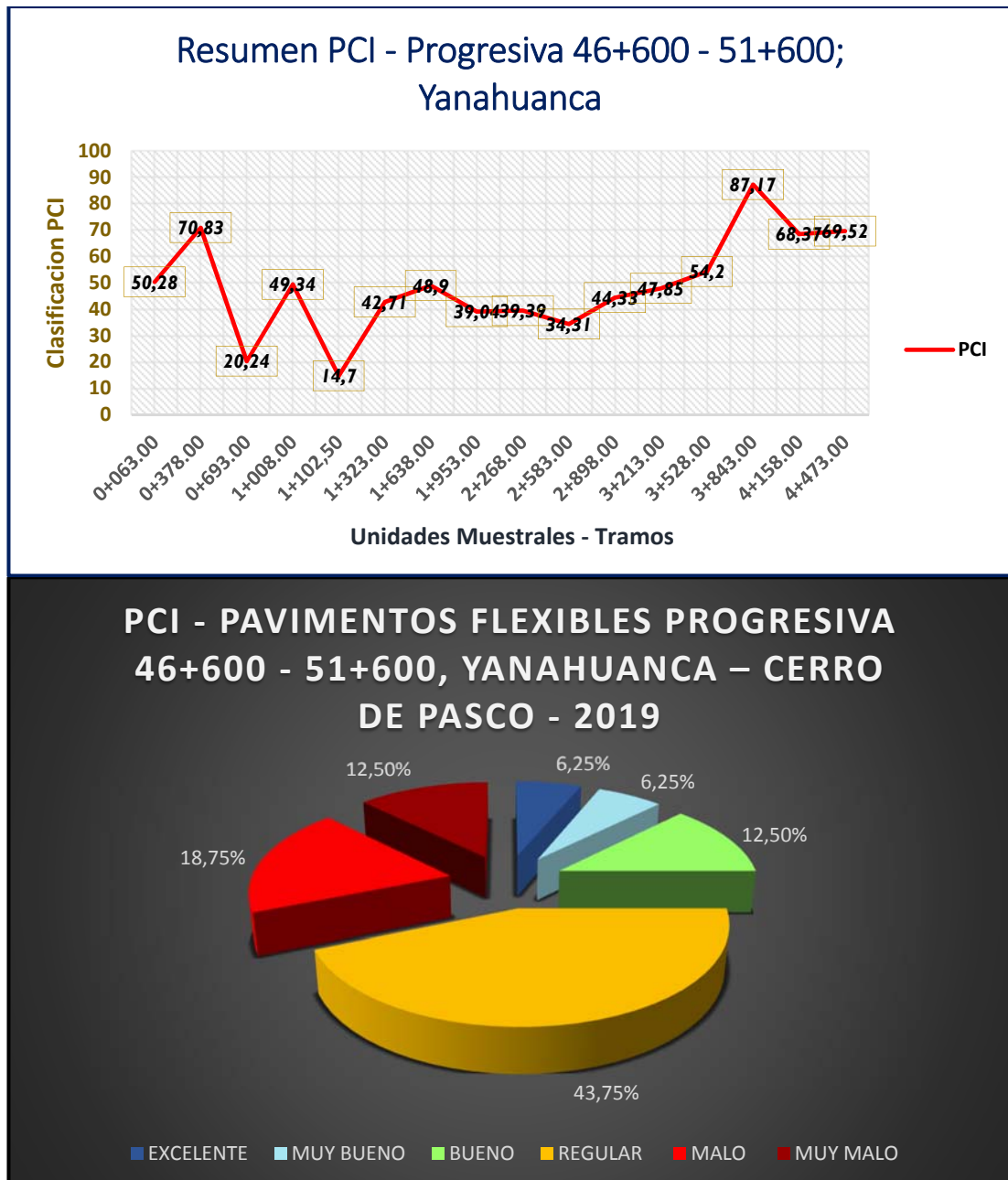


Figura 53. Resumen de PCI de las unidades muestrales de la progresiva 46+600 - 51+600; Yanahuanca - Cerro de Pasco

Interpretación

Después de haber registrado y obtenidos todos los datos del trabajo en campo, y los niveles de índice de condición respectiva para cada unidad muestral se procedió a evaluar y realizar el cálculo promedio de las 16 unidades muestrales para así, poder determinar cuál es la condición actual de la vía progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca – Cerro de Pasco. Asimismo, esta vía consta de 5.00 km de longitud, se dividió todo el tramo en 15 unidades muestrales y una adicional por presentar fallas de alta severidad; con un área de 229,95m² por cada unidad muestral según lo indica en método del PCI; los resultados obtenidos del PCI promedio de todo el tramo de la progresiva 46+600 - 51+600 señalan que la calidad del pavimento se encuentra con un PCI de 48.83; resultado que indica que dicho pavimento es regular. De la misma manera se observa los porcentajes de los estados de calidad del pavimento donde el 47,75% clasifica en estado regular.

4.3 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la contrastación de hipótesis por ser un estudio sumamente descriptivo se va considerar los datos recogidos de campo procesados mediante cálculos matemáticos que llevarán a realizar una media aritmética, lo cual nos servirá para poder contrastar la hipótesis inicialmente planteada.

PCI_R = PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorios o representativos

$$PCI_R = \frac{PCI_1 + PCI_2 + PCI_3 + PCI_4 + PCI_5 + \dots + PCI_n}{n} \dots \dots \text{ecuacion N}^\circ 1$$

En ese sentido para la vía progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca – Cerro de Pasco. El PCI se calculará de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \text{ecuacion N}^\circ 2$$

Donde:

PCI_S = PCI de la sección del pavimento.

PCI_R = PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorios o representativos.

PCI_A = PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N = Número total de unidades de muestreo en la sección.

A = Numero adicional de unidades de muestreo inspeccionados.

$$PCI_R = \frac{PCI_1 + PCI_2 + PCI_3 + PCI_4 + PCI_5 + \dots \dots \dots + PCI_{15}}{15} = 51,10$$

$$PCI_R = 51,10$$

$$PCI_A = 14,70$$

$$N = 16$$

$$A = 1$$

Remplazamos todos los valores en la ecuación N° 2:

$$PCI_S = \frac{[(16 - 1) \times 51.10] + (1 \times 14.70)}{16} = 48,83$$

Para este estudio se planteó la hipótesis alternativa; mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) se conocerá el estado actual de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco 2019. De la misma manera se planteó la hipótesis nula donde señala que mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) no se conocerá el estado actual de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco 2019. El resultados obtenidos de la aplicación del método PCI es 48,83; el cual indica el estado de la superficie de la vía progresiva 46+600 - 51+600, se encuentra en la clasificación regular; en consecuencia, se acepta la hipótesis del

investigador es decir que con la aplicación del método PCI, se conoció el estado de la calidad de pavimento de la progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca; por ende, se rechaza la hipótesis nula.

CAPITULO V

5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio, tuvo como objetivo emplear la metodología del PCI (Present Condition Index), para hacer la evaluación superficial de la vía progresiva 46+600 - 51+600, Yanahuanca, los resultados de la evaluación; demuestran que mediante la aplicación de mencionada metodología, se puede determinar el estado actual del pavimento flexible en la progresiva 46+600 - 51+600, el PCI es 48,83; lo cual indica que la calidad del pavimento es regular; asimismo podemos mencionar que la metodología PCI, resulta ser más completa y confiable cuando se requiera evaluar vías como pavimentos flexibles; resultados que se relaciona con Leguía y Pacheco (2016), en su estudio Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavemente Condition Índex(PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colon y Miguel Grau (huacho –Huara- Lima)”; El método Pavement Condition Index (PCI); constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado, y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación. Se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, valor que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. Las fallas más predominantes que se observaron en la progresiva 46+600- 51+600; Yanahuanca son: el 17,47% del tramo se encontró la falla Piel de cocodrilo, seguido con el 17,40% la falla de Depresión; así mismo la falla Corrugación presenta el 15,34%; mientras que

las fallas Ahuellamiento en 9,65%; también la falla Hinchamiento con 7,95%; la falla Pulimiento de agregados 5,32%; Parcheo en 5,60% y teniendo poca incidencia las demás fallas menores al 5%. Finalmente consideramos que la aplicación de método PCI, nos permitió evaluar el estado situacional del pavimento PCI, 48,83; calidad de vía regular; señalando que el tipo de intervención a realizar es un mantenimiento rutinario el cual consta de reparaciones menores y localizadas de la superficie; con la finalidad de prolongar la vida útil de dicha vía.

5.2 CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados en el estudio podemos concluir lo siguiente:

- El pavimento flexible de vía progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco, se logró evaluar mediante la aplicación de la metodología PCI (Pavement Condition Index), se obtuvo un calificativo PCI= 48,83; y de acuerdo como lo estipula este método, se clasifica que el estado de pavimento es de calidad regular.
- La metodología Pavement Condition Index (PCI) es eficiente y sencillos de aplicar y no requieren equipos experimentados. Donde la inspección visual es una de las herramientas más importantes en la aplicación y evaluación de este método, y forma parte esencial de toda la investigación; así mismo se puede clasificar el estado de conservación en el que se encuentran la vía progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco, donde se observaron los tipos de fallas que presenta esta vía.
- Se logró determinar que las fallas más recurrentes en la vía progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca - Cerro de Pasco; a su vez estas son: el 17,47% del tramo se encontró la falla Piel de cocodrilo, seguido con el 17,40% la falla de Depresión; así mismo la falla Corrugación presenta el 15,34%; mientras que las fallas Ahuellamiento en 9,65%; también la falla Hinchamiento con 7,95%; la falla Pulimiento de agregados 5,32%; Parcheo en 5,60% y teniendo poca incidencia las demás fallas menores al 5%.
- Aplicando el método Pavement Condition Index (PCI) se determinó el estado y la severidad de todo el tramo de la progresiva 46+600- 51+600,

en las unidades de muestrales el 6.25% estado excelente con un PCI (entre 100 y 85); el 6.25% estado muy bueno con un PCI (entre 85 y 70); un 12.50% presentan un estado bueno con PCI (70-55); el 43.75% del total de unidades de prueba inspeccionadas, presentan un estado de pavimento regular con PCI (55-40); seguido de 18.75% de unidades de prueba en mal estado PCI (40-25); un 12.5% se encontró en estado muy malo PCI (entre 25 y 10). Finalmente agrupando todos los resultados de las 16 unidades de muestras evaluadas se obtuvo un calificativo general de la vía con un valor PCI = 48,83; calificándola como una vía en regular estado.

5.3 RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar todas las unidades muestrales y no de forma aleatoria, teniendo magnitudes extensas de ser el caso tomar unidades muestrales adicionales al ser unidades que presentan daños elevados en su clase, severidad y cantidad; ya que de esta forma se obtiene una mayor confiabilidad en los resultados para la medición con la metodología Pavement Condition Index (PCI) en este estudio se adiciono una unidad muestral al presentar daños considerables dándonos el resultado final PCI de 48,83.
- Se recomienda a las autoridades encargada dar mantenimiento a vía progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca, a fin de evitar que las severidades de las fallas tales como Piel de Cocodrilo, fisuras por desplazamiento, desprendimientos, exudación, y corrugación, se agraven en un corto plazo y poder brindar un adecuada transitabilidad y preservar la vida útil de la carretera en mención.
- Se recomienda que la evaluación a las vías estudiadas, se efectué en periodos de 6 a 12 meses, con la finalidad de conocer si el estado de conservación de la vía se mantiene, o de caso contrario identificar la aparición de nuevos daños y analizar la evolución de las fallas ya existentes

5.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cárdenas, R.J. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de la integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de la rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortez*. (Tesis para optar el título de ingeniero civil, ULADECH. Católica). Recuperado de:
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1289>
- Corea y asociados. (2008). *Manual para la revisión de diseño de pavimentos*. Nicaragua.
- Díaz, J. M. (2014). *Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles*.
- Espinoza Dávila, T. M., & Santiago López, F. (2015). *Evaluación del estado actual del pavimento asfáltico de la vía Huánuco- Kotosh por el método del índice de condición del pavimento*. Recuperado de:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_99f9192f66e21aac0f7725bc249d9bd4/Cite
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw-Hill.
- Hernández, R., Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana.
- León, R.C. (2017). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible del jr. Chanchamayo desde la cuadra 9 a la 14, por el método de índice de condición de pavimentos*. (Tesis para optar el título de ingeniera civil, Universidad Nacional de Cajamarca). Recuperado de:
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1013>
- Mba y Tabares (2005). *Diagnóstico de la vía existente y diseño de pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del Café –Vía la Badea –Colombia* (Tesis optar título de especialista en transportes vías)

- Miranda (2010). *Deterioro en pavimentos flexibles y rígido, Valdivia- Chile*. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- Redacción Gestión (05 de junio 2016). *Falta de carreteras representa el 20% de la brecha total de infraestructura en el país*. Recuperado <https://gestion.pe/economia/falta-carreteras-representan-20-brecha-total-infraestructura-pais-146347>
- Rico, Alfonso., Del Castillo, Hermilio. (2011). *La Ingeniería de los suelos en las vías terrestres*. México: LIMUSA.
- Rodríguez Velásquez (2010). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Avenida Luis Montero, distrito de Castilla del departamento de Piura*.
- Rodríguez Velásquez, E. (2009). *Calculo del Índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero distrito de Castilla*.
- Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. (Tesis para optar el título de Licenciado en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura, Piura, Perú). Recuperado de: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1350>
- Sánchez, Ch.A. (2016). *Evaluación del estado de preservación del pavimento flexible de la calle Rafael Sanzio, tramo mercado Santa Rosa el bosque - avenida Ricardo Palma, mediante el método del índice de condición del pavimento PCI*. (Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Privada de Trujillo) Recuperado de: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/49>
- Vásquez Varela, Luis (2002). *Pavemente Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Ingepav.Universidad Nacional de Colombia.
- Vidal Ascencio (2016). *Medición y comparación de la rugosidad en pavimentos de la ciudad de mediante Smartphone y un método tradicional*.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "APLICACIÓN DEL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA EVALUAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA PROGRESIVA 46+600- 51+600, YANAHUANCA - CERRO DE PASCO 2019"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES/INDICADORES	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS
<p>GENERAL ¿En qué medida la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) permite evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600-51+600, Yanahuanca-Cerro de Pasco 2019?</p> <p>ESPECÍFICOS PE1: ¿De qué manera la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) permite calcular pavimentos flexibles en la progresiva 46+600-51+600, Yanahuanca-Cerro de Pasco? PE2: ¿En qué medida el determinar el nivel de severidad de cada uno de los tipos de falla permite evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600-51+600, Yanahuanca-Cerro de Pasco?</p>	<p>GENERAL Conocer el estado situacional de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca- Cerro de Pasco 2019; usando el método Pavement Condition Index (PCI).</p> <p>ESPECÍFICOS: OE1: Evaluación preliminar de la zona de estudio, aplicando los parámetros de la metodología PCI. OE2: Aplicar la metodología PCI en el área de análisis. OE3: Determinar el nivel de severidad que presentan cada tipo de falla.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL H1: Mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) se conocerá el estado actual de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600-51+600, Yanahuanca- Cerro de Pasco 2019.</p> <p>H0: Mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) no se conocerá el estado actual de pavimentos flexibles en la progresiva 46+600-51+600, Yanahuanca- Cerro de Pasco 2019.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Método Pavement Condition Index (PCI)</p> <p>DIMENSIÓN: Información preliminar</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapa geográfico de ubicación del estudio • Características de la zona • Mantenimiento temporal de la vía en estado de deterioro <p>DIMENSIÓN: trabajos de campo Indicadores</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toma de medidas según tipo de fallas y su extensión en m2, ml 2. Clasificación de tipo de falla (baja, media y alta) 3. Evaluación del tramo severidad, cantidad y densidad. <p>VARIABLE DEPENDIENTE: Evaluación de Pavimentos flexibles</p> <p>DIMENSIÓN: trabajos de gabinete Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro de datos • Procesamiento de los datos (PCI) <p>DIMENSIÓN: Resultado de la evaluación del Pavimento Flexible</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resultados de la evaluación • Conclusiones de la evaluación • Recomendaciones post evaluación 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Descriptiva ENFOQUE Mixto DISEÑO DE ESTUDIO No Experimental</p> <p>X ----- Y</p> <p>X: Aplicación del método Y: Pavimentos flexibles</p> <p>POBLACIÓN La población de estudio es de la progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca- Cerro de Pasco.</p> <p>LA MUESTRA Para el presente estudio la muestra será de tipo probabilística ya que lo obtenemos utilizando la siguiente formula, recomendada en el PCI (Pavement Condition Index).</p> $n = \frac{159 \cdot (10)^2}{\frac{(5)^2}{4} \cdot (159 - 1) + 10^2}$ <p>La muestra en estudio es 15 unidades muestrales</p>	<p>TÉCNICAS 1. La observación porque es la que mejor nos permite sacar datos de campo reales cómo se encuentra la estructura del pavimento para procesarlas para llegar a determinar los tipos de severidad y el grado. 2. Encuesta</p> <p>INSTRUMENTOS Ficha de Observación -PCI Cuestionario</p> <p>MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS Cuantitativo Estadística descriptiva Estadística inferencial</p>

Fuente: Matriz operacional de variables y matriz de consistencia. Peña, M (2012)

ANEXO 02. INSTRUMENTOS-CUESTIONARIO



ANEXO 02: Instrumento de recolección de datos

TESIS

“APLICACIÓN DEL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA EVALUAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA PROGRESIVA 46+600 - 51+600, YANAHUANCA - CERRO DE PASCO 2019”

INDICACIONES:

Estimado transportista . El presente instrumento tiene la finalidad de recoger información sobre las características y condiciones de la presente vía, por lo que se le solicita responder con sinceridad marcando con un aspa (X) en el casillero que considera pertinente ;teniendo en cuenta los siguientes valores:

I. DATOS GENERALES

Sexo : Masculino ()

Femenino ()

Nº	INDICADORES	SI	NO
1	Considera usted que la vía progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca- Cerro de Pasco es cómoda y segura.		
2	Considera usted que el clima de la zona influye en el deterioro de la vía.		
3	Ha observado que se realiza un mantenimiento constante en esta vía		
4	Considera usted que esta vía, tiene un buen funcionamiento.		
5	Usted ha observado algún tipo de accidente a causa de falta de mantenimiento de esta vía.		

6	Cree usted que esta vía, estando en buen estado reduciría los costos de reparación y mantenimiento de los vehículos.		
7	Considera usted que las bermas de la vía están en un estado adecuado.		
8	Cree usted que un mantenimiento a la vía mejoraría su seguridad de viaje.		
9	Las fallas que usted aprecia en la vía son de gran tamaño.		
10	Ha disminuido su velocidad, a causa de los deterioros que presenta la vía.		
11	Clasificaría usted a esta vía como deteriorada.		
12	Estima que es peligroso transitar por esta vía a causa de los deterioros en su recorrido.		
13	Considera usted que el tráfico pesado en esta vía es alto.		
TOTAL			

II. OBSERVACION :

.....
.....

INSTRUMENTOS – EVALUACIÓN DE FALLAS



Parámetros de evaluación de fallas pavimentos flexible

TESIS

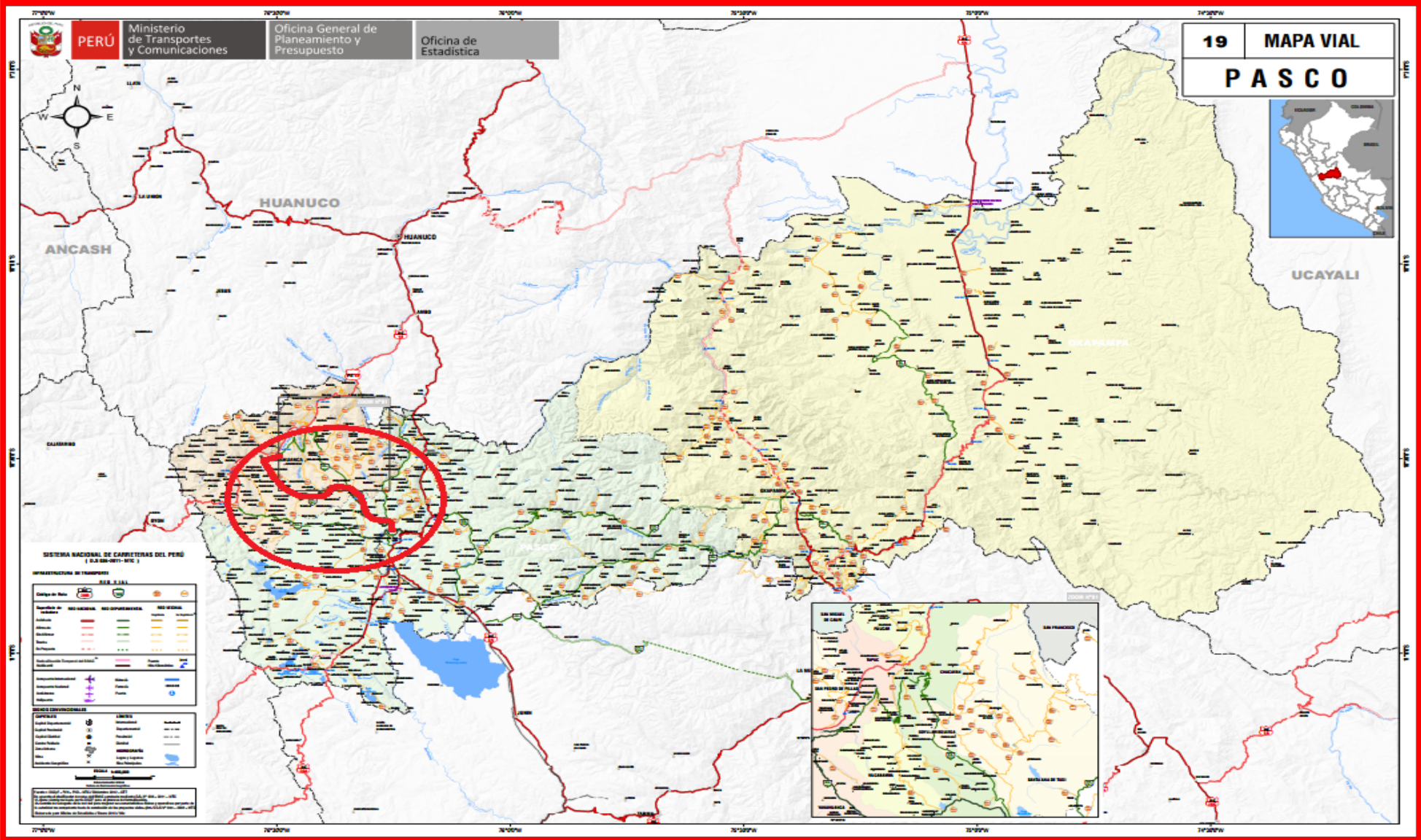
“APLICACIÓN DEL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA EVALUAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA PROGRESIVA 46+600 - 51+600, YANAHUANCA - CERRO DE PASCO 2019”

TESISTA: Cotrina Justo, Luis Willy

N°	TIPO DE FALLA	CÓDIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m
5	Corrugación	COR	m2
6	Depresión	DEP	m2
7	Grieta de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m
9	Desnivel carril / Berna	DN	m
10	Grieta longitudinal y transversal	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimientos agregados	PU	m2
13	Huecos / baches	HUE	unidad
14	Ahullamientos	AHU	m2
15	Desplazamientos	DES	m2
16	Grieta Parabólica	GP	m2
17	Hinchamiento	HN	m2
18	Desprendimientos de agregados	DAG	m2

Fuente: Vásquez Varela ,2002 Manual del método PC

ANEXO 03. MAPA SATELITAL DE UBICACIÓN DEL ESTUDIO

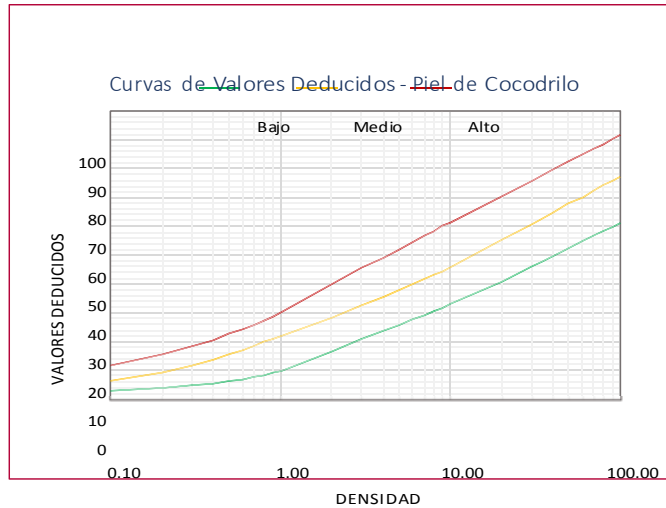


ANEXO 04.

Curvas de valores deducidos (VD) - PCI

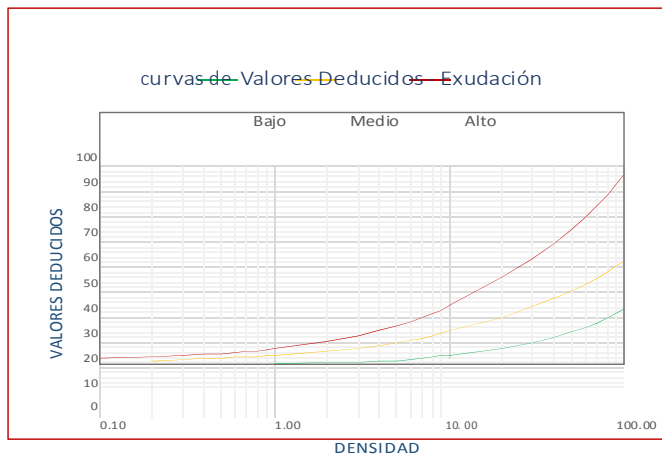
1. PIEL DE COCODRILO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60



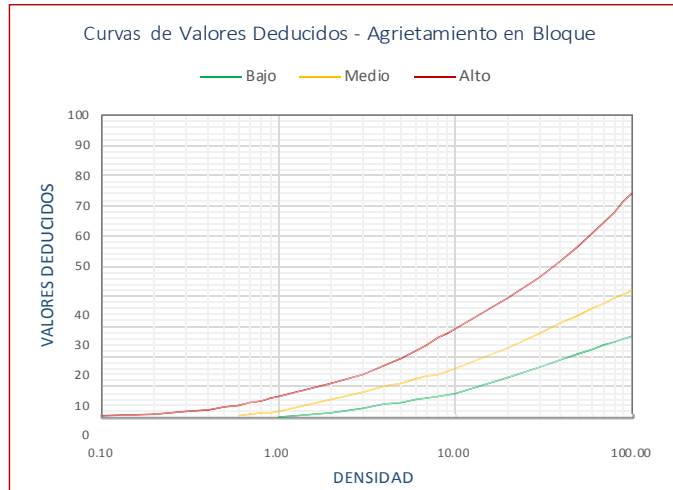
2. EXUDACIÓN

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			2.20
0.20		0.80	2.70
0.30		1.40	3.10
0.40		1.80	3.50
0.50		2.10	3.90
0.60		2.40	4.30
0.70		2.60	4.70
0.80		2.80	5.10
0.90		2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	18.20
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	23.00
20.00	5.90	18.30	34.10
30.00	8.20	22.40	41.60
40.00	10.30	25.80	47.90
50.00	12.40	28.80	53.40
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	16.20	34.00	63.00
80.00	18.10	36.40	67.30
90.00	19.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	75.10



3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			0.20
0.20			0.90
0.30			1.70
0.40			2.40
0.50			3.20
0.60		0.40	3.90
0.70		0.80	4.70
0.80		1.20	5.40
0.90		1.50	6.20
1.00	0.00	1.70	7.00
2.00	1.30	5.80	11.10
3.00	2.90	8.20	14.30
4.00	4.10	10.00	17.00
5.00	5.00	11.30	19.50
6.00	5.70	12.50	21.90
7.00	6.30	13.40	24.00
8.00	6.90	14.20	26.10
9.00	7.40	14.90	28.00
10.00	8.00	16.00	29.50
20.00	13.10	22.90	39.60
30.00	16.50	28.00	46.40
40.00	19.00	31.10	51.90
50.00	20.90	33.80	56.60
60.00	22.40	35.90	60.80
70.00	23.70	37.70	64.60
80.00	24.80	39.30	68.00
90.00	25.80	40.70	71.20
100.00	26.70	42.00	74.20



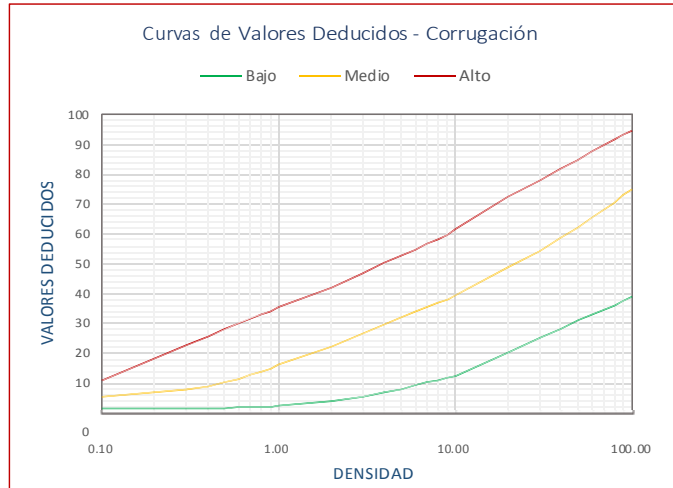
4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30		4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



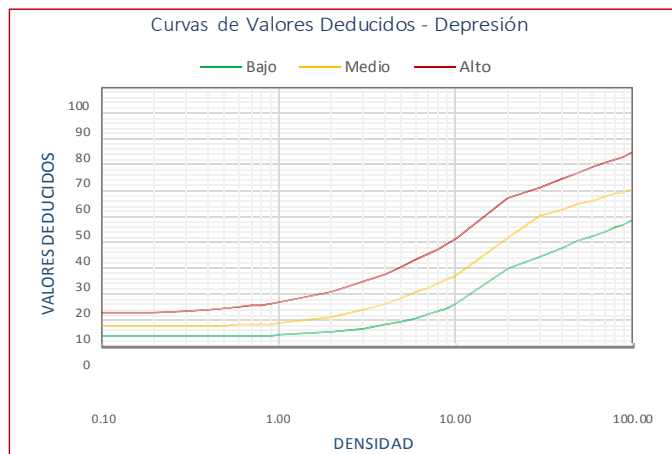
5. CORRUGACION

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80



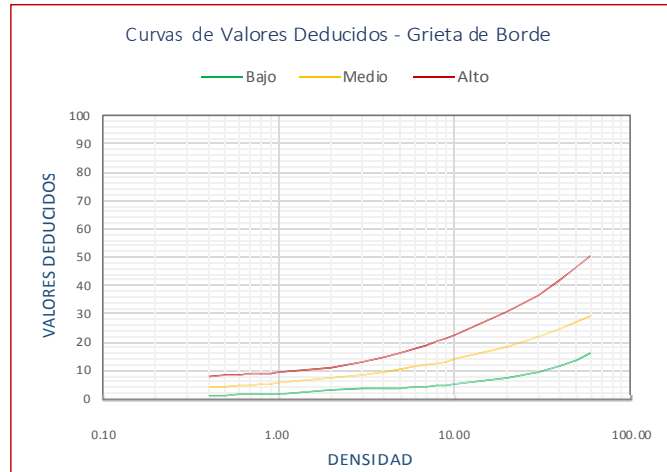
6. DEPRESION

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50



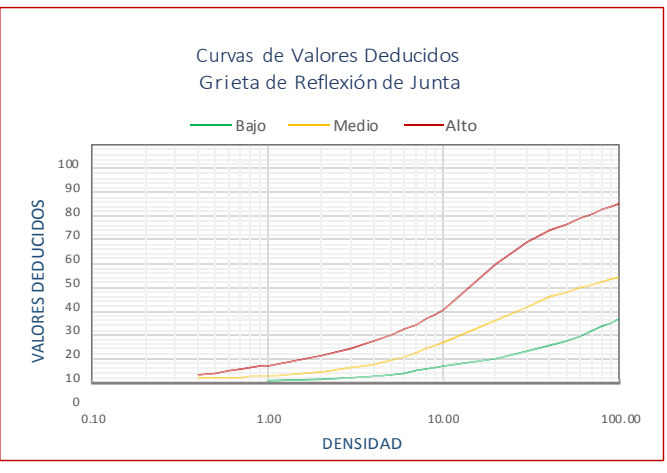
7. GRIETA DE BORDE

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.70	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



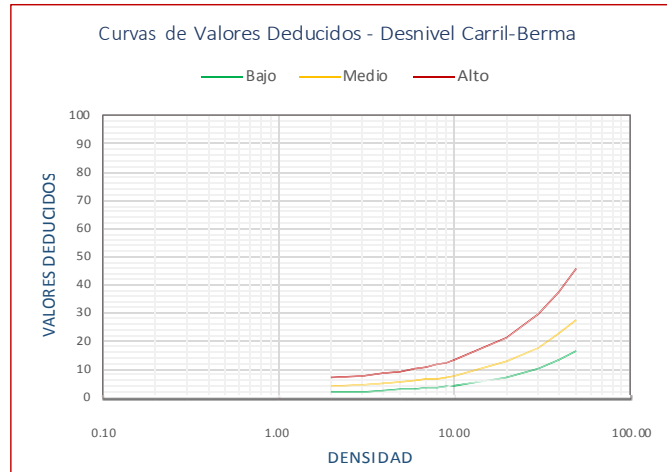
8. GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40		1.60	2.80
0.50		1.80	4.00
0.60		2.00	5.00
0.70		2.10	5.80
0.80		2.30	6.50
0.90		2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.10
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.20	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30



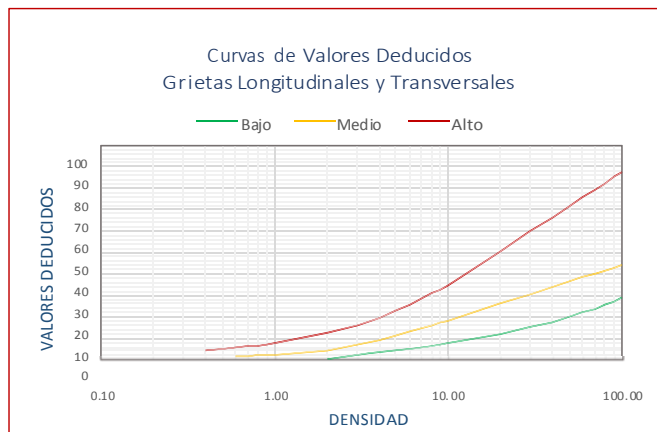
9. DESNIVEL CARRIL-BERMA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.60
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



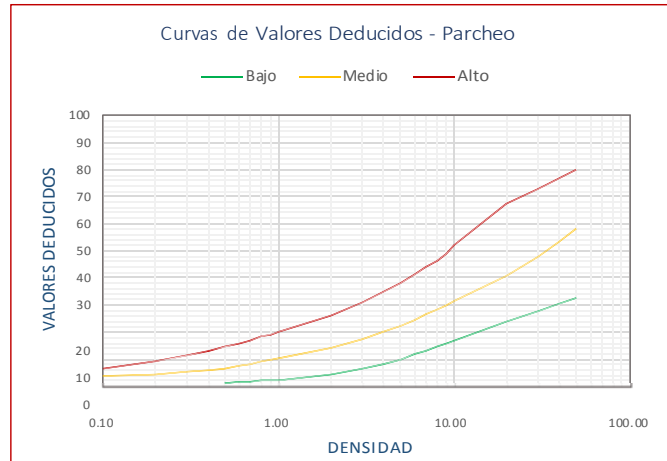
10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			4.30
0.50			4.90
0.60		1.40	5.60
0.70		1.70	6.20
0.80		1.90	6.70
0.90		2.10	7.30
1.00		2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50



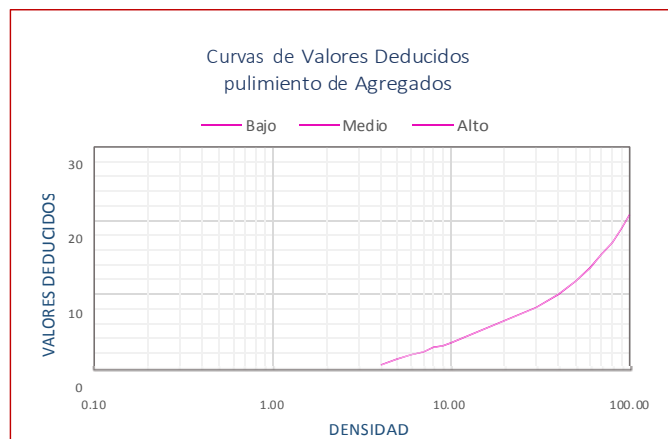
11. PARCHEO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		3.70	6.50
0.20		4.50	9.20
0.30		5.20	11.20
0.40		6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.00
1.00	2.30	10.10	20.00
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



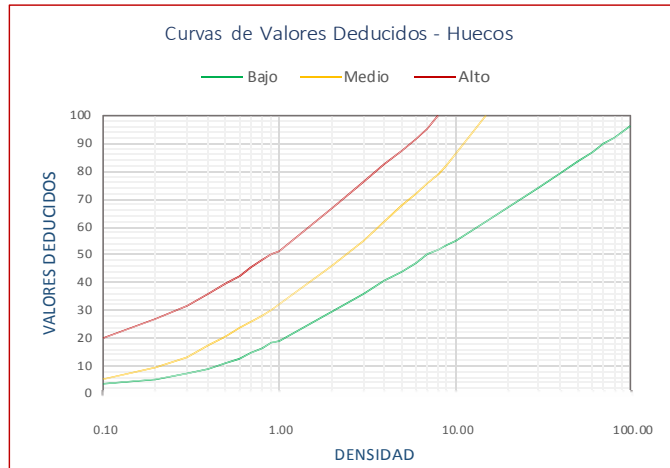
12. PULIMENTO DE AGREGADOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.50	
5.00		1.20	
6.00		1.80	
7.00		2.30	
8.00		2.80	
9.00		3.10	
10.00		3.50	
20.00		6.50	
30.00		8.30	
40.00		10.10	
50.00		11.80	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.90	
100.00		20.70	



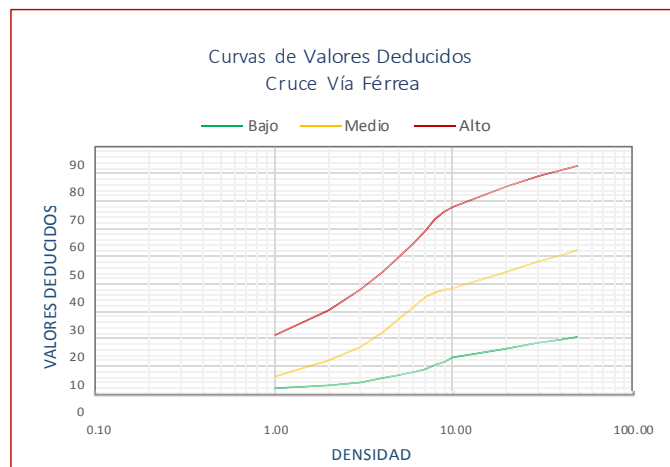
13. HUECOS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.0
9.00	53.30	82.00	
10.00	55.00	86.50	
15.00	62.00	100.00	
30.00	74.30		
40.00	79.50		
50.00	83.60		
60.00	87.00		
70.00	89.80		
80.00	92.20		
90.00	94.40		
100.00	96.30		



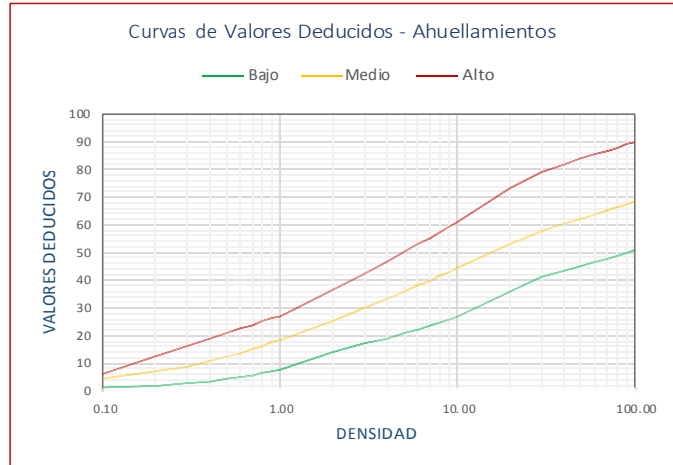
14. CRUCE DE VÍA FÉRREA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.00	6.50	21.20
2.00	3.20	12.10	30.60
3.00	4.40	17.20	37.90
4.00	5.60	22.20	44.20
5.00	6.80	27.00	49.70
6.00	8.00	31.70	54.70
7.00	9.20	35.00	59.40
8.00	10.50	36.80	63.80
9.00	11.70	37.70	66.00
10.00	13.10	38.60	68.00
20.00	16.50	44.50	75.60
30.00	18.50	48.00	78.90
40.00	19.90	50.40	81.20
50.00	20.90	52.30	83.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



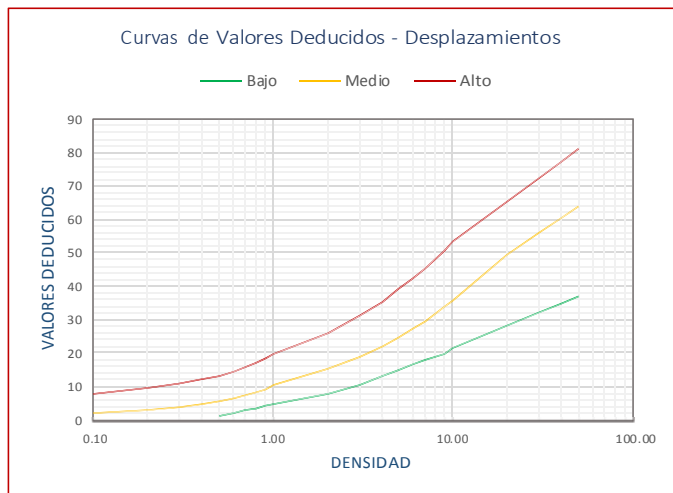
15. AHUELLAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.90	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90



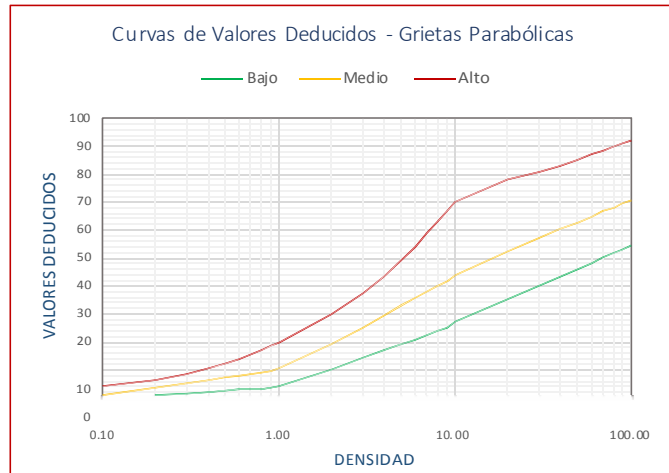
16. DESPLAZAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		2.20	8.00
0.20		3.10	9.63
0.30		4.00	10.70
0.40		4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.60	14.60
0.70	2.80	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.60
1.00	4.60	10.50	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.60	19.00	31.20
4.00	13.00	22.10	35.40
5.00	14.90	24.80	39.00
6.00	16.50	27.30	42.30
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.50
10.00	21.30	35.60	53.10
20.00	28.00	49.30	65.20
30.00	31.90	55.90	72.30
40.00	34.60	60.50	77.30
50.00	36.80	64.10	81.20
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



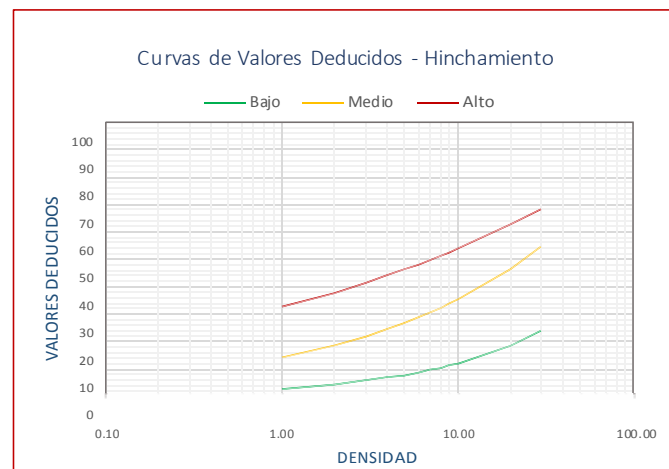
17. GRIETAS PARABÓLICAS

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		1.00	4.00
0.20	0.80	3.60	6.50
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.30	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.90	14.00
0.70	3.20	8.50	15.60
0.80	3.40	9.00	17.20
0.90	3.70	9.50	18.70
1.00	4.30	10.60	20.00
2.00	10.20	19.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.50
4.00	17.10	29.60	43.60
5.00	19.30	32.90	49.10
6.00	21.10	35.60	54.10
7.00	22.60	37.80	58.80
8.00	24.00	40.00	63.10
9.00	25.10	42.00	67.20
10.00	27.20	44.00	69.90
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.60	60.40	83.20
50.00	46.20	62.90	85.40
60.00	48.40	64.90	87.10
70.00	50.20	66.70	88.60
80.00	51.80	68.20	89.90
90.00	53.20	69.50	91.10
100.00	54.40	70.60	92.10



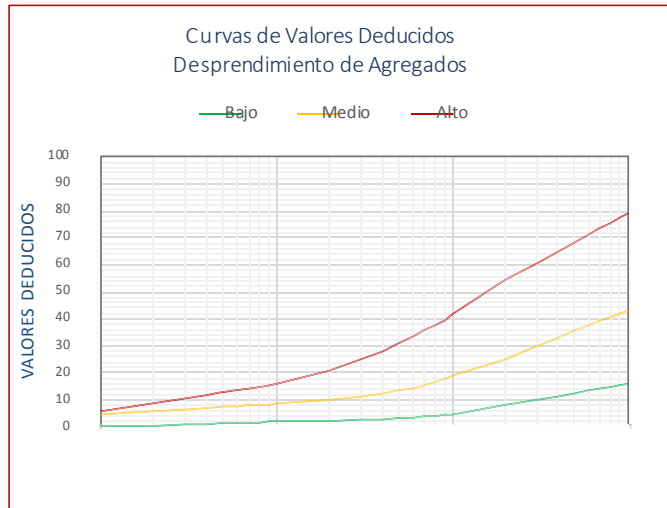
18. HINCHAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.80
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.20
6.00	8.70	28.70	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00			
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

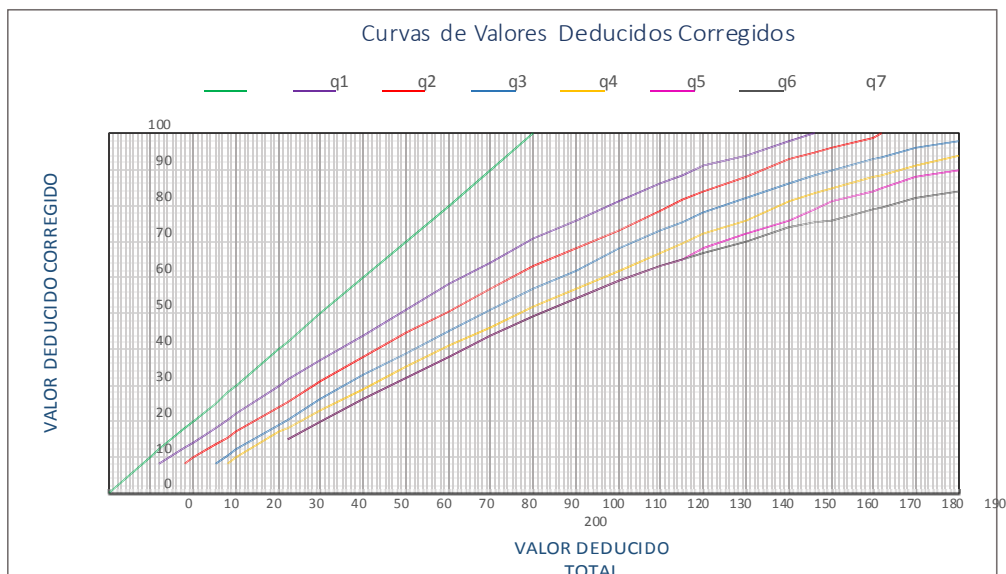
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.50
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90



Curva de valores deducidos corregidos (VDC) - PCI

VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.0	0.0						
10.0	10.0						
12.0	12.0	8.0					
18.0	18.0	12.5	8.0				
20.0	20.0	14.0	10.0				
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0			
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120.0		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170.0			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180.0			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182.0			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
				96.0	91.0	88.0	82.0
				98.0	94.0	90.0	84.0



ANEXO 05. PANEL FOTOGRÁFICO



Hueco de alta severidad, ubicado en la unidad de muestra UM 123.



Gritas longitudinales de baja severidad encontradas en la unidad muestral 143.



Unidad de muestra UM 143 presenta piel de cocodrilo el cual por ser nivel de severidad alto se generaron grietas de gran tamaño.



Unidad de muestra UM 133 presenta Fisuras en bloque de alta severidad, se generaron grietas de gran tamaño.



Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel M, en un patrón o red de grietas ligeramente descascaradas en la UM 63.



Se observa 3 fallas desprendimiento de agregados, piel de cocodrilo, hueco / baches en la unidad de muestro adicional UM 36.



Grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito en la UM 3.



Falla en la progresiva 1+953,00 a 1+984,50; desnivel carril / berma de severidad baja.



Grietas longitudinales en la unidad de muestra 63 progresiva 1+953,00 a 1+984,50.



Abultamiento de alta severidad en la unidad de muestra UM 63, originado por las cargas vehiculares que han ido deformando el pavimento.



Exudación en un grado bajo en la parte longitudinal del pavimento en la unidad muestral 113.



Fisura de borde de alto nivel de severidad. Se localiza en la unidad de muestra UM 103. El pavimento se ha desprendido a lo largo del borde de la pista.