

---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS  
DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANTA -  
MAINAY DEL DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA  
DE HUANTA, REGIÓN AYACUCHO - 2020.**

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

**AUTOR:**

**RODRIGUEZ VASQUEZ, WILLIAM**

**ORCID: 0000-0003-2511-5608**

**ASESOR:**

**RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER**

**ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**AYACUCHO - PERÚ  
2020**

# **TÍTULO DE LA TESIS**

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANTA - MAINAY DEL DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGIÓN AYACUCHO - 2020.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Rodriguez Vasquez, William  
ORCID: 0000-0003-2511-5608  
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote  
Estudiante de Pregrado  
Ayacucho-Perú

### **ASESOR**

Retamozo Fernández, Saúl Walter  
ORCID: 0000-0002-3637-8780  
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote  
Facultad de Ingeniería  
Escuela profesional de Ingeniería Civil  
Ayacucho-Perú

### **JURADO**

Purilla Velarde, Jesús Luis  
ORCID: 0000-0002-2103-3077  
Esparta Sánchez, José Agustín  
ORCID: 0000-0002-7709-2279  
Sánchez Quiñones, Víctor Andrés  
ORCID: 0000-0002-6949-864X

## FIRMA DE JURADO Y ASESOR

---

Retamozo Fernández, Saúl Walter  
ORCID: 0000-0002-3637-8780  
**Asesor**

---

Purilla Velarde, Jesús Luis  
ORCID: 0000-0002-2103-3077  
**Presidente**

---

Esparta Sánchez, José Agustín  
ORCID: 0000-0002-7709-2279  
**Miembro**

---

Sánchez Quiñones, Víctor Andrés  
ORCID: 0000-0002-6949-864X  
**Miembro**

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios, fuente inagotable de mi Fortaleza en este nuevo camino, quien es mi guía espiritual.
- A la ULADECH, alma mater de mi formación profesional, por acogerme durante mi formación profesional.
- A la Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por acogerme durante la vida estudiantil.
- A mis Profesores, quienes contribuyeron en mi formación profesional, inculcándome cada día a ser mejor.
- A mis padres, Alipio y Marcelina por haberme dado la vida, por el afecto que me han dado y me siguen brindando, por su apoyo permanente e incondicional, desde que decidí hacerme profesional.

Para ellos: **Muchas gracias y que Dios los bendiga a todos.**

## **DEDICATORIA**

*...Dedico este Proyecto a mis padres,  
hermanos y novia que con tanto cariño y  
dedicación me brindan su apoyo  
incondicional para el logro de mis  
objetivos, mi mayor deseo de concluir  
con éxito la segunda carrera profesional.*

## RESUMEN

---

La investigación ha sido realizada con la finalidad de determinar el estado actual del pavimento flexible de la vía Huanta – Mainay, para lo cual se planteó la interrogante ¿En qué medida la identificación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías y la obtención del índice de condición del pavimento nos permitirá conocer el estado de conservación actual del pavimento flexible?; en tanto para dar solución al problema planteado como objetivo principal fue determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI); que comprende 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 (Asociación Americana de Ensayo de Materiales) como método de análisis y aplicación. Al obtener el PCI se conoce el valor que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. Para la metodología aplicada se ha identificado dos variables; la dependiente que es el Método PCI, siendo ésta variable cualitativa ordinal ya que no puede ser medida sino descrita y obedece a un orden jerárquico en este caso tiene 7 niveles que va desde excelente hasta fallado y tiene la severidad (alto, medio, bajo); al mismo tiempo la variable independiente que son las patologías. Así también, al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Index (PCI), se concluye que el estado de conservación de la vía Huanta - Mainay es “Regular” con un PCI de 54.38.

**Palabras clave:** Fallas, Incidencia, patologías, PCI.

---

## ABSTRACT

---

The research has been carried out with the purpose of determining the current state of the flexible pavement of the Huanta - Mainay road, for which the question was raised: To what extent the identification and evaluation of the level of incidence of pathologies and the obtaining of the index condition of the pavement will allow us to know the current state of conservation of the flexible pavement ?; while to solve the problem posed as the main objective was to determine the Pavement Condition Index (PCI); It comprises the most complete way for the objective evaluation and qualification of pavements, being widely accepted and formally adopted as a standardized procedure, and has been published by the ASTM (American Association for Materials Testing) as a method of analysis and application. When obtaining the PCI, the value that quantifies the state of the pavement for its respective treatment and maintenance is known. For the applied methodology, two variables have been identified; the dependent one is the PCI Method, being this ordinal qualitative variable since it cannot be measured but described and obeys a hierarchical order in this case it has 7 levels that goes from excellent to failed and has severity (high, medium, low); at the same time the independent variable that are pathologies. Likewise, when carrying out the superficial evaluation of the flexible pavement using the Pavement Condition Index (PCI) method, it is concluded that the state of conservation of the Huanta - Mainay road is "Regular" with a PCI of 54.38.

**Keywords:** Failures, Incidence, Pathologies, PCI.

---

# ÍNDICE GENERAL

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>i</b>
<b>EQUIPO DE TRABAJO</b>	<b>ii</b>
<b>FIRMA DE JURADO Y ASESOR</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xv</b>
<b>I INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>II REVISIÓN DE LA LITERATURA.</b>	<b>3</b>
2.1 Antecedentes. . . . .	3
2.1.1 Antecedentes locales. . . . .	3
2.1.2 Antecedentes nacionales. . . . .	6
2.1.3 Antecedentes internacionales. . . . .	12

2.2	Marco teórico. . . . .	14
2.2.1	Pavimento. . . . .	14
2.2.2	Clasificación de los pavimentos. . . . .	15
2.2.3	Características de los pavimentos. . . . .	17
2.2.4	Tipos de fallas en los pavimentos. . . . .	21
2.2.5	Tipos de evaluación de pavimentos. . . . .	22
2.2.6	Patologías en pavimento flexible. . . . .	24
2.2.7	Fallas en pavimentos urbanos flexibles. . . . .	25
2.2.7.1	Piel de cocodrilo. . . . .	26
2.2.7.2	Agrietamiento en bloque. . . . .	28
2.2.7.3	Grieta de Borde. . . . .	29
2.2.7.4	Grieta de reflexión de junta. . . . .	31
2.2.7.5	Grietas longitudinales y transversales. . . . .	32
2.2.7.6	Grieta parabólica. . . . .	34
2.2.7.7	Abultamientos y hundimientos. . . . .	36
2.2.7.8	Corrugación. . . . .	38
2.2.7.9	Depresión. . . . .	39
2.2.7.10	Ahuellamiento. . . . .	40
2.2.7.11	Desplazamientos. . . . .	41
2.2.7.12	Hinchamientos. . . . .	42
2.2.7.13	Huecos. . . . .	43
2.2.7.14	Desprendimiento de agregados. . . . .	44
2.2.7.15	Exudación. . . . .	46
2.2.7.16	Pulimento de agregados. . . . .	47
2.2.7.17	Desnivel carril – berma. . . . .	48
2.2.7.18	Parcheo. . . . .	49
2.2.7.19	Cruce de vía férrea. . . . .	51

<b>III HIPÓTESIS.</b>	<b>53</b>
3.1 Hipótesis general. . . . .	53
3.2 Hipótesis específicas. . . . .	53
<b>IV METODOLOGÍA.</b>	<b>54</b>
4.1 Tipo y nivel de la investigación. . . . .	54
4.2 Diseño de la investigación. . . . .	54
4.3 Población y muestra. . . . .	55
4.3.1 Población. . . . .	55
4.3.2 Muestra. . . . .	56
4.3.3 Muestreo. . . . .	56
4.4 Definición y operacionalización de variables e indicadores. . . . .	57
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. . . . .	59
4.5.1 Técnicas. . . . .	59
Técnicas de evaluación visual: . . . . .	59
4.6 Plan de análisis. . . . .	59
4.7 Matriz de consistencia. . . . .	60
4.8 Principios éticos. . . . .	62
4.8.1 Protección de personas. . . . .	62
4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad. . . . .	62
4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado. . . . .	62
4.8.4 Beneficencia no Maleficencia. . . . .	63
4.8.5 Justicia. . . . .	63
4.8.6 Integridad física. . . . .	63
<b>V RESULTADOS.</b>	<b>64</b>
5.1 Resultados. . . . .	64
5.1.1 Aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI). . . . .	65
5.1.2 Distribución de patologías: . . . . .	70

5.1.3	Curvas de valores deducidos (VD) – (PCI). . . . .	79
5.1.4	Curva de valores deducidos corregidos (VDC) – PCI: . . . . .	90
5.2	Análisis de resultados. . . . .	91
5.2.1	Metrado de fallas: . . . . .	98
5.2.2	Índice de condición: . . . . .	99
5.2.3	Condición del pavimento: . . . . .	103
5.2.4	Resultados obtenidos por el cálculo del PCI: . . . . .	104
<b>VI CONCLUSIONES.</b>		<b>106</b>
<b>ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.</b>		<b>108</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>109</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>112</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Estructura de un pavimento flexible. <b>Fuente:</b> (Ramos, (2013)). . . . .	15
2.2	Estructura de un pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Ramos, (2013)). . . . .	16
2.3	Estructura de un pavimento articulado. <b>Fuente:</b> (Ramos, (2013)). . . . .	17
2.4	Curva de comportamiento de un pavimento. <b>Fuente:</b> (Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles). . . . .	21
2.5	Fallas en Pavimentos Flexibles. <b>Fuente:</b> (Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)). . . . .	26
2.6	Piel de cocodrilo . <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). .	28
2.7	Agrietamiento en bloque. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	29
2.8	Grieta de Borde. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . .	31
2.9	Grieta de reflexión de junta. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	32
2.10	Grietas Longitudinales. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	34
2.11	Grietas Transversales. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).	34
2.12	Grieta Parabólica. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). .	36
2.13	Abultamientos. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . .	37
2.14	Hundimientos. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . .	37
2.15	Corrugación. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . .	38
2.16	Depresión. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	39

2.17	Ahuellamiento. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	41
2.18	Desplazamientos. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	42
2.19	Hinchamientos. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	43
2.20	Huecos. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	44
2.21	Desprendimiento de agregados. <b>Fuente:</b> (Manual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	46
2.22	Exudación. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	47
2.23	Pulimiento de Agregado. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	48
2.24	Desnivel carril berma. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	49
2.25	Parcheo. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	51
2.26	Cruce de vía férrea. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	52
4.1	Diseño de la investigación. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	55
4.2	Seccionamiento del pavimento en unidades de muestra. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	56
5.1	Tramo en evaluación Huanta - Mainay . <b>Fuente:</b> (Google maps). . . . .	64
5.2	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	70
5.3	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	70
5.4	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	71
5.5	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	71
5.6	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	72
5.7	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	72
5.8	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	73
5.9	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	73
5.10	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	74
5.11	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	74
5.12	Grietas longitudinales y transversales. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	75
5.13	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	75

5.14	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . .	76
5.15	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . .	76
5.16	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . .	77
5.17	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . .	77
5.18	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . .	78
5.19	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . .	78
5.20	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . .	79
5.21	Curva de valores deducidos corregidos . <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	91
5.22	Porcentajes de condición del pavimento Huanta - Mainay. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	104

## ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Norma AASHO Road Test. <b>Fuente:</b> (Berger, (2010)). . . . .	18
2.2	Rango de clasificación. <b>Fuente:</b> (Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles). . . . .	23
2.3	Rango de clasificación PCI. <b>Fuente:</b> (Automatización del cálculo del PCI). . . . .	25
2.4	Fallas del pavimento flexible. <b>Fuente:</b> (Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)). . . . .	52
4.1	Matriz de operacionalización de variables. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	58
4.2	Matriz de consistencia. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	61
5.1	Aplicación de la metodología PCI en la UM-08. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	66
5.2	Aplicación de la metodología PCI en la UM-08. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	67
5.3	Piel de cocodrilo. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	79
5.4	Exudación. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	80
5.5	Agrietamiento en bloque. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	80
5.6	Abultamientos y hundimientos. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	81
5.7	Corrugación. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	81
5.8	Depresión. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	82
5.9	Grieta de borde. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	82
5.10	Grieta de reflexión de junta. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	83
5.11	Desnivel carril-berma. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	83
5.12	Distribución de patologías (Longitud 2.00km). <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	84
5.13	Grietas longitudinales y transversales. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	84
5.14	Parcheo. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	85

5.15 Pulimiento de agregados. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	85
5.16 Huecos. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	86
5.17 Cruce de vía férrea. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	86
5.18 Ahuellamiento. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	87
5.19 Desplazamiento. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	87
5.20 Grietas parabólicas. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	88
5.21 Hinchamiento. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	88
5.22 Desprendimiento de agregados. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	89
5.23 Curva de valores deducidos corregidos . <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	90
5.24 Parámetros de evaluación. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	92
5.25 Parámetros de evaluación. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	93
5.26 Parámetros de evaluación. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	94
5.27 Parámetros de evaluación. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	95
5.28 Parámetros de evaluación. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	96
5.29 Parámetros de evaluación. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	97
5.30 Resumen metrado de patologías tramo Huanta - Mainay. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	98
5.31 Resumen metrado de patologías tramo Huanta - Mainay. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	100
5.32 Índice de condición (PCI) tramo Ayacucho – Totorilla. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	101
5.33 Índice de condición (PCI) tramo Ayacucho – Totorilla. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	102
5.34 PCI promedio y condición de pavimento vía Huanta – Mainay. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	103
5.35 Porcentajes de condición del pavimento Huanta - Mainay. <b>Fuente:</b> (Elaboración propia). . . . .	104
5.36 Categoría de mantenimiento sugerido. <b>Fuente:</b> (Vásquez ). . . . .	105

# I. INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo de investigación está centrada en la vía Huanta - Mainay, carretera de mucho valor dentro de la Provincia de Huanta, por ello es de vital importancia realizar una evaluación de su estado actual, considerando por lo general que dentro de la vida útil del pavimento flexible se presentan diversos problemas de falla y daños los cuales pueden afectar a la estructura de la misma, causando entre ellas diferentes tipos de patologías como agrietamientos, hundimientos, huecos, asentamientos, deformaciones plásticas, a consecuencia de los factores climáticos, intensidad de tránsito, sobre cargas de la rodadura, filtraciones de agua de los drenajes.

Al analizar la problemática se llegó a la siguiente **pregunta de investigación:** ¿En qué medida la identificación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías y la obtención del índice de condición del pavimento nos permitirá conocer el estado de conservación actual del pavimento flexible?

Para resolver la pregunta de investigación se planteó como **objetivo general:** Determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI); que comprende el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, y como **objetivos específicos.** Fue determinar los tipos de patologías. El segundo objetivo fue analizar el grado de afectación de las patologías del pavimento flexible.

La **justificación**, para esta investigación la importancia de conocer el estado actual en el que se encuentra el pavimento de la vía tramo Huanta – Mainay, así como también los tipos de patologías y/o fallas que presenta. Cuando se habla del estado actual de la vía, se hace referencia a la capacidad que tiene el conjunto estructural de aguantar cargas externas, cargas de tránsito o condiciones ambientales. En cambio, el

nivel de servicio es la capacidad del pavimento para brindar un uso cómodo y seguro al conductor.

La **metodología** de la investigación tuvo las siguientes características. El **tipo** es exploratorio. El **nivel** de la investigación será de carácter cualitativo. El **diseño** de la investigación se va a priorizar en elaborar encuestas, buscar, analizar. El **universo o población** es indeterminada, para la presente investigación, la población estara conformada por el pavimento flexible de la vía huanta - Mainay del distrito de huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho - 2020.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

### 2.1 Antecedentes.

#### 2.1.1 Antecedentes locales.

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN EL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE AYACUCHO [1]:

- **Objetivos:** Determinar cuáles son los factores que originan el deterioro de los pavimentos flexibles en la ciudad de Ayacucho
- **Metodología:** La metodología, que se utilizó es de inspección visual, sin modificarlas, las patologías del pavimento.
- **Resultados:** El nivel de incidencia de las patologías del concreto asfáltico en los Pavimentos del Distrito de Ayacucho –Huamanga – Ayacucho son Hundimientos, Grietas diagonales - Lineales, Baches, pulimento de agregados, piel de cocodrilo.
- **Conclusión:** El índice promedio de condición de pavimento, para los pavimentos del Distrito de Ayacucho – Huamanga – Ayacucho es 50 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es REGULAR.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL

DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN ABRAHAM BALDELOMAR Y CIRO ALEGRÍA, DISTRITO DE JESÚS NAZARENO, PROVINCIA HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO [2]:

- **Objetivos:** Determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas, estableciendo los tipos de fallas o patologías y el nivel de incidencia de cada falla en todas las estructuras de muestra en la superficie expresado en porcentaje.
- **Metodología:** La metodología de acuerdo al propósito y a la naturaleza de la investigación fue de tipo descriptivo, nivel cualitativo, diseño no experimental y corte transversal.
- **Resultados:** Las pistas del Jirón Abraham Valdelomar y Ciro Alegría del distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, tienen mayor incidencia en las patologías de Grieta Esquina, Losa dividida, Daño de sello de Junta, Parche Grande, Parche Pequeño, Pulimento de Agregados, Popouts, Descascaramiento de Esquina y Descascaramiento de Junta con un nivel de severidad Bajo, Medio y Alto.
- **Conclusión:** Todos los paños de las pistas de la primera cuadra del Jirón Abraham Valdelomar, están en un nivel de muy bueno con un PCI = 78, los paños de la segunda cuadra del Jirón Abraham Valdelomar están también en un nivel muy bueno con un PCI = 79, los paños de la tercera cuadra del Jirón Abraham Valdelomar están en un nivel regular con un PCI = 50, los paños de la cuarta cuadra del Jirón Abraham Valdelomar, están en un nivel bueno con un PCI = 60.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD

ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGIÓN AYACUCHO [3]:

- **Objetivos:** El objetivo principal estuvo relacionada con el estudio de las patologías en cada unidad de muestra y determinación del PCI para dichas unidades permitiéndonos determinar la condición operacional de la superficie de rodadura en el tramo vial estudiado.
- **Metodología:** La metodología de acuerdo al propósito y a la naturaleza de la investigación fue de tipo descriptivo, nivel cualitativo, diseño no experimental y corte transversal.
- **Conclusión:** 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.

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LAS VÍAS ARTERIALES Y COLECTORAS DEL DISTRITO DE AYACUCHO [4]:

- **Objetivos:** Realizar la evaluación económica en el ciclo de vida de los pavimentos rígidos y flexibles en las vías colectoras y arteriales del distrito de Ayacucho mediante indicadores de rentabilidad para determinar un tipo de pavimento que otorgue mayor serviciabilidad con menor costo.
- **Metodología:** Es de tipo cuantitativa, debido a que en el tema planteado, las variables se manejan en base a indicadores numéricos asu ves es una investigación descriptiva, correlacional.
- **Resultados:** Respecto a la construcción, en todos los casos evaluados, el costo del pavimento flexible en el distrito de Ayacucho es menor al costo del

pavimento rígido, la inversión en un pavimento con carpeta asfáltica en caliente es aproximadamente el 83.7% de un pavimento de concreto hidráulico.

- **Conclusión:** A partir del Valor Actual Neto (VAN) obtenido para los pavimentos propuestos en las vías analizadas, se concluye que, en el 87.5% de los casos evaluados, la construcción de un pavimento rígido (alternativa 1) es más rentable que la construcción de un pavimento flexible (alternativa 2) para las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho.

## 2.1.2 Antecedentes nacionales.

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, AÑO 2016 [5]:

- **Objetivos:** 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.
- **Resultados:** La 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.
- **Conclusión:** Finalmente se concluyó que los primeros 500 metros de la avenida Carlos la Torre cortéz presentó un índice de integridad estructural de 34, clasificado en la escala de gradación como un pavimento en estado malo .

DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE ORIGINAN LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL PUEBLO JOVEN FLORIDA

BAJA PROVINCIA DEL SANTA, DISTRITO CHIMBOTE - 2016 [6]:

- **Objetivos:** Determinar las causas que originan las patologías en el pavimento flexible del pueblo joven florida baja Provincia del Santa, Distrito Chimbote - 2016.
- **Resultados:** En base a las guías de observación se puede observar que en su totalidad las patologías ubicada en la carpeta asfáltica fueron: depresión con un 7.78%, baches con un 12.42%, ahuellamiento con un 1.50%, parches con un 2 %, piel de cocodrilo con un 5.35%, fisura de borde con un 2.50%, fisura de reflexión y junta con un 4 %, agregado pulido con un 11.83% y peladura de intemperismo con un 8.33%.
- **Conclusión:** Teniendo sus propiedades mecánicas con un resultado de CBR = 1.86, limitar el diseño de pavimento más acorde con sus resistencia para prevenir las patologías como la depresión, baches, ahuellamiento , parches, piel de cocodrilo, fisura de borde, fisura de reflexión y junta , agregado pulido y peladura de intemperismo de la estructura de la carpeta en la conexión del peso vehicular que va a soporta el pavimento flexible.

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO APLICANDO EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), EN LAS CALLES DEL DISTRITO DE YANAMA – YUNGAY, REGIÓN ANCASH [7]:

- **Objetivos:** Evaluar la condición superficial del pavimento rígido aplicando el método de pavement condition index (PCI) en función a la norma ASTM D 5340, la cual se usa para fines de evaluación de una vía.
- **Metodología:** La metodología empleada en la investigación fue de tipo descriptivo, de nivel cualitativo, no experimental y de corte transversal.
- **Resultados:** Se logró determinar diferentes patologías, las cuales en su mayoría se encuentran entre una severidad de media a baja, las patologías que se

presentan con más frecuencia son: Parche pequeño, grieta de esquina, grietas lineales, descascaramiento de juntas; de acuerdo al método utilizado (PCI), obteniendo como porcentaje final de patologías: parches grandes 25.25%, grietas lineales 23.24%, losas divididas 15.89%, grietas de esquina 12.71%, parches pequeños 8.36%, pulimientos de agregados 6.86%, descascaramiento de juntas 0.67% y el 7.02% del pavimento rígido no presenta patologías importantes.

- **Conclusión:** Como conclusión final se logró determinar el actual índice de condición de pavimento que fue un  $PCI = 52.00$  lo cual indica que el pavimento se encuentra en un estado REGULAR, de acuerdo a la escala del PCI, según un sentido genérico dado que es un promedio; Así mismo la variabilidad de los PCI de cada calle que fue evaluada se encuentran en un nivel de estado REGULAR.

#### CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LUIS MONTERO, DISTRITO DE CASTILLA – PIURA [8]:

- **Objetivos:** Emplear el método PCI, para determinar el estado superficial del pavimento flexible de dicha avenida, se analizó 1,200 m., de vía y se establecieron las fallas existentes, asimismo se midió el estado en el que se encontraba.
- **Metodología:** La metodología empleada en la investigación fue de tipo descriptivo, de nivel cualitativo, no experimental y de corte transversal.
- **Conclusión:** Se concluye que, aplicando el método Índice de condición de pavimento (PCI), la avenida tiene un  $PCI = 49$ , determinándose un estado “regular”, igualmente indica que, dicho estado es gracias a las obras de mantenimiento que se dieron en el año 2009, las que disminuyeron la formación de fallas estructurales perjudiciales para el pavimento flexible. También, se menciona que la mayoría de fallas fueron de tipo funcional, donde no eran distinguidas por los usuarios, ya que no afectaban el tránsito normal de los vehículos y no era necesario reducir la velocidad.

EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA PROPONER INTERVENCIÓN CORRECTIVA MEDIANTE VISUALIZACIÓN IN SITU EN AV. LAS TORRES, LURIGANCHO 2018 [9]:

- **Objetivos:** Determinar las patologías en el pavimento flexible para proponer el sistema Mesh Track en la carpeta asfáltica mediante ensayo no destructivo (visualización in situ) y ensayo destructivo (ensayo de Marshall).
- **Metodología:** El tipo de metodología empleada fue la cuantitativa, de diseño experimental en base a la manipulación de las variables (dependiente, independiente).
- **Resultados:** Los resultados obtenidos de la tabla 89 representa el nivel de severidad de la siguiente manera: nivel bajo 40.98 m<sup>2</sup>, en la tabla 90 el nivel media 636. 44 m<sup>2</sup> y en la tabla 91 el nivel alto 504. 39 m<sup>2</sup>; el porcentaje de área afectada según el anexo 2 se da en 1181.81 m<sup>2</sup> obteniendo el 49.24% de área afectada.
- **Conclusión:** Se concluye que el porcentaje de área afectada es del 49% al límite del 50% del tramo inspeccionado, solo la diamantina N°2 ubicado en la PR-400+200 fue menor y las otras dos diamantinas si cumplieron la estabilidad y flujo que manda la ASTM D6927, por lo que en base a la inspección y el Marshall se propone el sistema Mesh Track .

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU (HUACHO- HUAURA-LIMA) [10] :

- **Objetivos:** Fue aplicar el PCI en un pavimento flexible para evaluar la condición superficial.

- **Metodología:** La metodología utilizada fue de tipo descriptivo, de nivel cualitativo y de diseño no experimental con estudio transversal
- **Resultados:** Se llegó a la conclusión de que la vía de av. cincuentenario tiene una calificación promedio de 51.84 de PCI de condición regular y que la av. Miguel Grau y colon tiene una calificación promedio de 59.29 de PCI de condición bueno.
- **Conclusión:** Se concluye que el nivel de severidad es variado en diferentes tramos de las vías.

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ GÁLVEZ DEL DISTRITO DE LINCE APLICANDO EL MÉTODO DEL PCI, CONSISTE EN LA APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN EL JR. JOSÉ GÁLVEZ [11]:

- **Objetivos:** El objetivo principal es determinar el índice de condición del pavimento del Jr. José Gálvez, con lo cual se podrá determinar si la vía esta apta para brindar adecuadas condiciones para los usuarios.
- **Metodología:** La metodología está dividida en 6 puntos secuenciados, los cuales consisten en la toma de muestras. Se escoge un pavimento a evaluar, la cual estará divididas en unidades de muestreo, es decir por áreas. Luego se procede a realizar la recolección de datos, mediante el levantamiento de las fallas existente para proceder a un análisis de estos.
- **Resultados:** Se muestra que las unidades de muestreo en condición buena es 22% y regular es 26%, siendo considerables estos valores y sabiendo que los costos serán mayores si se dejan sin intervención. Asimismo existe 1 unidad de muestra en condición fallada y otra en condición muy malo. Ambas deberían ser rehabilitadas y la condición final global de la vía mejoraría.

RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES:  
PROPUESTA DE NORMA PERUANA [12] :

- **Objetivos:** Es investigar la resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles del Perú para asegurar una buena adherencia entre el neumático y el pavimento del tal manera que contribuya a la seguridad de los usuarios en las carreteras peruanas.
- **Metodología:** La metodología para poder resolver el problema de la presente tesis tiene dos partes. La primera ha consistido en analizar investigaciones hechas en otros países y la segunda realizar ensayos en pavimentos peruanos para compararlo con otras experiencias.
- **Resultados:** Esta investigación presenta como principal alcance los primeros resultados de mediciones de textura superficial en carreteras peruanas. Por otro lado, presenta los diferentes equipos existentes de medición.
- **Conclusión:** El factor más importante que afecta a la resistencia al deslizamiento entre el neumático y el pavimento es la textura superficial. Si existe una adecuada textura superficial significa que puede combatir a los demás factores que la afectan.

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE  
APLICANDO EL MÉTODO PCI, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE  
LA CARRETERA POMALCA - TUMÁN [13]:

- **Objetivos:** Evaluar las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca – Tumán desde el km 0 + 000 al km 10 + 000, año 2018.
- **Metodología:** En la utilización de la metodología se empleó una serie de fichas de evaluación para el pavimento flexible de acuerdo al método establecido del

PCI y adecuándolo a las necesidades que requiere para la identificación de las fallas en la carretera Pomalca – Tumán.

- **Conclusión:** La carretera Pomalca – Tumán presenta diferentes tipos de anomalías, Niveles de severidad y que tiene un índice de condición del pavimento de 68.59 lo que indica que se encuentra en buenas condiciones.

### 2.1.3 Antecedentes internacionales.

DETERIORO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS [14]:

- **Objetivos:** El Objetivo General fue identificar las fallas que sufren los pavimentos flexibles y rígidos, y otorgar soluciones para la conservación y rehabilitación de los mismos, al mínimo costo y con el más eficiente resultado posible.
- **Conclusión:** En conclusiones se tiene: es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia. Con respecto a los trabajos realizados en los sectores 1 y 2 de Valdivia alguna de las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fue la adecuada ya que no emplearon los criterios adecuados al tipo de falla con su solución respectiva, y los trabajos efectuados tienen que tener mayor inspección por parte del mandante .

PATOLOGÍAS MECÁNICAS PRESENTES EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN [15]:

- **Objetivos:** Evaluar las patologías mecánicas de los puentes vehiculares de la localidad de Fontibón.
- **Resultados:** La patología más común presente en todas estas estructuras sin duda alguna son las fisuras, ya de por si el concreto tiende a fisurarse con el paso

del tiempo debido a su estado de servicio, sin embargo, y como se evidencia en el presente proyecto, el puente de la Avenida Boyacá con calle 26, necesita intervención inmediata debido a las múltiples patologías que presenta.

- **Conclusión:** Las patologías mecánicas son de gran trascendencia para la determinación del estado de las estructuras en concreto, por medio de estas se logran identificar anomalías que tienen relación directa con la durabilidad de la estructura, por tal razón es de vital importancia que los profesionales de la ingeniería conozcan estas patologías.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS PARA LA RED VIAL DE LA CIUDAD DE MAZATLÁN [16]:

- **Objetivos:** El objetivo fundamental de esta investigación, fue descripción de los elementos y actividades encaminadas a la generación e implementación de un sistema de administración de pavimentos urbanos aplicable a la red vial de la ciudad de Mazatlán.
- **Metodología:** Todo lo anteriormente mencionado bajo un enfoque sistémico y continuo.
- **Conclusión:** Este trabajo permitió diagnosticar el estado actual de los pavimentos, pronosticar su evolución, y desarrollar un modelo de evaluación que permita comparar varias políticas de largo plazo para la conservación y mantenimiento de la red vial y determinar la política óptima para cada caso, en base a criterios técnico – económicos .

EL INVENTARIO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS DE LAS VÍAS INTERNAS DE LA CIUDAD DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR [17]:

- **Objetivos:** Realizar un diagnóstico actualizado del estado de los pavimentos de las vías internas de la Ciudadela Universitaria de la Universidad Central del Ecuador.
- **Resultados:** Se sitúa por debajo de los 40 puntos PCI que corresponde al 20.9% del área total. La fracción no evaluada con esta metodología corresponde a un 19.74% del área total de la red vial cuya capa de rodadura es de tipo empedrado.
- **Conclusión:** Se evidencia que las calificaciones PCI de los pavimentos flexibles evaluados son, en general, inferiores a las obtenidas en los pavimentos articulados.

#### EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE ALGUNAS CALLES EN LA CIUDAD DE LOJA [18]:

- **Objetivos:** Plantea que en los sistemas de transporte terrestre y aéreo se hace necesario tener un sistema que permita cuantificar los daños, que se producen a través del tiempo.
- **Resultados:** Una vez realizada la evaluación el índice de Condición Presente (PCI) promedio entre los dos lados es 51.
- **Conclusión:** La calzada de la avenida, se encuentra en un estado regular indicando que en esta vía se deberá considerar una rehabilitación por lo menos con bacheo en las zonas más críticas.

## 2.2 Marco teórico.

### 2.2.1 Pavimento.

Se puede definir pavimento como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados y procesados, dispuestas entre el nivel superior de la subrasante y la

superficie de rodadura. Señala al Pavimento, como la estructura que se apoya en el terreno de fundación o Subrasante y que está conformado por capas de diferentes calidades y espesores que obedecen a un diseño estructural. De acuerdo a 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 periodo de tiempo [19].

## 2.2.2 Clasificación de los pavimentos.

Según [20], indica que:

### Pavimentos flexibles.

Es el pavimento que poseen en la capa superior una capa bituminosa, cuya base son dos capas granulares, designadas base y sub base. La siguiente figura ilustra un corte de la sección característica de un pavimento flexible.



Figura 2.1: Estructura de un pavimento flexible.

Fuente:(Ramos, (2013)).

### Pavimentos Rígidos.

Contiene la misma estructura de un pavimento flexible, con la variación que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con algún aditivo que puede

ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; los cuales permitan incrementar la capacidad portante del suelo.



Figura 2.2: Estructura de un pavimento rígido.  
Fuente:(Ramos, (2013)).

### **Pavimentos Articulados.**

Son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricado, que se denominan adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la sub rasante.

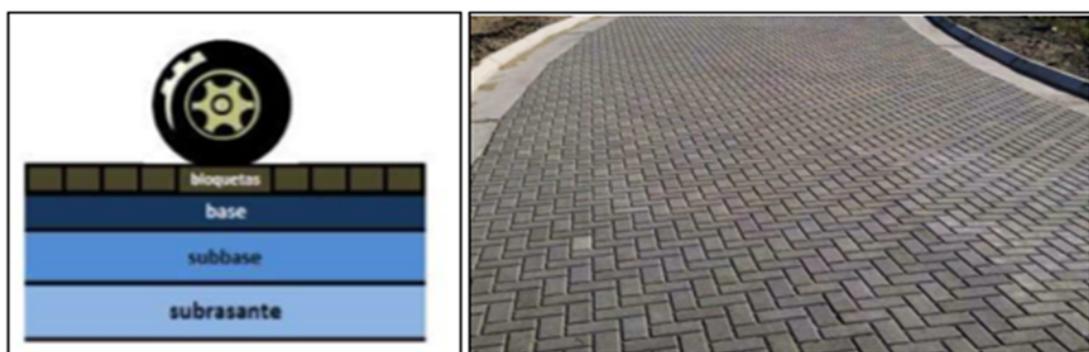


Figura 2.3: Estructura de un pavimento articulado.  
Fuente:(Ramos, (2013)).

### **2.2.3 Características de los pavimentos.**

#### **Serviciabilidad de Pavimentos.**

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad. La medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente que esta no es una evaluación completa. La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHO Road Test, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones. En la siguiente tabla se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad [19]:

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
5.0 – 4.0	Muy buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 – 3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los “Muy Buenos”, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0 – 2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 – 1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 – 0.0	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Tabla 2.1: Norma AASHO Road Test.

Fuente:(Berger, (2010)).

## **Evaluación de pavimentos.**

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al transitar, esto significa que la plataforma debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada. La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre [21], indica que:

## **Importancia de evaluación de pavimentos.**

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima”. 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 ahorrando de esta manera gastos mayores [21].

## **Objetividad en la evaluación de pavimentos.**

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva. No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan con la condición para comparar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de

la toma de decisiones, produciéndose una desviación entre la realidad y lo expresado por las muestras. La desviación que ocurre puede deberse a dos causas principales [21].

- Variabilidad de las unidades, debido a que las unidades son la base para los análisis que se realizaran.
- Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, esto porque se relaciona a la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

### **Curva de comportamiento de los pavimentos.**

La curva de comportamiento de los pavimentos es la representación histórica de la calidad del pavimento. Para analizar el comportamiento funcional del pavimento se necesita información de calidad de rodadura durante el periodo de estudio y de los datos históricos del tránsito que se han solicitado al pavimento durante ese periodo. Con la ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento versus el tiempo o el número de ejes equivalentes, se puede graficar la degradación del pavimento, consiguiendo de esta manera visualizar el tiempo en el que un pavimento necesitara una rehabilitación, consiguiendo con esto incrementar la vida útil del pavimento. En la figura 1, se representa el comportamiento de un pavimento en función del tiempo o del número de ejes equivalentes al cual está expuesto; mediante esta representación se podrá adoptar medidas adecuadas, las cuales permitan aumentar la vida útil de un pavimento [22], nos dice que:

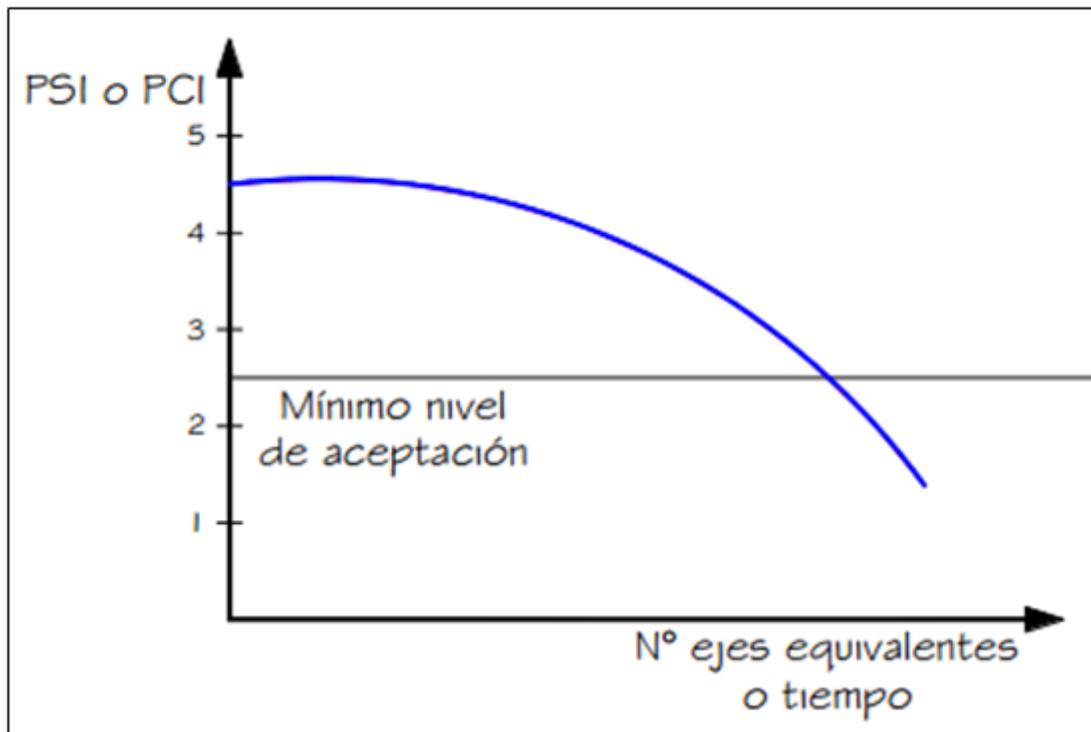


Figura 2.4: Curva de comportamiento de un pavimento.  
Fuente:(Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles).

## 2.2.4 Tipos de fallas en los pavimentos.

Las fallas en los pavimentos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son fallas de superficie y fallas en la estructura [22].

### Fallas de superficie.

Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada. La corrección de estas fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

### 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 el complejo juego de solicitudes que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos. Para 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 futuro estimado.

### **2.2.5 Tipos de evaluación de pavimentos.**

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, los principales aplicables al estudio son [22] :

#### **Vizir.**

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación. Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France o por sus siglas en inglés LCPC”. “El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales.

#### **FHWA/OH99/004.**

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas, pero no en áreas tropicales.

#### **ASTM D 6433-99.**

También conocido como Pavement Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan

en los pavimentos flexibles y de hormigón. Este método ha sido aplicado en la presente investigación, debido a que se la adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos. Esta es la metodología que se ha utilizado en el presente estudio.

## **PCI.**

Esta es una de las más completas metodologías de evaluación debido a que involucra a los dos tipos de pavimentos más utilizados en el distrito de Ayacucho que son los pavimentos asfálticos y los pavimentos de concreto. En vista a que esta metodología es considerada como una de las más objetivas y más aplicables para el presente estudio, se pretende implementar en el distrito de Ayacucho, de modo que esta pueda generar un modelo adecuado para la mantención y rehabilitación de las superficies de los pavimentos flexibles del distrito de Ayacucho, Provincia Huamanga, Departamento de Ayacucho.

<b>PCI</b>	<b>Clasificación</b>
<b>85 – 100</b>	<b>Excelente</b>
<b>70 – 85</b>	<b>Muy Bueno</b>
<b>55 – 70</b>	<b>Bueno</b>
<b>40 – 55</b>	<b>Regular</b>
<b>25 – 40</b>	<b>Malo</b>
<b>10 – 25</b>	<b>Muy Malo</b>
<b>0 – 10</b>	<b>Fallado</b>

Tabla 2.2: Rango de clasificación.

**Fuente:**(Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles).

## **Objetivos del PCI.**

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del Método PCI son:

- Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.
- Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.
- Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos.

### **2.2.6 Patologías en pavimento flexible.**

Es el deterioro de la estructura de un pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. 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 perfecto estado. En el Cuadro se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento [23].

<b>Rango PCI %</b>	<b>Color</b>	<b>Estado</b>
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Tabla 2.3: Rango de clasificación PCI.

Fuente:(Automatización del cálculo del PCI).

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad que cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente. Se debe establecer el Inventario de Pavimentos.

### **2.2.7 Fallas en pavimentos urbanos flexibles.**

Existen dos tipos de fallas: estructurales y funcionales. Las primeras, son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la

cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas. Las fallas funcionales, en cambio, afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario [23].



Figura 2.5: Fallas en Pavimentos Flexibles.  
Fuente:(Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)).

### 2.2.7.1 Piel de cocodrilo.

Las grietas de fatiga o 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. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m. El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. Un patrón de grietas producido

sobre un área no sujeta a cargas se denomina como “grietas en bloque”, el cual no es un daño debido a la acción de la carga. La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento [23].

### **Severidades.**

- **Baja (B):** 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.
- **Media (M):** Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel B, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.
- **Alta (A):** 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. Se llega a presentar bombeo.

### **Unidad de medición.**

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

### **Evolución de la falla.**

Deformaciones, descascamientos y baches.

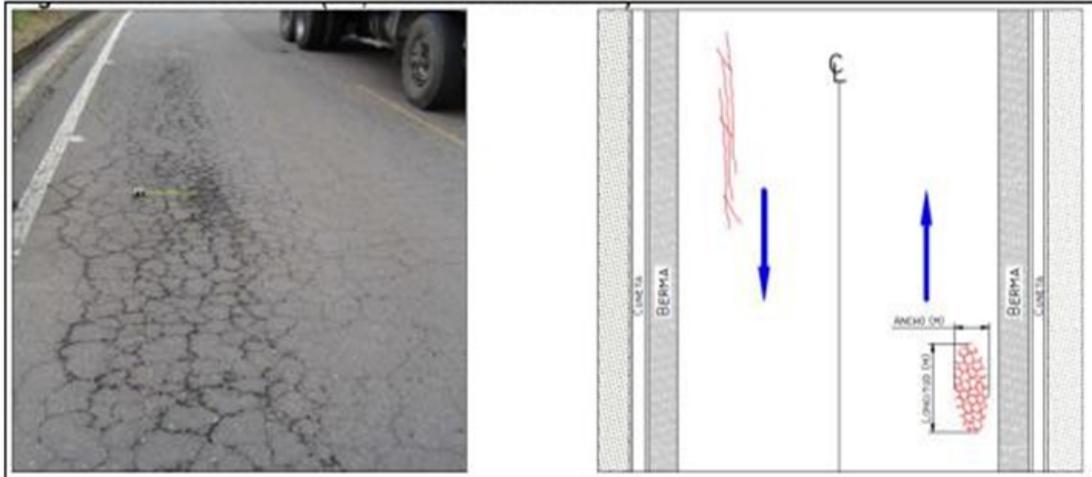


Figura 2.6: Piel de cocodrilo .

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.2 Agrietamiento en bloque.

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.3m x 0.3m hasta 3.0m x 0.3m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este deterioro difiere de la piel de cocodrilo en que esta última está formada por bloques con más lados y ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa) [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos, no presentan desportillamiento en los bordes. Pueden llegar a tener aberturas de 10mm.
- **Media (M):** Bloques definidos por fisuras entre 10mm a 30mm, y pueden como

no, presentar desportillamiento en los bordes.

- **Alta (A):** Bloques mejor definidos por fisuras de abertura mayor a 30mm, presenta un alto desportillamiento en los bordes.

### Unidad de medición.

Se registra el área de superficie afectada en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). Cuando en un área se combinen varias severidades y no sea fácil diferenciar las áreas correspondientes a cada una, se reporta el área completa asignándole la mayor severidad. Es posible que se combinen estos daños con piel de cocodrilo, caso en el que se debe registrar cada daño por separado.

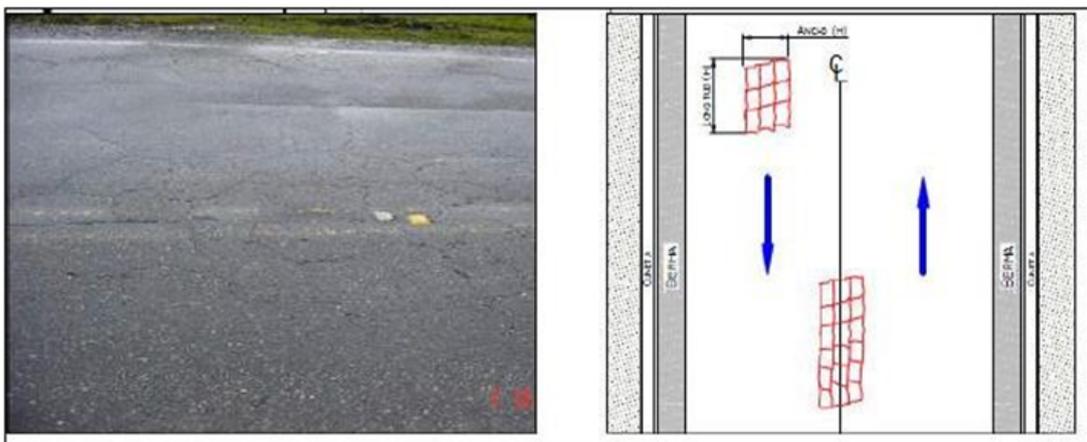


Figura 2.7: Agrietamiento en bloque.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.3 Grieta de Borde.

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. 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. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse) [23].

### **Severidades.**

- **Baja (B):** Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento. Abertura menor que 10mm, cerrada o con sello en buen estado.
- **Media (M):** Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento. Abertura entre 10mm y 30mm, pueden existir algunas fisuras con patrones irregulares de severidad baja en los bordes y pueden presentar fragmentaciones leves y desprendimientos; existen probabilidades de infiltración de agua a través de ellas.
- **Alta (A):** Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde. Abertura mayor que 30mm, pueden presentar fragmentaciones considerables, y pueden generar movimientos bruscos en los vehículos.

### **Unidad de medición.**

Se miden en metros lineales (m), si existieran varias fisuras muy cercanas, se reportará el área total afectada en metros cuadrados, de ser posible por severidad o asignando a toda el área afectada la mayor severidad encontrada

### **Evolución de la falla.**

Desprendimiento del Borde o descascaramiento.

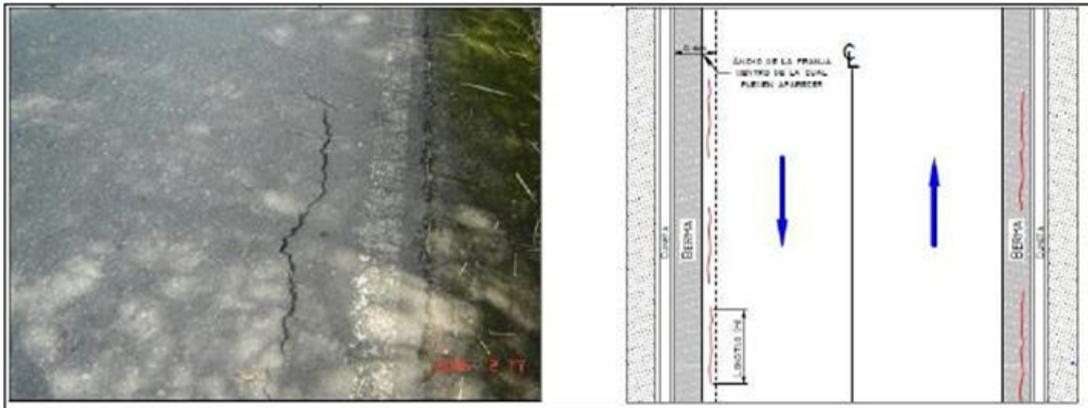


Figura 2.8: Grieta de Borde.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

#### 2.2.7.4 Grieta de reflexión de junta.

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base, por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal. Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** Grieta sin relleno de ancho menor que 10mm.
- **Media (M):** Grieta sin relleno con ancho entre 10mm y 76mm; así como grietas sin relleno de cualquier ancho hasta 76mm y grietas rellenas de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento.
- **Alta (A):** Se pueden presentar grietas rellenas o no, rodeadas de agrietamiento

aleatorio de media a alta severidad, y también grietas sin relleno mayor de 76 mm.

### Unidad de medición.

La grieta de reflexión de junta se mide en metros lineales (m). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15m puede tener 3m de grietas de alta severidad y el resto de otras, y si existiera un abultamiento, también debe registrarse.

### Evolución de la falla.

Fisura en Bloque, descascaramiento, baches.

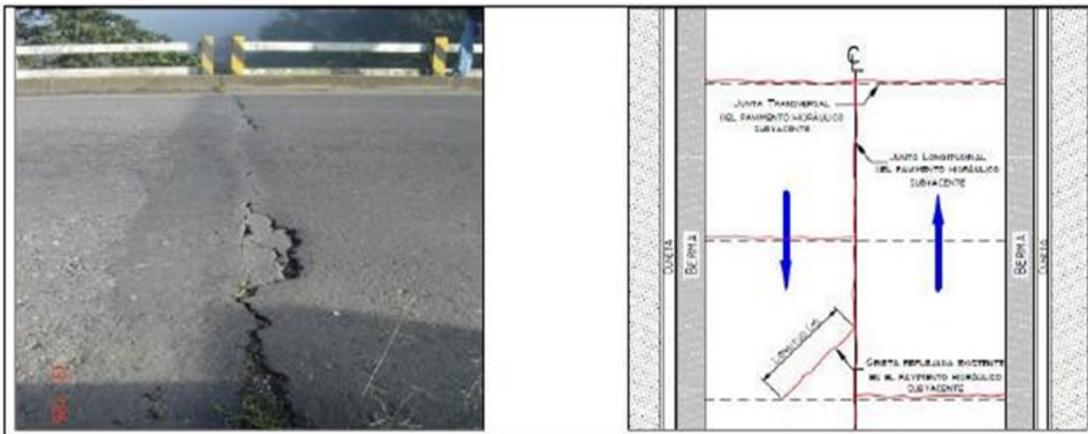


Figura 2.9: Grieta de reflexión de junta.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

#### 2.2.7.5 Grietas longitudinales y transversales.

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por: una junta de carril del pavimento pobremente construida, contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura, una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento portland, pero no las juntas de pavimento

de concreto. Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga. Sin embargo, son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado. La localización de las fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las genero, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes [23].

### **Severidades.**

- **Baja (B):** Grieta sin relleno de ancho menor a 10mm, cerrada o con sello en buen estado.
- **Media (M):** Grieta sin relleno de ancho entre 10mm a 76mm, a veces rodeada de grietas aleatorias pequeñas y desprendimientos; existen probabilidades de infiltración de agua a través de ellas.
- **Alta (A):** Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o baja. Grietas de más de 76mm de ancho, pueden presentar fragmentaciones considerables, y pueden generar movimientos bruscos en los vehículos.

### **Unidad de medición.**

Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales (m). Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse. Se reportará el área total afectada en metros cuadrados, de ser posible por severidad o asignando a toda el área afectada la mayor severidad encontrada.

### Evolución de la falla.

Piel de Cocodrilo, desintegración, descascaramiento, asentamientos longitudinales o transversales (por el ingreso del agua), fisuras en bloque.

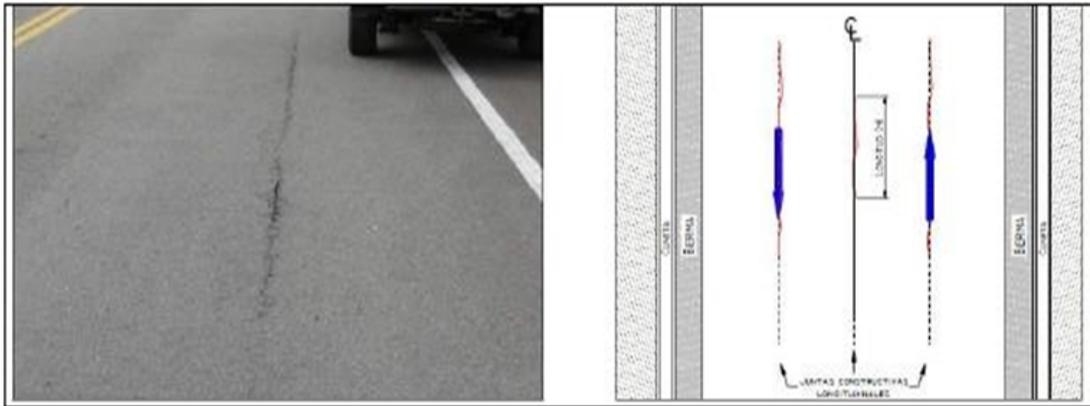


Figura 2.10: Grietas Longitudinales.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

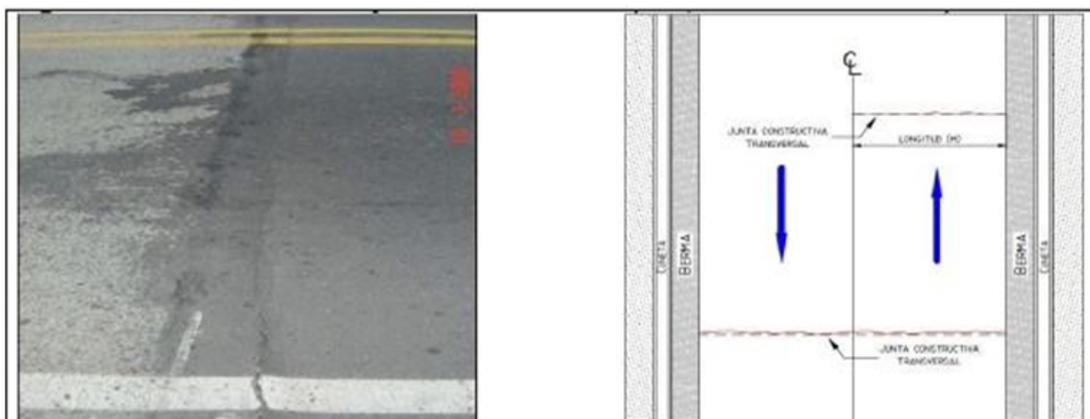


Figura 2.11: Grietas Transversales.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.6 Grieta parabólica.

Las grietas parabólicas por deslizamiento son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene

relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada [23].

### **Severidades.**

- **Baja (B):** Abertura de la grieta menor que 10mm.
- **Media (M):** Abertura de la grieta entre 10mm y 38mm, pueden presentar fragmentaciones leves y desprendimientos; existen probabilidades de infiltración de agua a través de ellas.
- **Alta (A):** Abertura de la fisura mayor que 38mm, pueden presentar fragmentaciones considerables, y pueden generar movimientos bruscos en los vehículos.

### **Unidad de medición.**

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), correspondiente a la longitud de la vía afectada multiplicada por el ancho de afectación de la fisura, asignando el grado de severidad correspondiente. Si en la zona también se presenta un hundimiento se debe reportar su flecha máxima. Además, debe registrarse si la grieta afecta la berma o la cuneta.

### **Evolución de la falla.**

Ampliación del proceso (aumento del área afectada), aumento del hundimiento.

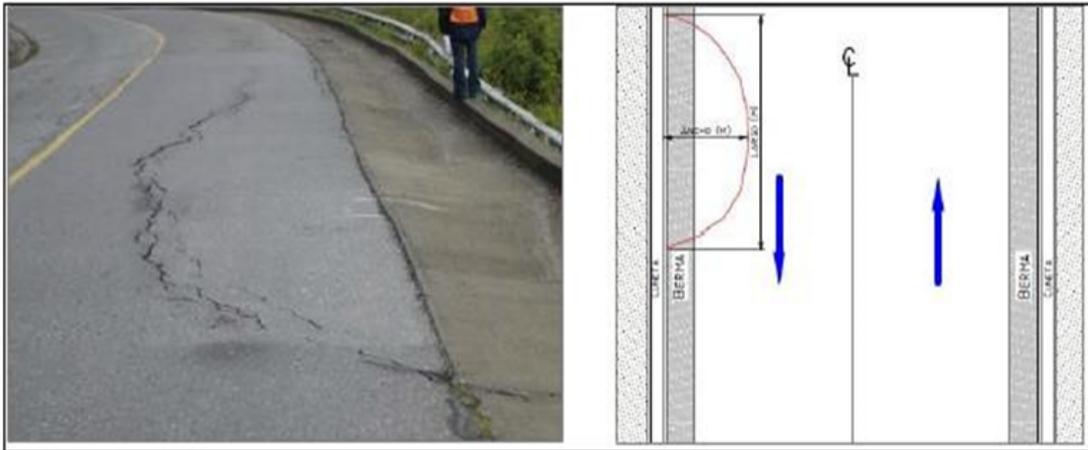


Figura 2.12: Grieta Parabólica.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.7 Abultamientos y hundimientos.

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencia de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Pueden presentarse bruscamente ocupando pequeñas áreas o gradualmente áreas grandes, acompañados en algunos casos por fisuras. Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causan grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman ondulaciones. Puede generar problemas de seguridad a los vehículos, especialmente cuando contienen agua. El reporte del daño debe incluir la orientación o la forma de hundimiento [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** Originan una calidad de tránsito de baja severidad. En los abultamientos tiene una altura menor de 10mm. En los hundimientos una profundidad no mayor a 20mm.
- **Media (M):** Originan una calidad de tránsito de severidad media. En los abultamientos tiene una altura entre 10mm y 20mm. En los hundimientos una

profundidad entre 20mm y 40mm.

- **Alta (A):** Originan una calidad de tránsito de severidad alto. En los abultamientos tiene una altura mayor de 20mm. En los hundimientos una profundidad mayor a 40mm.

### Unidad de medición.

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, esta también se registra.



Figura 2.13: Abultamientos.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

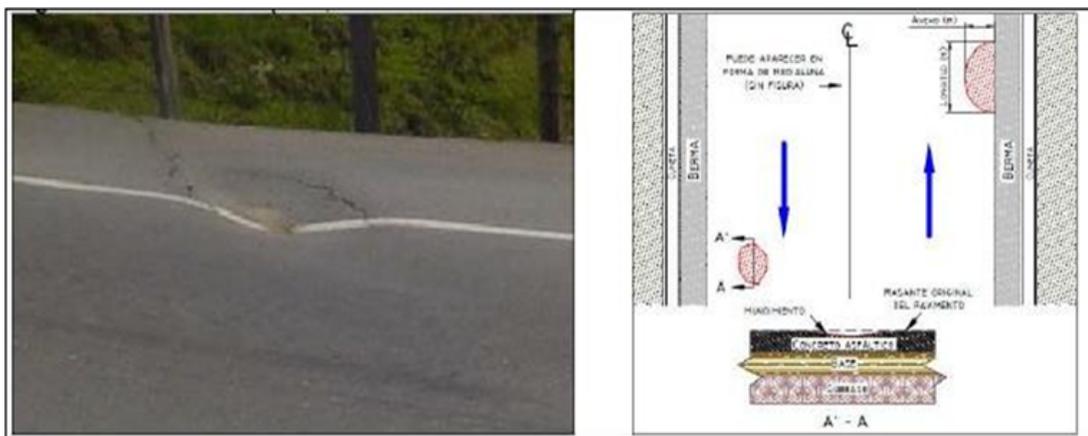


Figura 2.14: Hundimientos.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.8 Corrugación.

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. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** Corrugaciones que producen una calidad de tránsito de baja severidad.
- **Media (M):** Corrugaciones que producen una calidad de tránsito de severidad media.
- **Alta (A):** Corrugaciones que producen una calidad de tránsito de alta severidad.

#### Unidad de medición.

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) del área afectada.

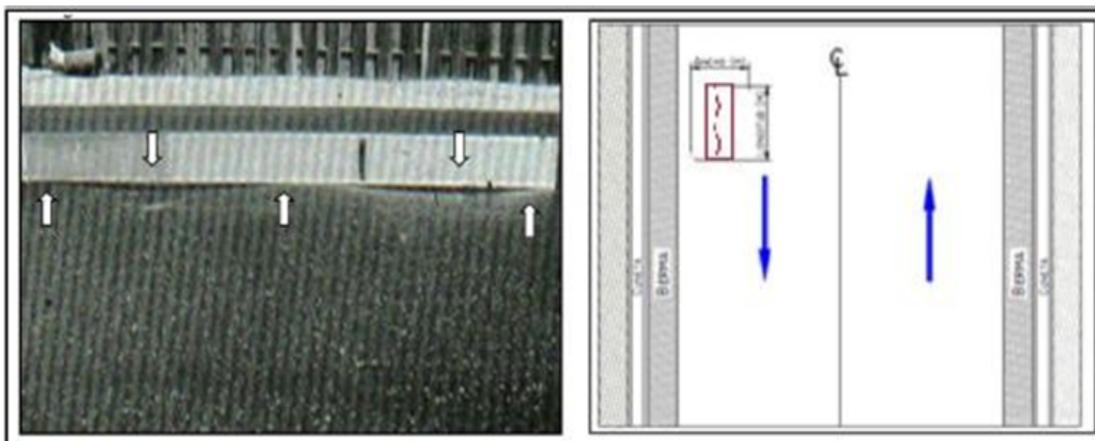


Figura 2.15: Corrugación.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.9 Depresión.

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves solo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un baño de pájaros. En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo. Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** Profundidades de depresión entre 13mm a 25mm.
- **Media (M):** Profundidades de depresión entre 25mm a 51mm.
- **Alta (A):** Profundidades de depresión mayor a 51mm.

#### Unidad de medición.

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) del área afectada.

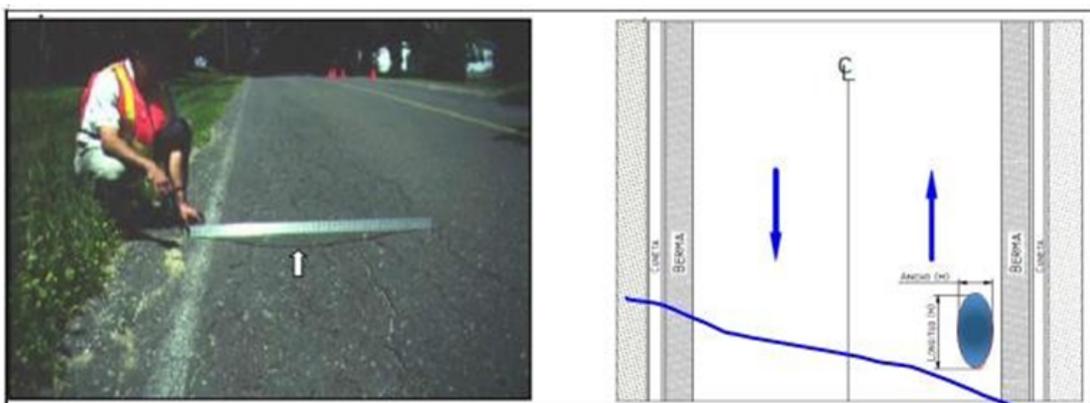


Figura 2.16: Depresión.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### **2.2.7.10 Ahuellamiento.**

El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento [23].

#### **Severidades.**

- **Baja (B):** Profundidad media del ahuellamiento de 6mm a 13mm.
- **Media (M):** Profundidad media del ahuellamiento entre 13mm a 25mm.
- **Alta (A):** Profundidad media del ahuellamiento mayor a 25mm.

#### **Unidad de medición.**

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) del área afectada.

#### **Evolución de la falla.**

Piel de Cocodrilo, Desprendimientos.

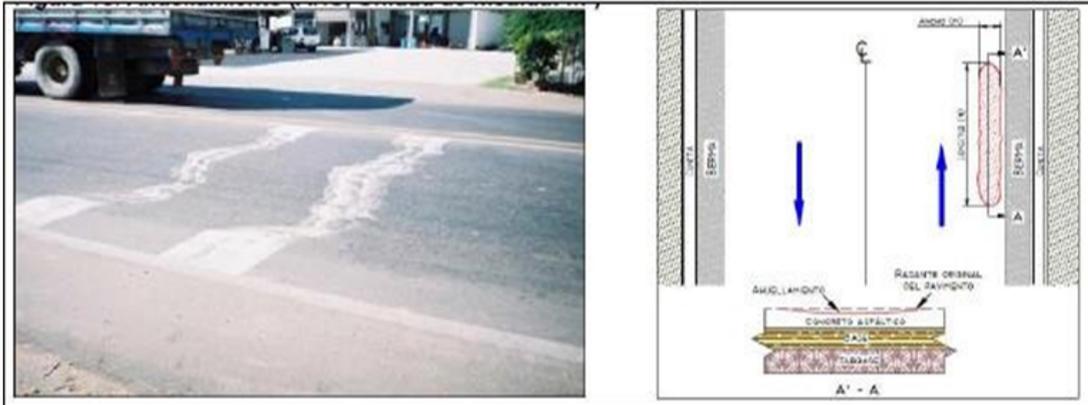


Figura 2.17: Ahuellamiento.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.11 Desplazamientos.

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño solo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (emulsión). Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Portland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Portland se incrementa causando el desplazamiento [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** Causa una calidad de tránsito de baja severidad.
- **Media (M):** Causa una calidad de tránsito de severidad media.
- **Alta (A):** Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

#### Unidad de medición.

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada. Si hubiera desplazamientos ocurrido en parches, se consideran para el inventario de daños como

parches, no como daño separado.

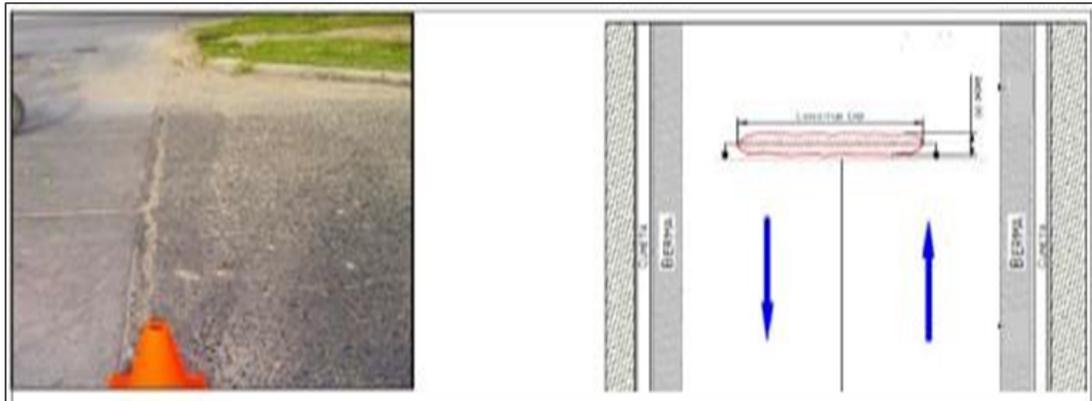


Figura 2.18: Desplazamientos.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

#### 2.2.7.12 Hinchamientos.

Se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento; una onda larga y gradual con una longitud mayor de 3.0m, que distorsiona el perfil de la carretera. Puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos expansivos [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** El hinchamiento causa una calidad de tránsito de baja severidad, no siempre es 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.
- **Media (M):** El hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad media.
- **Alta (A):** El hinchamiento causa una calidad de tránsito de alta severidad.

#### Unidad de medición.

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada.

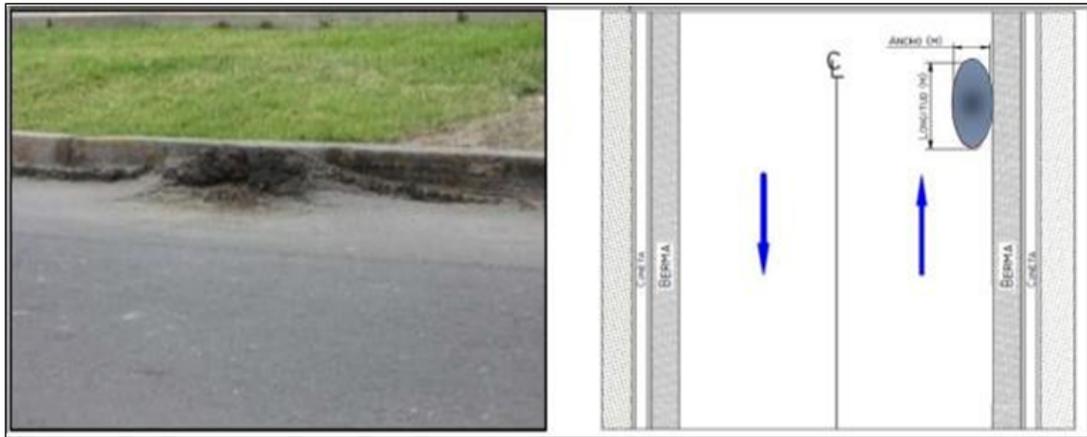


Figura 2.19: Hinchamientos.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.13 Huecos.

Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** Diámetro medio de 102mm a 203 mm. Profundidad de afectación entre 12.7mm a 25.4mm, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.
- **Media (M):** Diámetro medio que va entre 203mm a 457mm. Profundidad de

afectación entre 25.4mm a 50.8mm, dejando expuesta la base granular.

- **Alta (A):** Diámetro medio que va entre 457mm a 762mm. Profundidad de afectación mayor a 50.8mm, afectando la base granular. Si el diámetro medio del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

### Unidad de medición.

Se miden en unidades de fallas, contando aquellos que sean de diferentes tipos de severidades.

### Evolución de la falla.

Completo deterioro de la estructura.



Figura 2.20: Huesos.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

#### 2.2.7.14 Desprendimiento de agregados.

El desprendimiento de agregados es la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este

daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento [23].

### **Severidades.**

- **Baja (B):** 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. Se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0.15m.
- **Media (M):** Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. Existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0.05m y 0.15m.
- **Alta (A):** Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Existe desprendimiento extensivo de agregados finos y gruesos con separaciones menores a 0.05m, se observan agregados sueltos.

### **Unidad de medición.**

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada.

### **Evolución de la falla.**

Descascaramientos, aumento de la permeabilidad de la estructura, exudación.



Figura 2.21: Desprendimiento de agregados.  
Fuente:(Manual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.15 Exudación.

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. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** 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.
- **Media (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. Se torna pegajoso en los climas cálidos.

- **Alta (A):** 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. Le da un aspecto húmedo de intensa coloración negra y se torna pegajoso en los climas cálidos.

### Unidad de medición.

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada y de acuerdo a la severidad. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

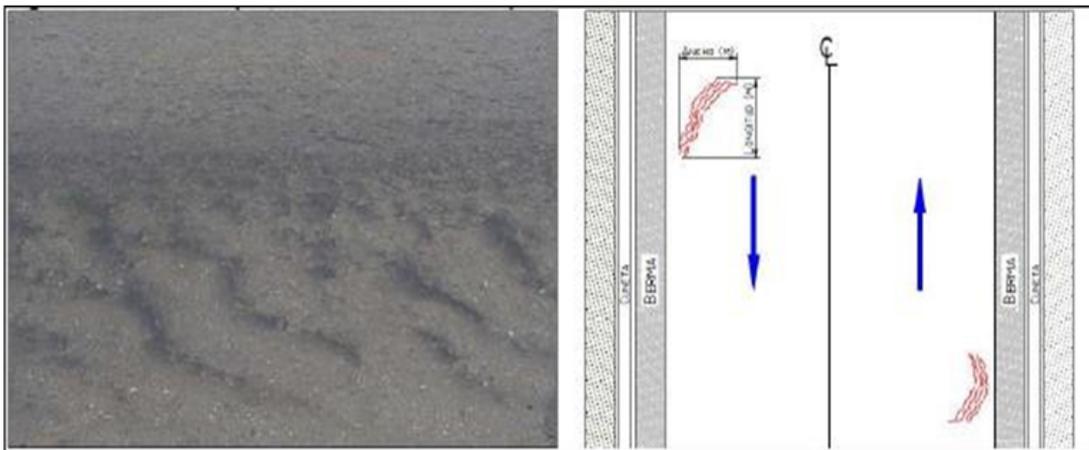


Figura 2.22: Exudación.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.16 Pulimento de agregados.

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde

una evaluación previa. Este daño se evidencia por la presencia de agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares [23].

### Severidades.

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

### Unidad de medición.

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimiento de agregados.

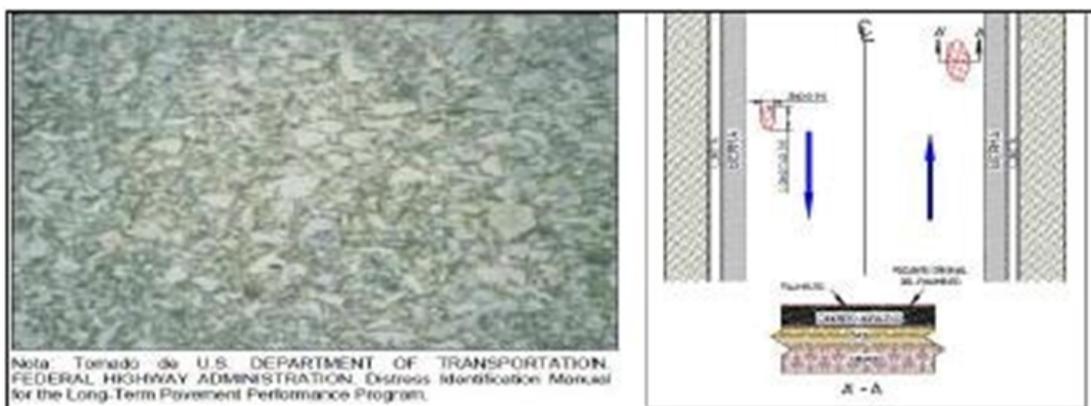


Figura 2.23: Pulimiento de Agregado.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.17 Desnivel carril – berma.

El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma [23].

### Severidades.

- **Baja (B):** La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma esta entre 25 mm y 51 mm.
- **Media (M):** La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma esta entre 51 mm y 102 mm.
- **Alta (A):** La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma es mayor a 102 mm.

### Unidad de medición.

Se miden en metros lineales (m)

### Evolución de la falla.

Posibles Hundimientos y Fisuras de Borde.



Figura 2.24: Desnivel carril berma.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.18 Parcheo.

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no

importa que tan bien se comporte usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento. Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño. Algunas veces sirve para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios. Se debe considerar que, si la intervención realizada solo comprendió el reemplazo del espesor parcial o total de la carpeta asfáltica, se denomina parcheo. Si la intervención reemplazo parcial o total de granulares, se denomina como bacheo [23].

### **Severidades.**

- **Baja (B):** El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.
- **Media (M):** El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.
- **Alta (A):** El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

### **Unidad de medición.**

Los parches se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Ningún otro daño se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

### **Evolución de la falla.**

Aceleración del deterioro ya existente.

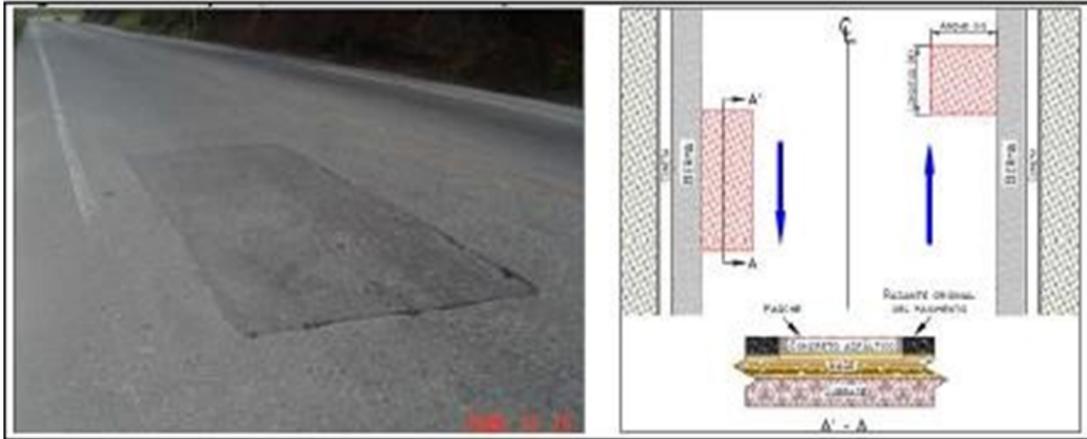


Figura 2.25: Parcheo.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### 2.2.7.19 Cruce de vía férrea.

Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles. Si el cruce no altera ni afecta la calidad del tránsito, entonces no debe registrarse [23].

#### Severidades.

- **Baja (B):** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
- **Media (M):** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
- **Alta (A):** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

#### Unidad de medición.

Se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.



Figura 2.26: Cruce de vía férrea.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

Se presenta una tabla resumen de las 19 fallas consideradas por el método PCI, con su respectivo orden, unidad de medida y nomenclatura.

Nº	Tipo de Falla	Código	Unidad
1	Piel de cocodrilo	PC	m <sup>2</sup>
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m <sup>2</sup>
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m <sup>2</sup>
5	Corrugación	COR	m <sup>2</sup>
6	Depresión	DEP	m <sup>2</sup>
7	Grieta de Borde	GB	m
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m
9	Desnivel Carril/Berma	DN	m
10	Grietas Long. Y Transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m <sup>2</sup>
12	Pulmiento de Agregados	PU	m <sup>2</sup>
13	Huecos	HUE	und
14	Cruce de vías férreas	CVF	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamientos	AHU	m <sup>2</sup>
16	Desplazamientos	DES	m <sup>2</sup>
17	Grieta parabólica	GP	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento	HN	m <sup>2</sup>
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m <sup>2</sup>

Tabla 2.4: Fallas del pavimento flexible.

Fuente:(Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (2006)).

### **III. HIPÓTESIS.**

#### **3.1 Hipótesis general.**

Al determinar la evaluación superficial de pavimentos mediante el método Pavement Condition Index (PCI) se conoce el estado de conservación de la vía Huanta – Mainay, Distrito de Huanta, Huanta – Ayacucho.

#### **3.2 Hipótesis específicas.**

1. Al aplicar la metodología PCI se calcula el índice de condición de pavimento que tiene la vía Huanta – Mainay (Longitud 2.00km), Distrito de Huanta, Huanta – Ayacucho.
2. Al determinar la condición de pavimento se define si la vía Huanta – Mainay (Longitud 2.00km), Distrito de Huanta, Huanta – Ayacucho, se encuentra operando a los niveles de servicio óptimo.

## **IV. METODOLOGÍA.**

### **4.1 Tipo y nivel de la investigación.**

La investigación nivel es descriptivo, porque se describe la condición actual del pavimento rígido. La investigación es de tipo no experimental, porque se determina los resultados sin recurrir al laboratorio. Es de corte transversal, debido que se estudia en el periodo del mes setiembre a diciembre del 2019.

### **4.2 Diseño de la investigación.**

Para el diseño de la investigación, los principales métodos que se utilizaron en la investigación fueron: Análisis, síntesis, deductivo, inductivo, descriptivo, estadístico, entre otros. Estos desarrollados de la siguiente forma:

1. Se desarrolló la investigación utilizando el método PCI Índice de Condición de Pavimentos, con la ayuda de planos, ejes y tramos proyectados facilitando la aplicación de métodos como cálculos de áreas, se utilizó la hoja de cálculo excel para facilitar el procesamiento de datos y reducir errores en las evaluaciones de los estudios realizados.
2. La evaluación fue de tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información se hará de manera manual, no se utilizará software.
3. La metodología a utilizar, para el desarrollo del proyecto de tesis fue: Recopilación de antecedentes preliminares, etapa en la cual se realizó la búsqueda de

información, observación, toma de datos para la evaluación y validación de los ya existentes.

4. Para la determinación y evaluación de los diferentes tipos de patologías, están basados en tramos, lo cual de manera conjunta se obtiene completamente el resultado estadístico y porcentual de la evaluación total realizada al perímetro analizado.

El diseño se realizará según a lo indicado

<b>M</b>	<b>O</b>	<b>A</b>	<b>E</b>
<b>Muestra</b>	<b>Observación</b>	<b>Análisis</b>	<b>Evaluación</b>

Figura 4.1: Diseño de la investigación.

Fuente:(Elaboración propia).

Por otro lado, según la temporalización la investigación es de tipo transversal ya que las mediciones realizadas en campo se tomaron una sola vez de tal forma que se analizan los datos en un momento dado. Además, es de diseño prospectivo, ya que los datos tomados en campo fueron recientes.

## **4.3 Población y muestra.**

### **4.3.1 Población.**

Para el proyecto de investigación en estudio, la población está dado por la delimitación de la vía con características equivalentes, siendo el tramo Huanta - Mainay, la cual se caracteriza por elementos propios del pavimento flexible, por lo que se tomará una muestra del tramo para su respectiva evaluación de las patologías en pavimentos flexibles de la vía mencionada, Distrito de Huanta, Provincia Huanta, Departamento Ayacucho.

### 4.3.2 Muestra.

La muestra tomada en la presente investigación, comprende los 2 km, elementos de pavimento flexible, las cuales se ha dividido en ochenta (80) tramos, con motivos de una mejor determinación y evaluación de las patologías en la pavimentación de la vía Huanta – Mainay (Longitud 2.00km), Distrito de Huanta, Provincia Huanta, Departamento Ayacucho .

El trabajo de campo para la obtención de la información, se realizó seccionando la vía existente cada 25.00 m considerando el ancho total de la calzada 7 m.

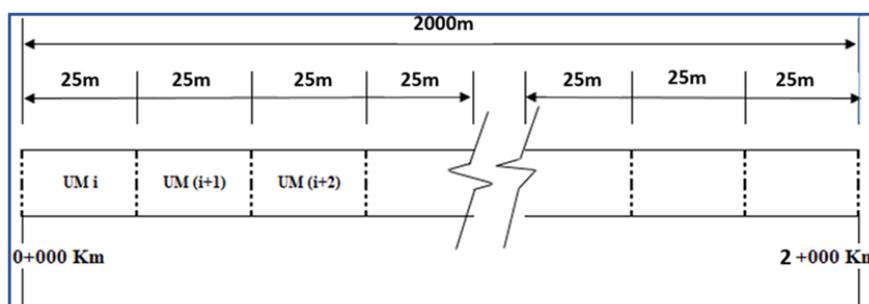


Figura 4.2: Seccionamiento del pavimento en unidades de muestra.

Fuente:(Elaboración propia).

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía con la longitud de la muestra: El total de la Vía es de 2,000 m. doble vía sin separador.

**Unidades de muestra :**  $(2000/25) = 80$  UM

La evaluación se divide en ochenta (80) Tramos, donde:

**Longitud del Pavimento flexible :** 2 km. **Ancho de calzada :** 7.00 m. **Berma :** 0.50 m.

### 4.3.3 Muestreo.

Se ha seleccionado el tramo de tal manera que se encuentre la mayor cantidad de daños patológicos, y para ello se tendrá el ordenamiento de la información en estratos de primer orden y de segundo orden y también el muestreo completamente al azar en

cada estrato definido.

**Muestreo (M) :** Pavimento Flexible

**Unidad de Muestra :** 2000.00 m

**Ancho de Pista :** 7.00 ml

#### **4.4 Definición y operacionalización de variables e indicadores.**

Ver la Tabla 4.1.

EVALUACION Y ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANTA - MAINAY DEL DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGIÓN AYACUCHO - 2020.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Los tipos de patologías en el pavimento flexible de la vía Huanta - Mainay del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho - 2020.</p>	<p>Anomalías sobre la superficie del pavimento como son los parches grandes y parches pequeños.</p> <p>Anomalías a lo largo del pavimento flexible como grietas lineales y pulimento de agregados.</p> <p>Anomalías en el interior del pavimento flexible.</p>	<p>Nivel de severidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de severidad Baja.</li> <li>- Nivel de severidad Media.</li> <li>- Nivel de severidad Alta.</li> </ul> <p>Tipo de presencia de patologías en forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertical.</li> <li>- Horizontal.</li> <li>- Oblicuo.</li> </ul> <p>Grado de afectación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Alta.</li> <li>-Media.</li> <li>-Baja.</li> </ul>
<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Índice de condición del pavimento flexible de la vía Huanta - Mainay del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho - 2020.</p>	<p>Tipos de patologías que se presentan en el pavimento flexible de la vía Huanta - Mainay del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho - 2020.</p>	<p>Rango de Calificación del PCI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 100-85 (Excelente).</li> <li>- 85-70 (Muy buena).</li> <li>- 70-55 (Buena).</li> <li>- 55-40 (Regular).</li> <li>- 40-25 (Malo).</li> <li>- 25-10 (Muy malo).</li> <li>- 10-0 (Fallado).</li> </ul>

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.

Fuente: Elaboración propia.

## **4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

### **4.5.1 Técnicas.**

La técnica utilizada fue el análisis visual y toma de datos es a través del formato de la ficha técnica del PCI como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido. Donde la toma de datos es fundamental contar con los instrumentos necesarios para la elaboración de la misma.

**Técnicas de evaluación visual:** La evaluación a realizar será de tipo visual y personaliza. El procesamiento de la Información se realizara de manera manual con uso de una computadora.

- Cámara fotográfica, nos permitirá detallar las diferentes patologías encontradas con el fin de tener mejores detalles de las áreas comprometidas en estudio.
- Wincha u odómetro para medir longitudes y las áreas dañadas.
- Flexómetro para medir las longitudes y las áreas afectadas.
- Regla o una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- Libreta de campo con información in situ.

## **4.6 Plan de análisis.**

El plan de análisis elegido, estará entendido de la siguiente manera:

- El análisis se realizará teniendo el conocimiento general de la ubicación del área en estudio y según los diferentes tramos proyectados en los planos para mejor la evaluación.
- Evaluando de manera general de toda la infraestructura podremos determinar los diferentes tipos de patologías que existen y de acuerdo a ello realizar los cuadros de evaluación.
- El procedimiento de recopilación de información de campo, mediante mediciones para obtener cuadros informativos de los tipos de patología.
- Cuadro del ámbito de la investigación.
- Utilizaremos flexómetro para realizar las diferentes mediciones, tales como áreas totales y áreas afectadas en los elementos de concreto con el fin de garantizar una evaluación detallada de los daños que se presenten en los diferentes sectores.
- Libros y/o manuales de referencia, para conocer los diferentes tipos de patologías en pavimentos de concreto.
- Los tipos de patológicas existentes.
- Nivel de índice de condición de pavimento.
- Cuadros estadísticos de las patologías existentes.

## **4.7 Matriz de consistencia.**

Ver la Tabla 4.2.

EVALUACION Y ANÁLISIS DE LAS PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA HUANTA - MAINAY DEL DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGIÓN AYACUCHO - 2020.			
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS
<p>¿En qué medida la identificación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías y la obtención del índice de condición del pavimento nos permitirá conocer el estado de conservación actual del pavimento flexible?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar el Índice de Condición de Pavimento flexible (PCI), para la vía Huanta – Mainay, Distrito Huanta, Provincia Huanta, Departamento Ayacucho.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar el Índice de Condición de Pavimento asfálticos de la vía.</li> <li>Establecer correctivas y las previsiones para la seguridad de las estructuras del pavimento flexible.</li> </ol>	<p>Esta investigación se justifica por la finalidad de identificar los tipos de patologías del concreto que se presentan pavimento rígido de la vía Huanta – Mainay.</p> <p>Conociendo los diferentes tipos de patologías se plantea una evaluación, mediante determinación de áreas afectadas en los diferentes elementos que la conforman. Con el fin de obtener los porcentajes de daños que presenten, los niveles de severidad.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Al determinar la evaluación superficial de pavimentos mediante el método Pavement Condition Index (PCI) se conoce el estado de conservación de la vía Huanta – Mainay.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Aplicando la metodología PCI se calcula el índice de condición de pavimento que tiene la vía Huanta – Mainay.</li> <li>Al conocer la condición del pavimento se define si la vía Huanta – Mainay, se encuentra funcionando a los niveles de servicio eficiente.</li> </ol>
			<p><b>METODOLOGÍA</b></p> <p><b>Tipo:</b> El proyecto de investigación es del tipo exploratorio.</p> <p><b>Nivel:</b> El proyecto de investigación es de nivel cualitativo.</p> <p><b>Enfoque:</b> La investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p><b>Diseño:</b> Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar el estado del pavimentos rígidos de la vía Huanta – Mainay.</p> <p><b>Universo y muestra:</b> El universo o población es indeterminada. Para la presente investigación, La población está delimitada por el pavimento rígido de la vía Huanta – Mainay.</p>

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.  
Fuente: Elaboración propia.

## **4.8 Principios éticos.**

### **4.8.1 Protección de personas.**

La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En las investigaciones en las que se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no sólo implica que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente y dispongan de información adecuada, sino también involucra el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular, si se encuentran en situación de vulnerabilidad.

### **4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.**

Las investigaciones que involucran el medio ambiente, plantas y animales, deben tomar medidas para evitar daños. Las investigaciones deben respetar la dignidad de los animales y el cuidado del medio ambiente incluido las plantas, por encima de los fines científicos; para ello, deben tomar medidas para evitar daños y planificar acciones para disminuir los efectos adversos y maximizar los beneficios.

### **4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado.**

Las personas que desarrollan actividades de investigación tienen el derecho a estar bien informados sobre los propósitos y finalidades de la investigación que desarrollan, o en la que participan; así como tienen la libertad de participar en ella, por voluntad propia. En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas como sujetos investigados o titular de los datos consiente el uso de la información para los

fines específicos establecidos en el proyecto.

#### **4.8.4 Beneficencia no Maleficencia.**

Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

#### **4.8.5 Justicia.**

El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.

#### **4.8.6 Integridad física.**

La integridad o rectitud deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador resulta especialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

## V. RESULTADOS.

### 5.1 Resultados.

El pavimento evaluado corresponde a la vía Huanta – Mainay, distrito de Huanta, Provincia de Huanta, Región Ayacucho; y comprende 2.0 kilómetros de pavimento flexible. El lugar de inicio es la bifurcación a partir de la Av. San Martín y el punto final es el Centro Poblado de Mainay que incluye dos accesos de ingreso. La siguiente figura muestra la zona en estudio.



Figura 5.1: Tramo en evaluación Huanta - Mainay .

Fuente:(Google maps).

### **5.1.1 Aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI).**

Se detalla el cálculo del PCI a una unidad de muestra seleccionada aleatoriamente, con el fin de observar el procedimiento paso a paso de, cómo realizar una evaluación superficial, cómo obtener el índice de condición PCI y conocer la condición actual de la unidad de muestra. Se tomó como ejemplo la unidad de muestra “UM-08” de la vía Huanta - Mainay (Longitud 2.00km). Se identificaron las progresivas del punto de inicio y punto final de la “UM-08”, definiendo las características geométricas, y posteriormente se empezó con el registro de los datos en la hoja formato de la metodología Pavement Condition Index (PCI). En la siguiente tabla se observa la evaluación superficial de la “UM-08” bajo el formato de registro y aplicación de la metodología PCI, obteniendo los parámetros de evaluación, su índice de condición y la condición del estado del pavimento de la “UM-08”.

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																	
		METODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)																	
		INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																	
<b>PROYECTO</b>	"Evaluación superficial de las patologías del pavimento flexible para obtener el índice de condición del pavimento de la Vía Huanta - Mainay km 00+000 al km 2+000"																		
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>	Huanta - Mainay	<table border="1"> <tr> <td><b>EVALUADORA</b></td> <td>William Rodríguez Vásquez</td> </tr> <tr> <td><b>FECHA</b></td> <td>19/11/2015</td> </tr> </table>				<b>EVALUADORA</b>	William Rodríguez Vásquez	<b>FECHA</b>	19/11/2015										
<b>EVALUADORA</b>	William Rodríguez Vásquez																		
<b>FECHA</b>	19/11/2015																		
<b>UNIDAD DE MUESTRA</b>	UM - 8																		
<b>PROGRESIVA INICIAL (Km)</b>	0+175																		
<b>PROGRESIVA FINAL (Km)</b>	0+200																		
<b>ANCHO DE VIA (m)</b>	7.00																		
<b>AREA DE LA UNIDAD (m2)</b>	175																		
<b>Nº</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>Cod.</b>	<b>Unidad</b>	<b>Nº</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>Cod.</b>	<b>Unidad</b>												
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Huecos	HUE	und												
2	Exudacion	EX	m2	14	Cruce de vias ferreas	CVF	m2												
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m2	15	Ahuellamientos	AHU	m2												
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m2	16	Desplazamientos	DES	m2												
5	Corrugacion	COR	m2	17	Grieta parabolica	GP	m2												
6	Depresion	DEP	m2	18	Hinchamiento	HN	m2												
7	Grieta de Borde	GB	m	19	Desprend. De agregados	DAG	m2												
8	Grieta de reflexion de junta	GR	m	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Severidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Low</td> <td>Baja</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Medium</td> <td>Media</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>Alta</td> <td>A</td> </tr> </tbody> </table>				Severidades			Low	Baja	B	Medium	Media	M	High	Alta	A
Severidades																			
Low	Baja	B																	
Medium	Media	M																	
High	Alta	A																	
9	Desnivel Carril/Beema	DN	m																
10	Grietas Long. Y Transversales	GLT	m																
11	Parcheo	PA	m2																
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2																

Tabla 5.1: Aplicación de la metodología PCI en la UM-08.

Fuente:(Elaboración propia).

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)				
PC	M	9.75	1.13						<b>10.88</b>	6.22	35.61				
BLO	M	1.63							<b>1.63</b>	0.93	0				
BLO	A	2.48	2.93						<b>5.41</b>	3.09	14.6				
ABH	M	0.14							<b>0.14</b>	0.08	1.88				
GLT	M	15.00	13.5	5.45	2.25				<b>36.20</b>	20.69	13.62				
PA	B	4.55							<b>4.55</b>	2.60	2.98				
PA	M	3.38	3.9						<b>7.28</b>	4.16	14.13				
HUE	M	2.00							<b>2.00</b>	1.14	20.10				
DAG	M	12.5							<b>12.50</b>	7.14	26.84				
									<b>Total VD =</b>		<b>129.76</b>				
<b>Numero de valores deducidos &gt; 2 (q)</b>									7						
<b>Valor deducido mas alto (HVDi)</b>									35.61						
<b>Numero maximo de valores deducidos (mi)</b>									7.00						
<b>Valor Deducido Corregido (VDC)</b>															
Nº	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC				
1	35.61	26.84	20.10	14.60	14.13	13.62	2.98	1.88	<b>129.76</b>	7	<b>62.20</b>				
2	35.61	26.84	20.10	14.60	14.13	13.62	2.00	1.88	<b>128.78</b>	6	<b>63.45</b>				
3	35.61	26.84	20.10	14.60	14.13	2.00	2.00	1.88	<b>117.16</b>	5	<b>61.61</b>				
4	35.61	26.84	20.10	14.60	2.00	2.00	2.00	1.88	<b>105.03</b>	4	<b>59.89</b>				
5	35.61	26.84	20.10	2.00	2.00	2.00	2.00	1.88	<b>92.43</b>	3	<b>58.11</b>				
6	35.61	26.84	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.88	<b>74.33</b>	2	<b>54.16</b>				
7	35.61	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.88	<b>49.49</b>	1	<b>49.49</b>				
8															
9															
10															
									<b>Max VDC =</b>		<b>63.45</b>				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)</b>								<table border="1"> <tr> <td>PCI =</td> <td>100 - (Max VDC o Total VD)</td> </tr> <tr> <td>PCI =</td> <td><b>36.55</b></td> </tr> </table>				PCI =	100 - (Max VDC o Total VD)	PCI =	<b>36.55</b>
PCI =	100 - (Max VDC o Total VD)														
PCI =	<b>36.55</b>														
<b>CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO</b>								<b>MALO</b>							

Tabla 5.2: Aplicación de la metodología PCI en la UM-08.

Fuente:(Elaboración propia).

Los parámetros de evaluación encontrados en la unidad de muestra “UM-08” de la vía Huanta - Mainay (Longitud 2.00km), fueron los siguientes:

- Se encontraron 7 tipos de fallas, las cuales fueron: Piel de cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Hundimientos, Grietas longitudinales y transversales, Parcheo, Huecos y Desprendimiento de agregados.
- La severidad que presentaron estos 7 tipos de fallas fueron: Baja (L) para 4.55m<sup>2</sup> de Parcheo. Media (M) en 10.88m<sup>2</sup> de Piel de cocodrilo, 1.63m<sup>2</sup> de Agrietamiento en bloque, 0.14m<sup>2</sup> de Hundimientos, 36.20m de Grietas longitudinales y transversales, 7.28m<sup>2</sup> de Parcheo, 2 unid. de Huecos y 92.5m<sup>2</sup> de Desprendimiento de agregados. Alta (H) en 5.40m<sup>2</sup> de Agrietamiento en

bloque.

- La extensión se determinó bajo los 25m de longitud y 7m de ancho de la unidad de muestra “UM-08”, su área total unidad de muestra es de 175m<sup>2</sup>. Dividiendo la cantidad total de cada falla, en cada nivel de severidad; entre el área total de la unidad de muestra y expresada en porcentaje nos dará como resultado la densidad del daño, por nivel de severidad dentro de la unidad de muestra en estudio.

Los pasos que se siguieron para realizar la evaluación superficial fueron los descritos en el Capítulo IV Metodología, para el cálculo del índice de condición se siguieron las 04 etapas de su procedimiento. Para esta unidad de muestra “UM-08” se aplicaron de la siguiente manera:

- Se determinó el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas y tablas denominadas “valor deducido del daño”. Las tablas se encuentran en los anexos.
- Una vez obtenidos los valores deducidos, identificamos los valores mayores a “2.0”, la metodología PCI menciona que si encontráramos uno o ningún valor mayor a “2.0”, no es necesario hacer una corrección de los valores deducidos y el cálculo del PCI sería deduciendo el “total de los valores deducidos”, de lo contrario se procede a corregir los valores deducidos para encontrar el máximo valor deducido corregido.
- En el caso de la unidad de muestra “UM-08”, se puede observar que existen 7 valores mayores a “2.0” y tan solo un valor es menor, por lo tanto, se procede a corregir solo los valores deducidos mayores a “2.0”. Cabe mencionar que como máximo se corregirán 10 valores.
- Los valores deducidos individuales se ubicaron de manera descendente en cada fila, una vez realizado esto, se sumarán para obtener el valor deducido total

(VDT).

- En la siguiente fila se reduce a “2.0” el menor de los valores deducidos individuales, de encontrarse uno o más valores menores que dos, se mantiene su valor, se repite este paso hasta que el “q” sea igual a “1” como se observa en el desarrollo de la unidad de muestra UM-08.
- Una vez reducidos los valores deducidos individuales, obtenidos los valores deducidos totales, e identificado los “q” hasta “1”. Se prosigue a encontrar el valor deducido corregido por cada “valor deducido total (VDT). Estos valores se obtienen de la curva de valores deducidos corregidos que se encuentra en los anexos.
- El siguiente paso es encontrar el máximo valor deducido corregido (Máx. VDC). En la unidad de muestra “UM-08” se puede observar que es 63.45.
- El cálculo del índice de condición PCI, es mediante la fórmula  $(100 - \text{Máx. VDC})$ . Para esta unidad de muestra se tiene que el  $\text{PCI} = 36.55$ .
- Finalmente obtenemos un PCI de 36.55, según la escala de clasificación PCI, le corresponde una condición de estado de pavimento: Malo

Como se puede ver el tipo de falla que más se presenta en la UM-08 en estudio es la “10”, Grietas longitudinales y transversales en el pavimento, seguida de la falla tipo “1”, Piel de cocodrilo. Por otro lado, se observa que lo que existe en menor cantidad es el desprendimiento de agregados.

## 5.1.2 Distribución de patologías:

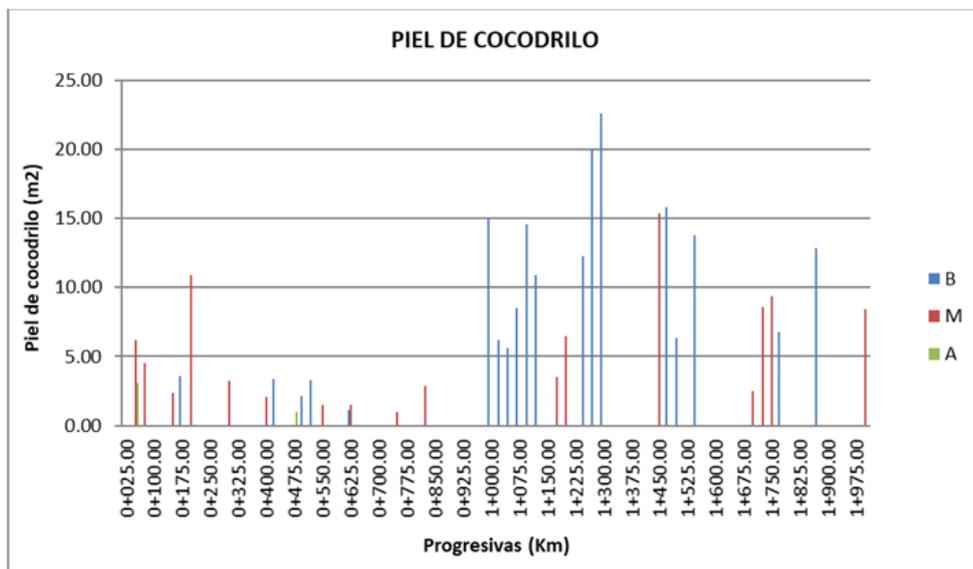


Figura 5.2: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

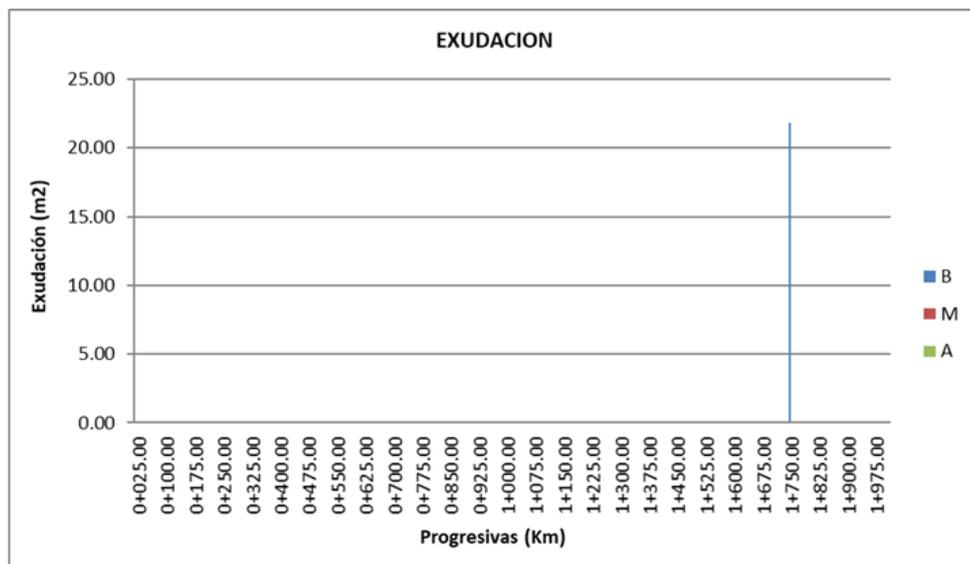


Figura 5.3: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

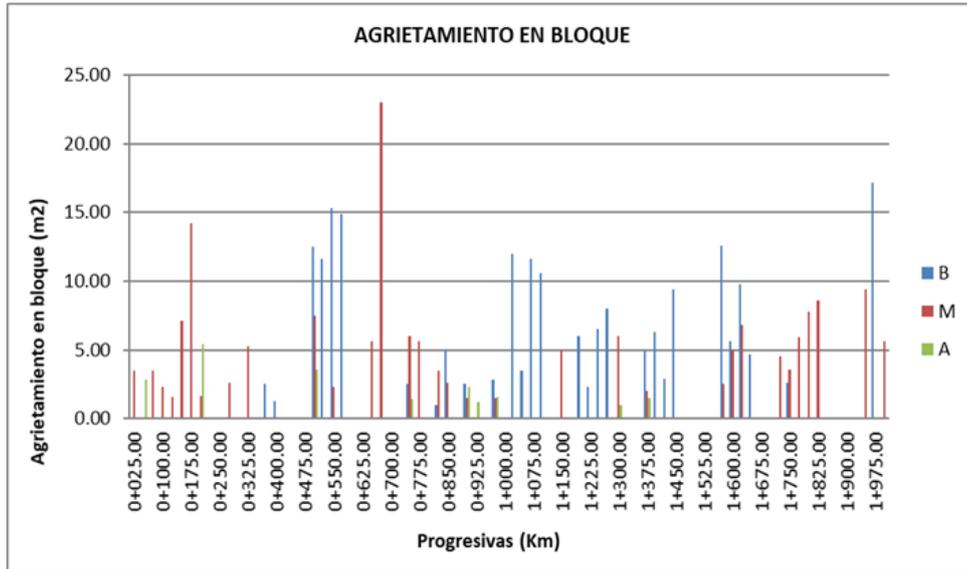


Figura 5.4: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

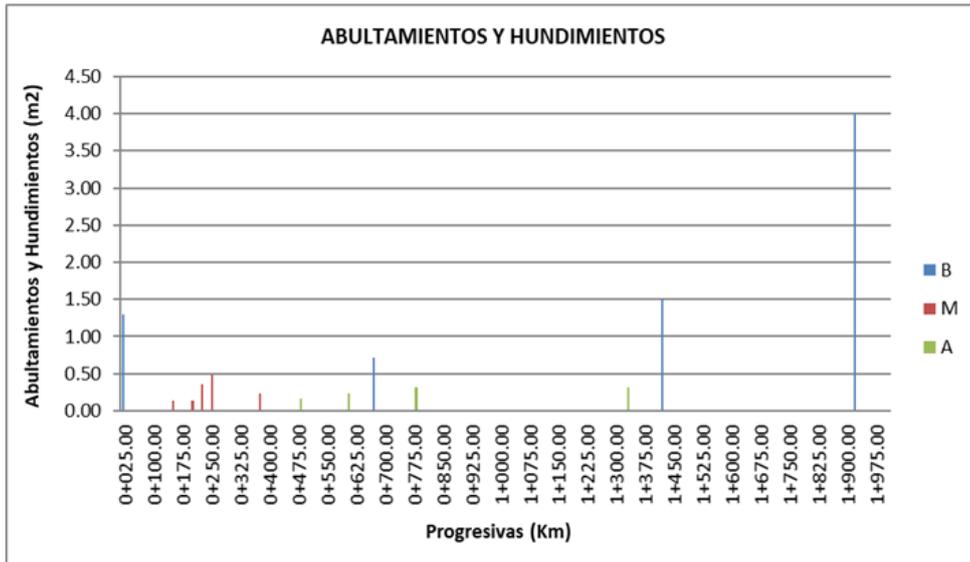


Figura 5.5: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

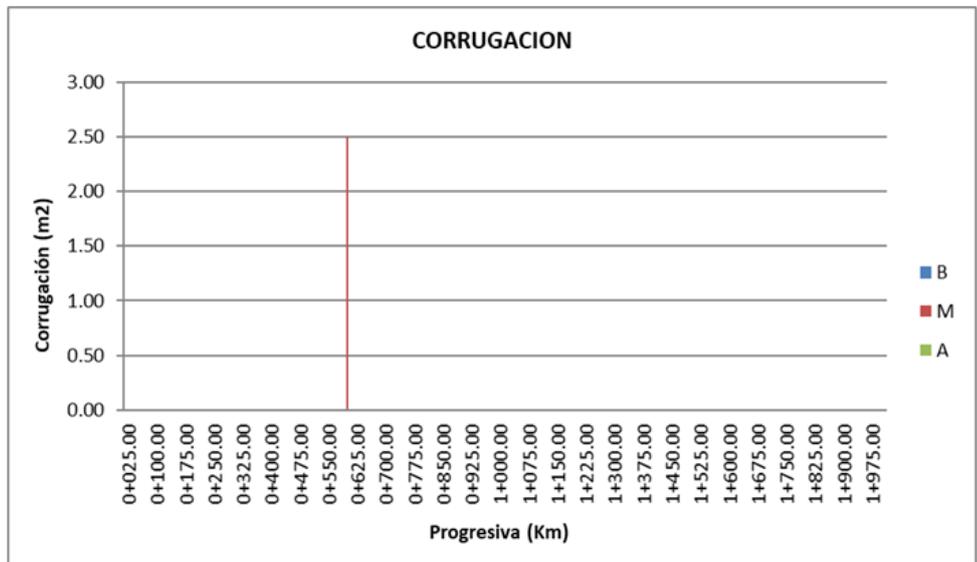


Figura 5.6: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

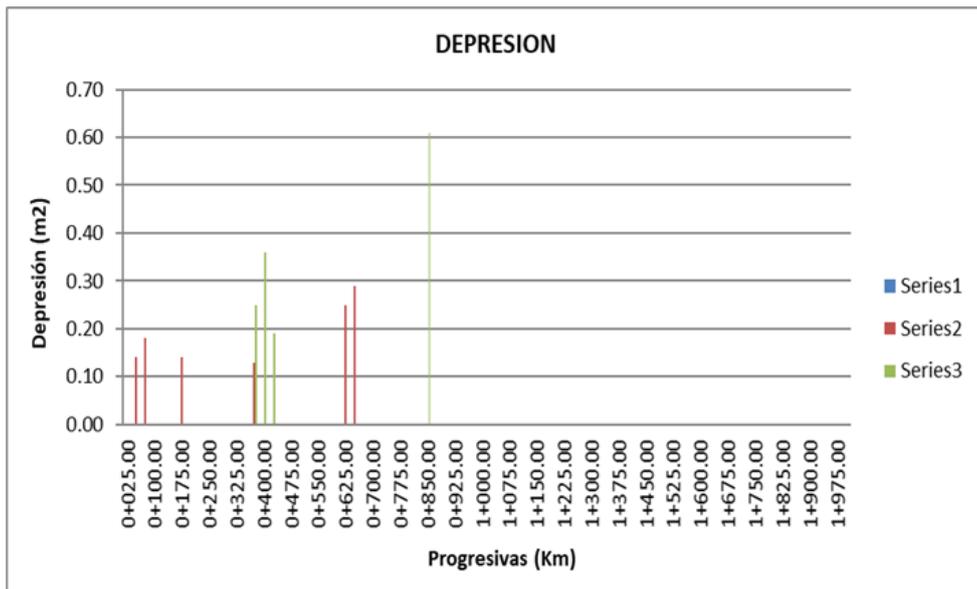


Figura 5.7: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

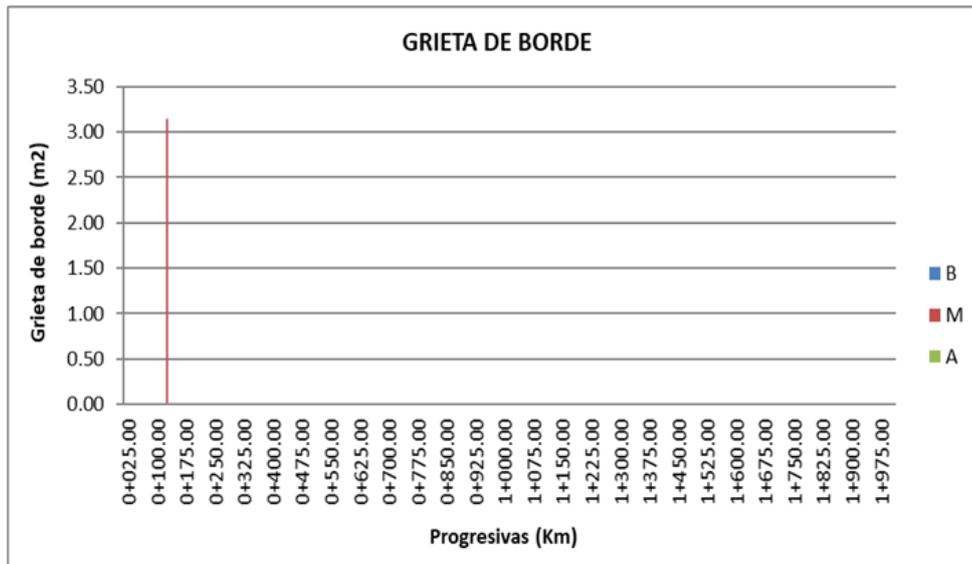


Figura 5.8: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

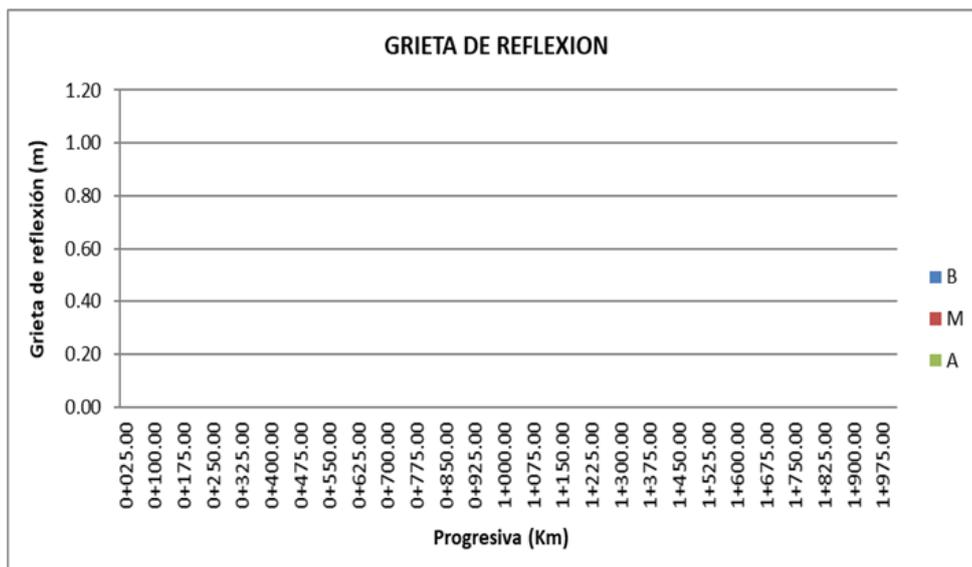


Figura 5.9: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

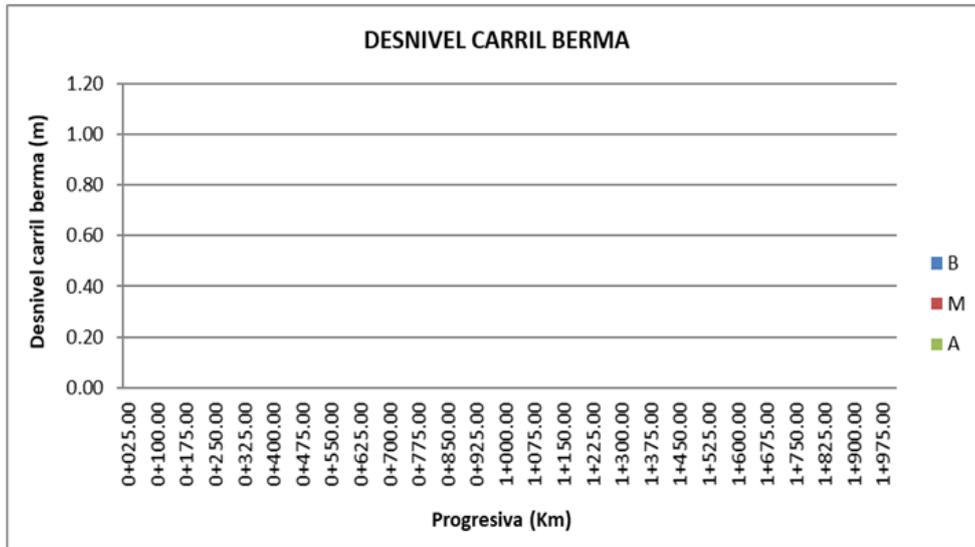


Figura 5.10: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

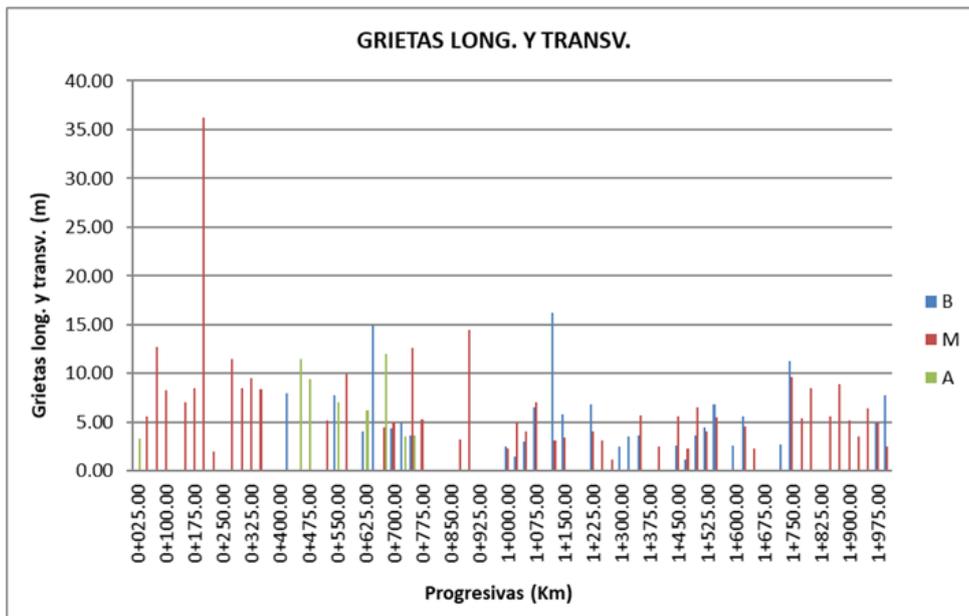


Figura 5.11: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

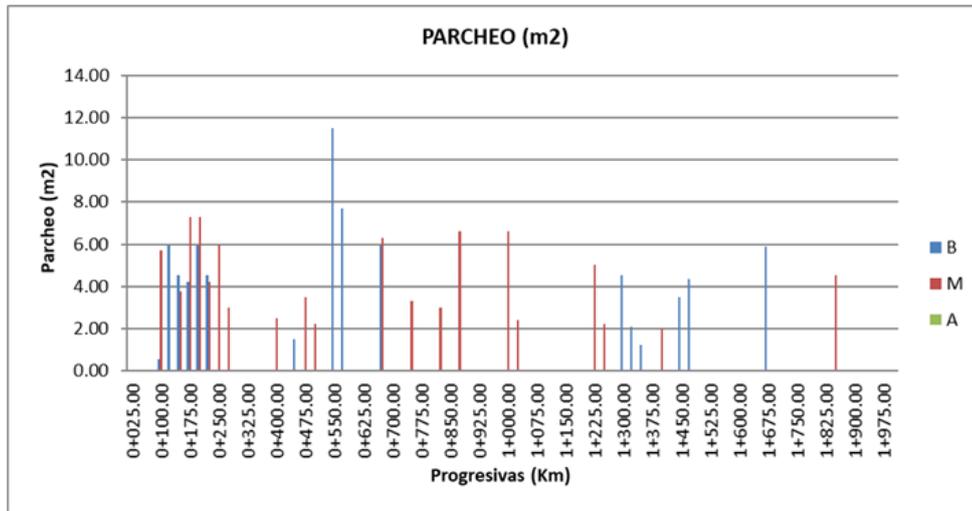


Figura 5.12: Grietas longitudinales y transversales.  
Fuente:(Elaboración propia).

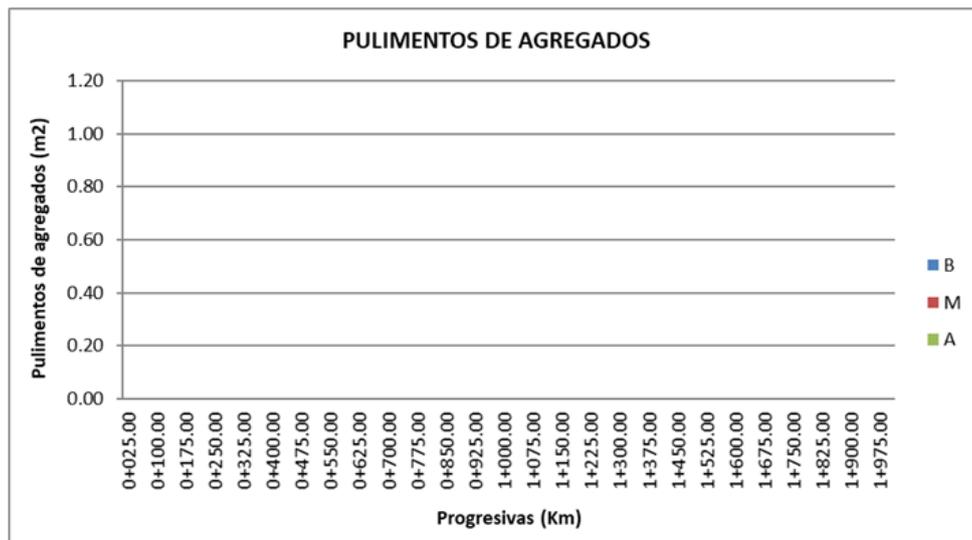


Figura 5.13: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).  
Fuente:(Elaboración propia).

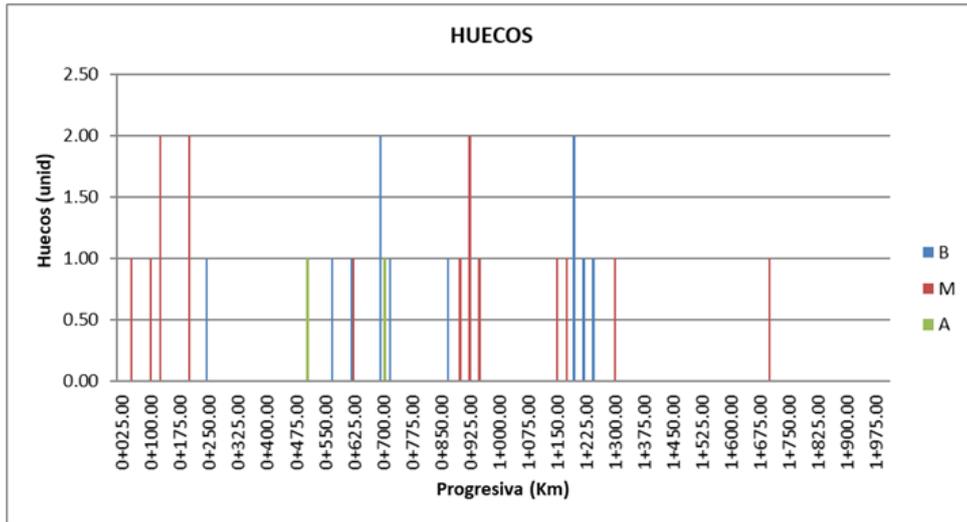


Figura 5.14: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

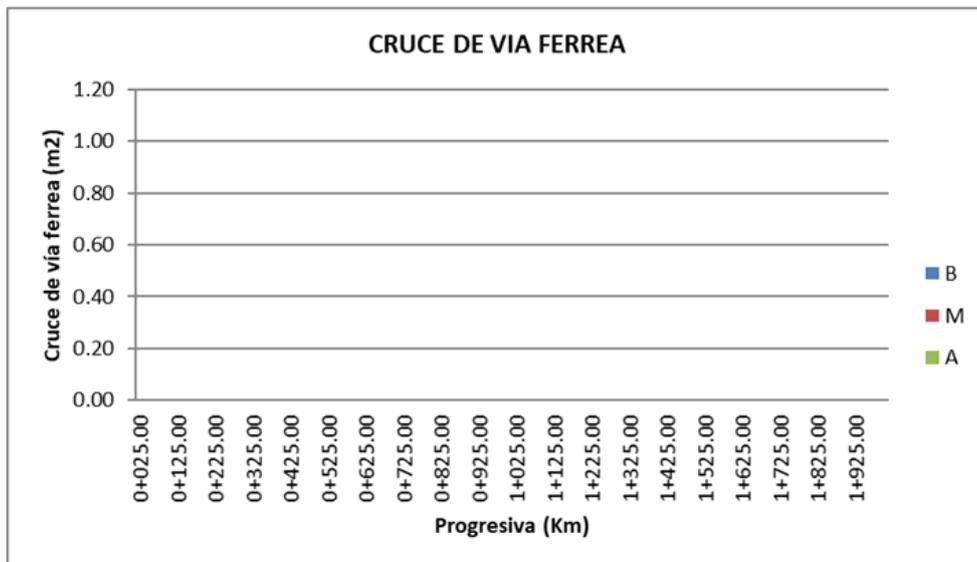


Figura 5.15: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

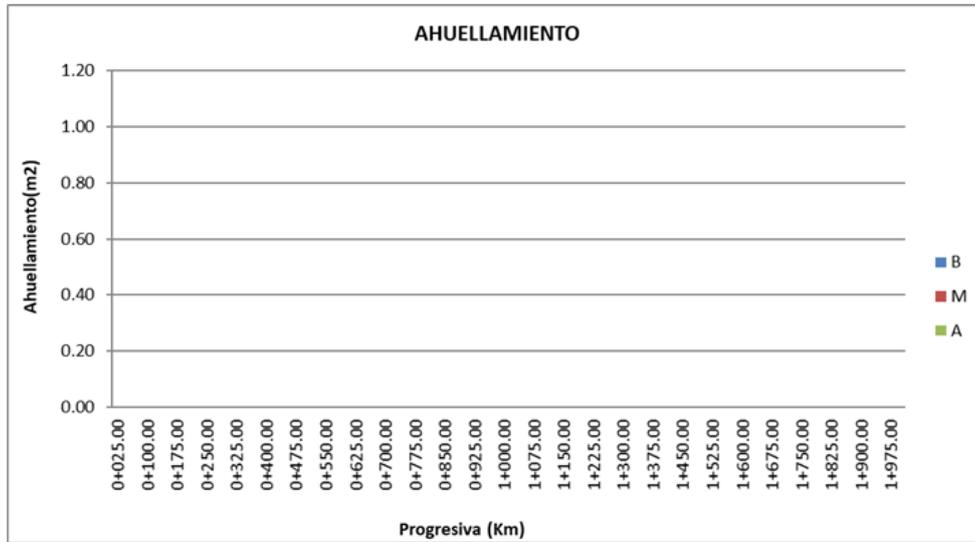


Figura 5.16: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).  
Fuente:(Elaboración propia).



Figura 5.17: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).  
Fuente:(Elaboración propia).



Figura 5.18: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

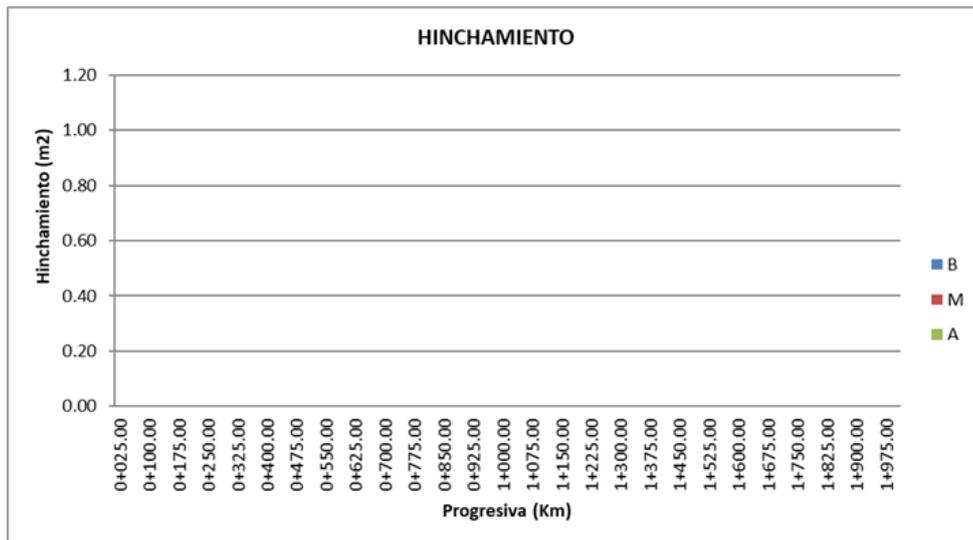


Figura 5.19: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).



Figura 5.20: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

### 5.1.3 Curvas de valores deducidos (VD) – (PCI).

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.50
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

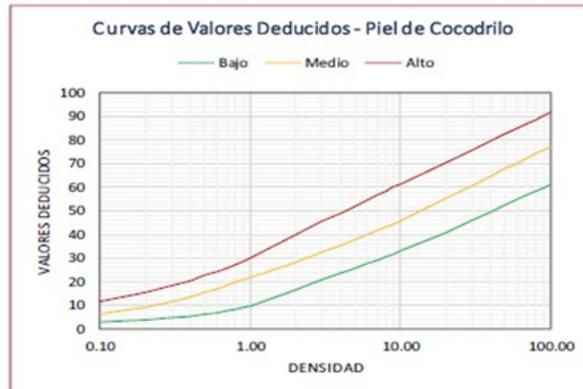


Tabla 5.3: Piel de cocodrilo.

Fuente:(Elaboración propia).

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



Tabla 5.4: Exudación.

Fuente:(Elaboración propia).

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

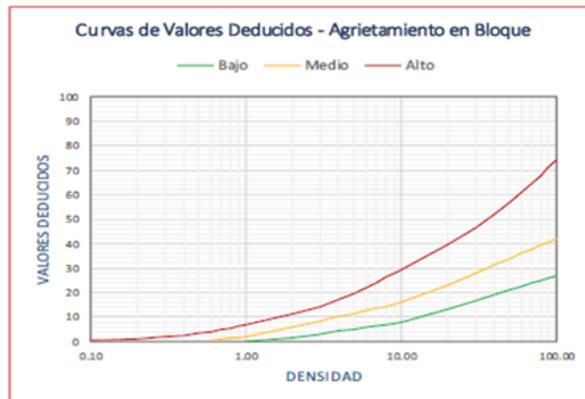


Tabla 5.5: Agrietamiento en bloque.

Fuente:(Elaboración propia).

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			



Tabla 5.6: Abultamientos y hundimientos.

Fuente:(Elaboración propia).

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	13.30
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



Tabla 5.7: Corrugación.

Fuente:(Elaboración propia).

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.50	7.50	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	6.50	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.50	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.50	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.50	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.50	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

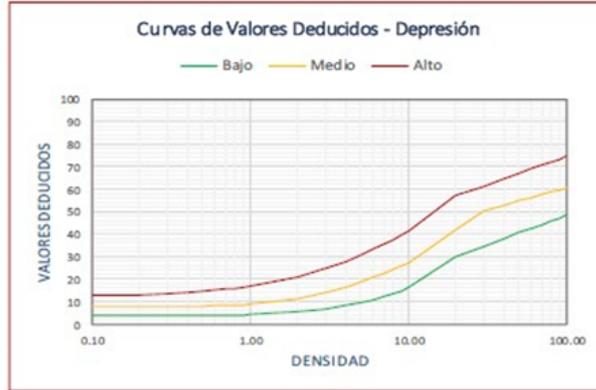


Tabla 5.8: Depresión.

Fuente:(Elaboración propia).

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			



Tabla 5.9: Grieta de borde.

Fuente:(Elaboración propia).

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40		1.60	2.50
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



Tabla 5.10: Grieta de reflexión de junta.

Fuente:(Elaboración propia).

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			

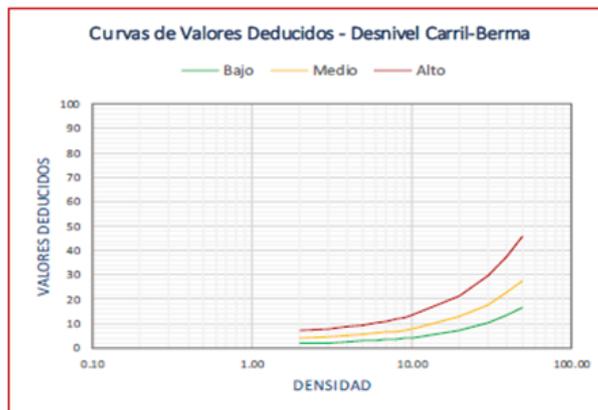


Tabla 5.11: Desnivel carril-berma.

Fuente:(Elaboración propia).

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	15.50	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



Tabla 5.12: Distribución de patologías (Longitud 2.00km).

Fuente:(Elaboración propia).

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			



Tabla 5.13: Grietas longitudinales y transversales.

Fuente:(Elaboración propia).

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	



Tabla 5.14: Parcheo.  
Fuente:(Elaboración propia).

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		



Tabla 5.15: Pulimiento de agregados.  
Fuente:(Elaboración propia).

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			



Tabla 5.16: Huecos.  
Fuente:(Elaboración propia).

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			

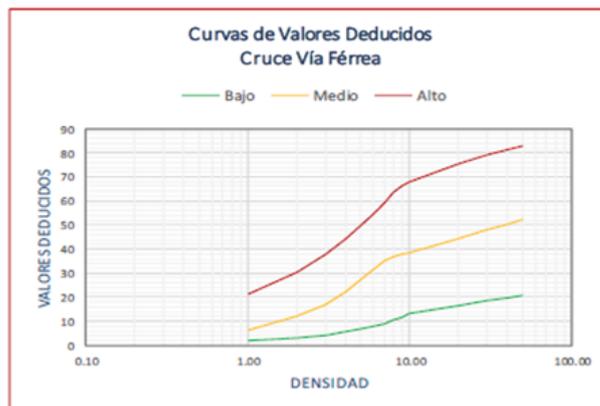


Tabla 5.17: Cruce de vía férrea.  
Fuente:(Elaboración propia).

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	22.80
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

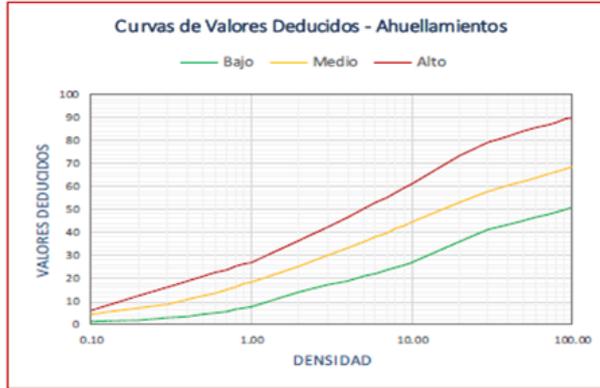


Tabla 5.18: Ahuellamiento.  
Fuente:(Elaboración propia).

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			



Tabla 5.19: Desplazamiento.  
Fuente:(Elaboración propia).

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



Tabla 5.20: Grietas parabólicas.  
Fuente:(Elaboración propia).

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			

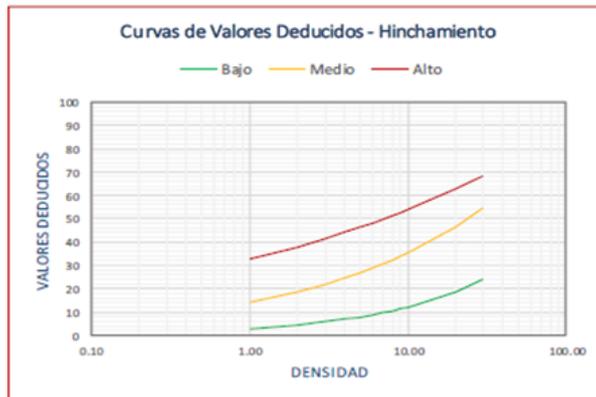


Tabla 5.21: Hinchamiento.  
Fuente:(Elaboración propia).

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



Tabla 5.22: Desprendimiento de agregados.

Fuente:(Elaboración propia).

### 5.1.4 Curva de valores deducidos corregidos (VDC) – PCI:

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
190.0				96.0	91.0	88.0	82.0
200.0				98.0	94.0	90.0	84.0

Tabla 5.23: Curva de valores deducidos corregidos .

Fuente:(Elaboración propia).

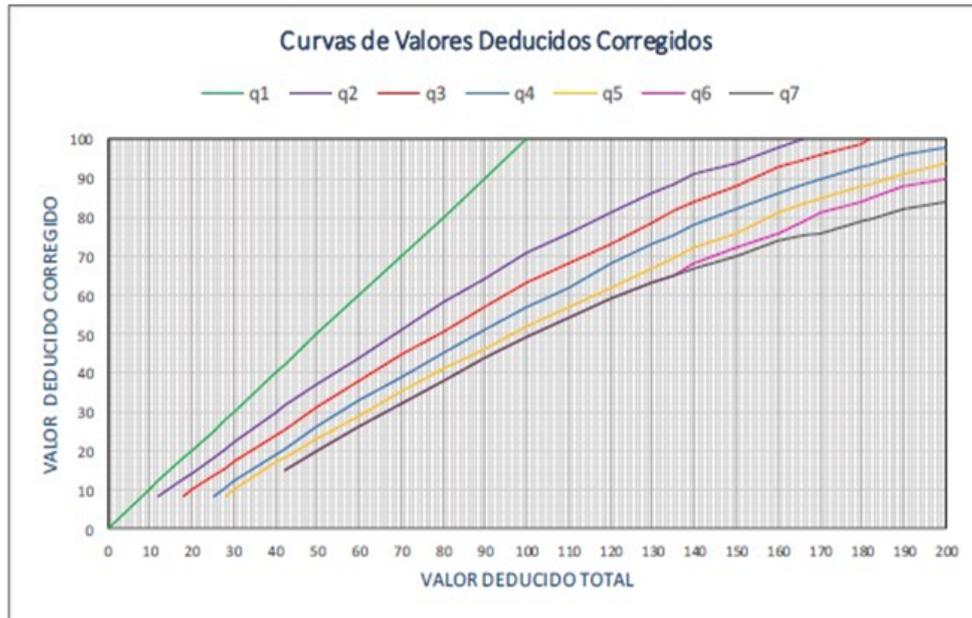


Figura 5.21: Curva de valores deducidos corregidos .

Fuente:(Elaboración propia).

## 5.2 Análisis de resultados.

A continuación, se presenta las tablas y gráficos del respectivo análisis de los resultados, donde se pudo determinar el PCI de la Vía en estudio Huanta – Mainay (Longitud 2.00km).













### 5.2.1 Metrado de fallas:

Se presenta el resumen de metrado de fallas, obtenido de la evaluación de las 80 unidades de muestra de todo el tramo Huanta - Mainay (Longitud 2.00km).

ITEM	TIPO DE PATOLOGIA	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	METRADO
1	Piel de Cocodrilo	m*	B	184.79
			M	90.47
			A	4.09
2	Exudación de Asfalto	m*	B	21.81
			M	0.00
			A	0.00
3	Agrietamiento en bloque	m*	B	208.42
			M	173.57
			A	20.85
4	Abultamientos y Hundimiento	M	B	7.52
			M	1.35
			A	1.01
5	Corrugaciones	m*	B	0.00
			M	2.50
			A	0.00
6	Depresiones	m	B	0.00
			M	1.13
			A	1.41
7	Grietas de Borde	m	B	0.00
			M	3.15
			A	0.00
8	Grietas de Reflexión de Juntas	m	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
9	Desnivel carril berma	m	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal	m	B	153.25
			M	311.20
			A	56.61
11	Parcheo	m*	B	73.99
			M	87.48
			A	0.00
12	Pulimentos de Agregados	m*	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
13	Huecos	Und	B	11.00
			M	15.00
			A	2.00
14	Cruce vía ferrea	m*	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
15	Ahuellamiento	m*	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
16	Desplazamiento	m*	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
17	Grietas parabólicas	m*	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
18	Hinchamiento	m*	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
19	Desprendimiento de agregados	m*	B	13.90
			M	34.60
			A	0.00

Tabla 5.30: Resumen metrado de patologías tramo Huanta - Mainay.

Fuente:(Elaboración propia).

Se tiene el resumen de medrado, cada uno de las 19 fallas con sus respectivas severidades; se puede observar que la clase de falla que tiene una mayor extensión es la “10” Grietas longitudinales y transversales, cuya severidad baja (B) y media (M) se presenta más frecuentemente a lo largo de todo el tramo de estudio. Así mismo es posible notar que están presentes 12 clases de fallas en pavimentos flexibles.

### **5.2.2 Índice de condición:**

Obtenido los parámetros de evaluación en las 80 unidades de muestra de la vía Huanta - Mainay (Longitud 2.00km), “se realizó la aplicación de la metodología Índice de Condición del Pavimento (PCI), para encontrar su índice de condición y así conocer el estado en el que se encuentran”. Se elaboró tablas resumen para presentar los resultados.

ITEM	TIPO DE PATOLOGIA	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	METRADO
1	Piel de Cocodrilo	m <sup>2</sup>	B	184.79
			M	90.47
			A	4.09
2	Exudación de Asfalto	m <sup>2</sup>	B	21.81
			M	0.00
			A	0.00
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	B	208.42
			M	173.57
			A	20.85
4	Abultamientos y Hundimiento	M	B	7.52
			M	1.35
			A	1.01
5	Corrugaciones	m <sup>2</sup>	B	0.00
			M	2.50
			A	0.00
6	Depresiones	m	B	0.00
			M	1.13
			A	1.41
7	Grietas de Borde	m	B	0.00
			M	3.15
			A	0.00
8	Grietas de Reflexión de Juntas	m	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
9	Desnivel carril berma	m	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal	m	B	153.25
			M	311.20
			A	56.61
11	Parcheo	m <sup>2</sup>	B	73.99
			M	87.46
			A	0.00
12	Pulimentos de Agregados	m <sup>2</sup>	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
13	Huecos	Und	B	11.00
			M	15.00
			A	2.00
14	Cruce vía ferrea	m <sup>2</sup>	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
17	Grietas parabólicas	m <sup>2</sup>	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>	B	0.00
			M	0.00
			A	0.00
19	Desprendimiento de agregados	m <sup>2</sup>	B	13.90
			M	34.60
			A	0.00

Tabla 5.31: Resumen metrado de patologías tramo Huanta - Mainay.

Fuente:(Elaboración propia).

UM	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	VDT O MAX VDC	PCI	CONDICION
UM 01	0+000.00	0+025.00	28.63	71.37	MUY BUENO
UM 02	0+025.00	0+050.00	25.63	74.37	MUY BUENO
UM 03	0+050.00	0+075.00	33.30	66.70	BUENO
UM 04	0+075.00	0+100.00	56.06	43.94	REGULAR
UM 05	0+100.00	0+125.00	55.36	44.64	REGULAR
UM 06	0+125.00	0+150.00	66.87	33.13	MALO
UM 07	0+150.00	0+175.00	50.24	49.76	REGULAR
UM 08	0+175.00	0+200.00	63.45	36.55	MALO
UM 09	0+200.00	0+225.00	57.76	42.24	REGULAR
UM 10	0+225.00	0+250.00	48.04	51.96	REGULAR
UM 11	0+250.00	0+275.00	46.11	53.89	REGULAR
UM 12	0+275.00	0+300.00	51.50	48.50	REGULAR
UM 13	0+300.00	0+325.00	52.09	47.91	REGULAR
UM 14	0+325.00	0+350.00	51.19	48.81	REGULAR
UM 15	0+350.00	0+375.00	47.92	52.08	REGULAR
UM 16	0+375.00	0+400.00	39.70	60.30	BUENO
UM 17	0+400.00	0+425.00	48.77	51.23	REGULAR
UM 18	0+425.00	0+450.00	45.80	54.20	REGULAR
UM 19	0+450.00	0+475.00	35.05	64.95	BUENO
UM 20	0+475.00	0+500.00	59.42	40.58	REGULAR
UM 21	0+500.00	0+525.00	54.31	45.69	REGULAR
UM 22	0+525.00	0+550.00	56.77	43.23	REGULAR
UM 23	0+550.00	0+575.00	40.19	59.81	BUENO
UM 24	0+575.00	0+600.00	55.05	44.95	REGULAR
UM 25	0+600.00	0+625.00	58.82	41.18	REGULAR
UM 26	0+625.00	0+650.00	30.89	69.11	BUENO
UM 27	0+650.00	0+675.00	51.73	48.27	REGULAR
UM 28	0+675.00	0+700.00	71.53	28.47	MALO
UM 29	0+700.00	0+725.00	69.09	30.91	MALO
UM 30	0+725.00	0+750.00	39.70	60.30	BUENO
UM 31	0+750.00	0+775.00	48.77	51.23	REGULAR
UM 32	0+775.00	0+800.00	45.87	54.13	REGULAR
UM 33	0+800.00	0+825.00	45.80	54.20	REGULAR
UM 34	0+825.00	0+850.00	35.05	64.95	BUENO
UM 35	0+850.00	0+875.00	59.42	40.58	REGULAR
UM 36	0+875.00	0+900.00	54.31	45.69	REGULAR
UM 37	0+900.00	0+925.00	56.77	43.23	REGULAR
UM 38	0+925.00	0+950.00	40.19	59.81	BUENO
UM 39	0+950.00	0+975.00	55.05	44.95	REGULAR
UM 40	0+975.00	1+000.00	58.82	41.18	REGULAR

Tabla 5.32: Índice de condición (PCI) tramo Ayacucho – Totorilla.

Fuente:(Elaboración propia).

UM	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	VDT O MAX VDC	PCI	CONDICION
UM 41	1+000.00	1+025.00	30.89	69.11	BUENO
UM 42	1+025.00	1+050.00	51.73	48.27	REGULAR
UM 43	1+050.00	1+075.00	71.53	28.47	MALO
UM 44	1+075.00	1+100.00	69.09	30.91	MALO
UM 45	1+100.00	1+125.00	55.40	44.60	REGULAR
UM 46	1+125.00	1+150.00	69.19	30.81	MALO
UM 47	1+150.00	1+175.00	47.72	52.28	REGULAR
UM 48	1+175.00	1+200.00	47.80	52.20	REGULAR
UM 49	1+200.00	1+225.00	48.74	51.26	REGULAR
UM 50	1+225.00	1+250.00	46.85	53.15	REGULAR
UM 51	1+250.00	1+275.00	46.66	53.34	REGULAR
UM 52	1+275.00	1+300.00	46.40	53.60	REGULAR
UM 53	1+300.00	1+325.00	58.65	41.35	REGULAR
UM 54	1+325.00	1+350.00	35.43	64.57	BUENO
UM 55	1+350.00	1+375.00	35.68	64.32	BUENO
UM 56	1+375.00	1+400.00	45.88	54.12	REGULAR
UM 57	1+400.00	1+425.00	51.98	48.02	REGULAR
UM 58	1+425.00	1+450.00	46.86	53.14	REGULAR
UM 59	1+450.00	1+475.00	28.00	72.00	MUY BUENO
UM 60	1+475.00	1+500.00	55.04	44.96	REGULAR
UM 61	1+500.00	1+525.00	31.56	68.44	BUENO
UM 62	1+525.00	1+550.00	43.66	56.34	BUENO
UM 63	1+550.00	1+575.00	32.02	67.98	BUENO
UM 64	1+575.00	1+600.00	39.44	60.56	BUENO
UM 65	1+600.00	1+625.00	49.02	50.98	REGULAR
UM 66	1+625.00	1+650.00	29.38	70.62	MUY BUENO
UM 67	1+650.00	1+675.00	45.11	54.89	REGULAR
UM 68	1+675.00	1+700.00	38.55	61.45	BUENO
UM 69	1+700.00	1+725.00	44.33	55.67	BUENO
UM 70	1+725.00	1+750.00	29.38	70.62	MUY BUENO
UM 71	1+750.00	1+775.00	44.33	55.67	BUENO
UM 72	1+775.00	1+800.00	46.52	53.48	REGULAR
UM 73	1+800.00	1+825.00	42.32	57.68	BUENO
UM 74	1+825.00	1+850.00	32.30	67.70	BUENO
UM 75	1+850.00	1+875.00	65.45	34.55	MALO
UM 76	1+875.00	1+900.00	35.60	64.40	BUENO
UM 77	1+900.00	1+925.00	45.26	54.74	REGULAR
UM 78	1+925.00	1+950.00	53.65	46.35	REGULAR
UM 79	1+950.00	1+975.00	68.23	31.77	MALO
UM 80	1+975.00	2+000.00	62.53	37.47	MALO

Tabla 5.33: Índice de condición (PCI) tramo Ayacucho – Totorilla.

Fuente:(Elaboración propia).

### 5.2.3 Condición del pavimento:

Obtenido el Índice de Condición de Pavimento de las 80 unidades de muestra de la vía tramo Huanta - Mainay (Longitud 2.00km), se puede conocer el estado de condición que presenta cada una de estas. Sin embargo, para poder definir en qué condición se encuentra la vía en su totalidad, primero se obtendrá un índice de condición (PCI) promedio por kilómetro y posteriormente se definirá la condición que presenta de manera general el pavimento flexible existente.

N°	INICIO	FINAL	PCI	CONDICION
1	0+000.00	0+500.00	69.90	BUENO
2	0+500.00	1+000.00	60.21	BUENO
3	1+000.00	1+500.00	47.49	REGULAR
4	1+500.00	2+000.00	39.90	MALO
<b>PCI promedio</b>			<b>54.38</b>	<b>REGULAR</b>

Tabla 5.34: PCI promedio y condición de pavimento vía Huanta – Mainay.

Fuente:(Elaboración propia).

En la tabla anterior, se puede observar a detalle la condición de pavimento que presenta cada kilómetro a lo largo de todo el tramo Huanta - Mainay (Longitud 2.00km). El primer tramo (0+000 – 0+500) se tiene un PCI promedio de 69.90, por lo tanto, presenta un estado de pavimento en BUENA condición. El segundo tramo (0+500 – 1+000) presenta un PCI promedio de 60.21, con un estado de pavimento de BUENA condición. El tercer y cuarto tramo (1+000 – 1+500) (1+500 – 2+000); tienen un PCI promedio de 47.49 y 39.90 respectivamente, ambos presentando un estado de pavimento en REGULAR Y MALA condición respectivamente. Por lo tanto, se calcula que en general el PCI (índice de condición) de la vía Huanta - Mainay (Longitud 2.00km) es de 54.38, definiendo que la vía en estudio presenta un estado de pavimento en REGULAR condición. En la tabla 17, se presentan los porcentajes obtenidos por cada tipo de condición de pavimento encontrado a lo largo de la vía Huanta - Mainay (Longitud 2.00km).

CONDICION	UNIDADES DE MUESTREO	LONGITUD (M)	PORCENTAJE (%)
EXCELENTE	0	0	0%
MUY BUENO	2	50	3%
BUENO	30	750	34%
REGULAR	37	925	49%
MALO	7	175	9%
MUY MALO	4	100	5%
FALLADO	0	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>2000</b>	<b>100%</b>

Tabla 5.35: Porcentajes de condición del pavimento Huanta - Mainay.

Fuente:(Elaboración propia).

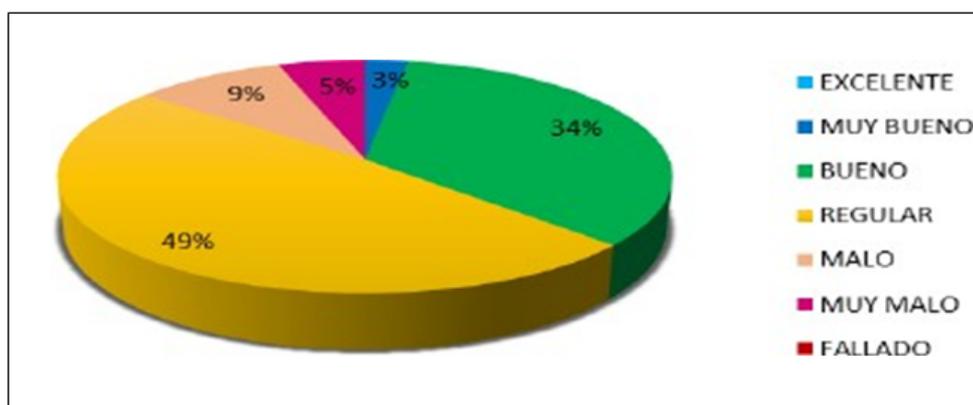


Figura 5.22: Porcentajes de condición del pavimento Huanta - Mainay.

Fuente:(Elaboración propia).

## 5.2.4 Resultados obtenidos por el cálculo del PCI:

En base a los métodos de cálculo realizados se optó por tomar el resultado del promedio de cálculo del PCI, el cual nos dice que el diagnóstico del estado situacional de la vía en estudio es Regular debido a un PCI de 54.38. Por lo tanto, en la siguiente tabla se presenta la categoría de mantenimiento.

Condición Actual	Descripción	Categoría de Mantenimiento
Excelente	Pavimento en condición muy buena. Circulación muy confortable; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento preventivo. No hay defectos de superficie o agrietamientos de ningún tipo.	Mantenimiento Rutinario Preventivo
Buena	Pavimento en condición buena. Circulación cómoda, con fallas incipientes como: depresiones debidas a pequeñas deformaciones, defectos y/o agrietamientos de superficie intermitentes (bajo a moderado) que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.	Mantenimiento Rutinario y/o Periódico Correctivo Reparación menor localizada de deterioros de las vías sujeto a tratamientos superficiales diversos.
Regular	Pavimento en condiciones dudosa o regular. Circulación aceptable, con fallas evidentes como: depresiones intermitentes a frecuentes debidas a deformaciones de la superficie, defectos y agrietamientos de la superficie moderados, intermitentes a frecuentes, se pueden presentar niveles bajos de piel de cocodrilo localizado, estas fallas requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes o intensivos y probablemente una rehabilitación a mediano plazo.	Mantenimiento Intensivo. Para mantener el nivel de serviciabilidad. Candidato para mantenimiento intensivo mayor. Candidato para rehabilitación en 5 años. Este nivel comprende tres tipos de acciones: 1. Condición dudosa mantenimiento intensivo mayor. 2. Sellado de superficie. 3. Recapado delgado con elementos de control de fisuras reflejas.
Mala	Pavimento en condición deficiente. La circulación es apenas aceptable, presenta fallas en proceso de generación como: depresiones frecuentes debido a deformaciones moderadas a severas de la superficie, defectos y agrietamientos de superficie frecuentes moderados a severos. Piel de cocodrilo localizado a niveles bajo a moderado, estas fallas requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles. En otras ocasiones el pavimento presenta fallas como: depresiones frecuentes a extensas debidas a defectos y/o agrietamientos moderados a severos de superficie, frecuentes a extensos. Piel de cocodrilo baja o moderada frecuente a extensas, estas fallas requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.	- Mantenimiento de Rehabilitación con refuerzo estructural, es el mantenimiento correctivo que retarda el deterioro rápido del nivel de serviciabilidad. Candidato para rehabilitación en 3-5 años. - Dada la condición será necesario en ciertos casos efectuar el mantenimiento de Rehabilitación con Reconstrucción, a fin de preservar el mantenimiento de la seguridad y los niveles mínimos de serviciabilidad. Rehabilitar según la intensidad de uso, inmediatamente o dentro de un período de tres años.

Tabla 5.36: Categoría de mantenimiento sugerido.

Fuente:(Vásquez ).

## VI. CONCLUSIONES.

- a) En la inspección visual y diagnóstico vial realizado al tramo en estudio, se concluye que el estado actual del pavimento de la vía Huanta - Mainay (Longitud 2.00km), “se encuentra en un estado REGULAR debido a un valor de PCI de 54.38”, según los rangos de clasificación.
- b) Las patologías encontradas en el diagnóstico de la vía fueron: “Piel de Cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Abultamiento y hundimiento, corrugación, grieta de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo, pulimiento de agregado, huecos, ahuellamientos, y desprendimientos de agregados”.
- c) Las causas principales de las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía son principalmente: “la condición climática de la zona, las cargas de tránsito, entre otros factores no identificados que pudieron influir en el deterioro”.
- d) En cuanto a las fallas longitudinales y transversales “podrían ser producidas como consecuencia de algunas deficiencias durante el proceso constructivo y el alto tránsito; las grietas longitudinales han sido originadas por contracción de la mezcla asfáltica por endurecimiento del bitumen y por acción de tránsito seccionada, en tanto las grietas transversales han sido originadas por insuficiente espesor de pavimento, falta de sobre ancho de las capas inferiores de los bordes, pérdida de flexibilidad debido al exceso de filler y envejecimiento del asfalto”.

- e) Debido al resultado de PCI de la vía y con su Diagnostico Regular, “podemos indicar que el pavimento se encuentra en condiciones de circulación normal, pero que perjudican el tránsito de los vehículos, y no brinda un adecuado confort a los mismos como también a los conductores y pasajeros”.
  
- f) Según la categoría de mantenimiento sugerido según condición actual de las vías, para un “ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO REGULAR, se debe de realizar un MANTENIMIENTO INTENSIVO”.

## ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

- Teniendo como resultado un “Índice de Condición de Pavimento Regular”, “se recomienda realizar una Rehabilitación Integral de la Vía en estudio, ya que se necesita hacer que nuestra vía vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil”.
- Se debe realizar el mantenimiento de las obras de drenaje, “para evitar la colmatación y sedimentación a lo largo de la vía como son cunetas, badenes, alcantarillas”.
- Realizar un buen proceso constructivo en la rehabilitación de la vía, “para así evitar las fallas longitudinales y transversales”.
- Para una mayor precisión en los resultados se recomienda tomar todas las unidades de muestra en el cálculo del PCI.
- Se recomienda un monitoreo continuo del PCI, “que sirve para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifica con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía”.
- Es necesario utilizar equipo de seguridad en el trabajo de campo como son “chalecos reflectantes, cascos, mascarillas, cintas de seguridad, ya que la inspección visual es un trabajo con peligro de transito constante y polvo”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Félix Balvin. Evaluación del estado actual del pavimento flexible ubicado en el distrito de ayacucho provincia de huamanga departamento de ayacucho. *Tesis de titulación*), Universidad Católica los Angeles de Chimbote, 2013.
- [2] Roger Jhoel Palomino Suarez. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido en el jiron abraham valdelomar y ciro alegría, distrito de jesus nazareno, provincia huamanga, departamento de ayacucho, junio–2015. *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote*, 2017.
- [3] Juan Ruben Cardenas Riveros. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida carlos la torre cortéz, distrito de huanta, provincia de huanta, región ayacucho–agosto 2016. *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote*, 2017.
- [4] Flor Carla Yvala Flores. Evaluación económica en el ciclo de vida del pavimento rígido y flexible en las vías arteriales y colectoras del distrito de ayacucho. *Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.*, 2019.
- [5] Adolfo Emilio Sánchez Chávez. 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, año 2016. *Universidad Privada de Trujillo*, 2016.
- [6] Greysi Emperatriz Santos Ramírez. Determinación de las causas que originan las patologías en el pavimento flexible del pueblo joven florida baja provincia del santa, distrito chimbote-2016. *Universidad César Vallejo*, 2019.
- [7] Lucy Vanessa Torres Portella. Evaluación superficial del pavimento rígido aplicando el método pavement condition index (pci), en las calles del distrito de yanama–yungay, región ancash. *Universidad César Vallejo*, 2018.
- [8] Edgar Rodríguez Velásquez. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. luis montero, distrito de castilla. *Universidad de Piura*, 2012.
- [9] Wendy Diana Espinoza Carhuacusma. Evaluación de patologías en pavimento flexible para proponer intervención correctiva mediante visualización in situ en av. las torres, lurigancho 2018. *Universidad César Vallejo*, 2018.

- [10] Paola Beatriz Leguía Loarte and Hans Fernando Pacheco Risco. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: Cincuentenario, colón y miguel grau (huacho-huaura-lima). *Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.*, 2016.
- [11] Armando Medina Palacios and Marcos De la Cruz Puma. Evaluación superficial del pavimento flexible del jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del pci. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*, 2015.
- [12] Giuliana Barraza Eléspuru. Resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles: propuesta de norma peruana. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*, 2004.
- [13] Anghelo Alexis Salazar Tello. Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método pci, para mejorar la transitabilidad de la carretera pomalca-tumán. *Universidad César Vallejo*, 2019.
- [14] Miranda Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. *Universidad Austral de Chile” Valdivia, Chile,[Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil]*, 2010.
- [15] Elkin Peñuela Bejarano and Julio José Sossa Espitia. Patologías mecánicas presentes en los puentes vehiculares de la localidad de Fontibón. *Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. BOGOTÁ DC, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA*, 2015.
- [16] Rafael Osuna. Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 2002.
- [17] Santiago Javier Terán Terán and Kevin Fernando Vásquez Albaracín. Inventario, evaluación y propuesta de mejoramiento de los pavimentos de las vías internas de la ciudadela universitaria de la Universidad Central del Ecuador. *Quito: UCE*, 2019.
- [18] Christian Rolando Armijos Salinas. Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. *Loja: UTPL*, 2009.
- [19] Robert I Pratt, South Carolina, Norman H Roush, West Virginia, Wendel T Ruff, Mississippi Monte E Schneider, and South Dakota. American association of state highway and transportation officials. *Officials. EE.UU.*, 2000.
- [20] ALFONSO MONTEJO Fonseca. *Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*. Bogota DC: Stella Valbuena de Fierro, 2006.
- [21] L Berger. Manual para la evaluación estructural de pavimentos por métodos no destructivos, Lima - Perú. *Lima - Perú, MTC*, 1989.
- [22] José Wilfredo Gutiérrez Lazares. Modelación geotécnica de pavimentos flexibles con fines de análisis y diseño en el Perú. *Universidad Nacional de Ingeniería*, 2007.

- [23] Luis Ricardo Vásquez Varela. Pavement condition index (pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. *Documentos. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, Ingeniería de Pavimentos, 2002.*

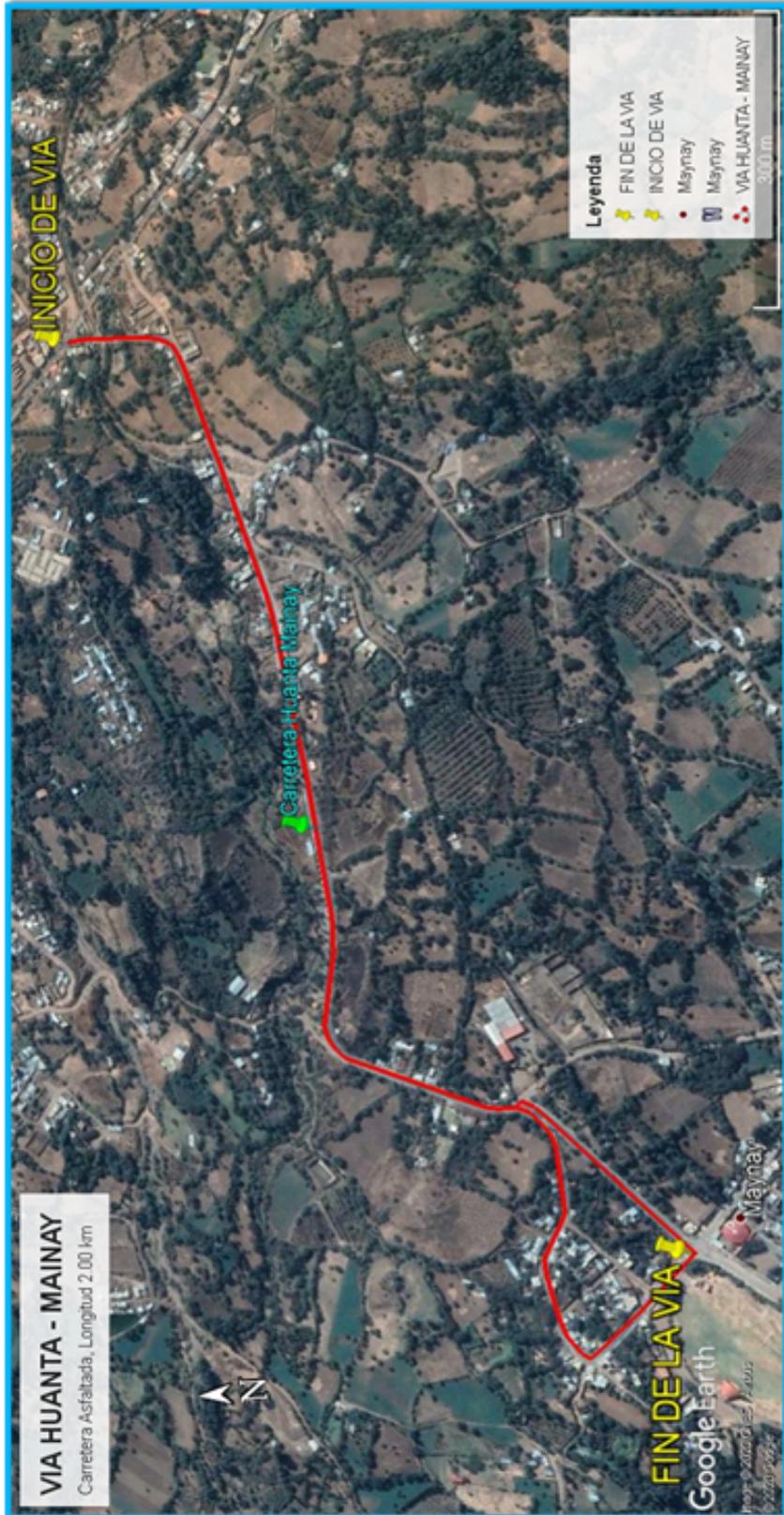
## **ANEXOS**

## **Anexo 1: Localización del proyecto.**









## **Anexo 2: Fotos descriptivas.**



**Fotografía 1:** *Vía con parche.*



**Fotografía 2:** *Vía con desprendimiento de agregados.*



**Fotografía 3:** *Vía con hueco.*



**Fotografía 4:** *Vía con Pulimiento de Agregados.*



**Fotografía 5:** *Vía con parche.*

# TESIS

---

## ORIGINALITY REPORT

---

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

---

## PRIMARY SOURCES

---

1

[pt.slideshare.net](https://pt.slideshare.net)

Internet Source

5%

2

[documents.tips](https://documents.tips)

Internet Source

4%

---

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 4%