

---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS  
PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA  
CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS  
KM. 0+500 AL KM. 1+600 DE LA PROVINCIA DE  
HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO-  
2018.**

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

**AUTOR:**

**PILLACA ROJAS, EDITH  
ORCID: 0000-0003-0696-1518**

**ASESOR:**

**RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER  
ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**AYACUCHO - PERÚ  
2020**

# **TÍTULO DE LA TESIS**

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM. 0+500 AL KM. 1+600 DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO- 2018.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Pillaca Rojas, Edith  
ORCID: 0000-0003-0696-1518  
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**

Primeramente, agradezco a dios por protegerme y derramar sus bendiciones en mi hogar.

A toda mi familia por su paciencia y apoyo que me ha brindado para el desarrollo de esta tesis, Así mismo, agradezco a todas las personas que hicieron posible para mi culminación de mi proyecto.

A todos los Catedráticos que me formaron de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Centro Académico de Ayacucho.

## **DEDICATORIA**

A mis padres que me enseñaron a ser responsables y ser un profesional competente.

A mis hijas por entenderme, brindarme su apoyo condicional para culminar mi carrera.

A mi esposo Adán Castilla que siempre me apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

## RESUMEN

---

Se planteó para la presente investigación como problema, ¿Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la carretera Emp PE-3S (Ayacucho)-Socos km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho-2018? El objetivo general es determinar y evaluar los tipos e incidencias de patologías, los objetivos específicos es determinar los tipos de patologías y analizar el índice de condición de pavimento. La metodología es de tipo descriptivo, enfoque mixto, el diseño no experimental y de corte transversal, el cual me permitió medir o cuantificar las variables de la investigación, después analicé e interprete. la población está delimita geográficamente la carretera de la carretera Emp PE-3S (Ayacucho)-Socos km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de huamanga y departamento de Ayacucho. La muestra será analizada entre las progresivas 0+500 al km. 1+600 para su evaluación. Para llevar a cabo la investigación se realizó el uso de la técnica de observación, se identificó y cuantifico las patologías por su tipo y severidad, y como instrumento se generó fichas de recolección de datos donde se registraron los datos de campo, que luego fue procesada. La investigación concluye con el resultado del estado actual del pavimento flexible con un **PCI** promedio que es **igual a 43.33** y según a la tabla de clasificación de pavimentos se determina un estado **REGULAR**.

**Palabras clave:** Incidencia, tipos de patologías.

---

## ABSTRACT

---

For the present investigation, a problem was posed: Determination and evaluation of the pathologies of the flexible pavement of the emp road? pe-3s (Ayacucho) socos km. 0 + 500 per km. 1 + 600 of the province of Huamanga and department of Ayacucho-2018? The general objective is to determine and evaluate the types and incidences of pathologies, the specific objectives are to determine the types of pathologies and to analyze the pavement condition index. The methodology is descriptive, mixed approach, non-experimental and cross-sectional design, which allowed me to measure or quantify the variables of the research, then analyzed and interpreted. the population is geographically delimited from the emp highway. pe3s (Ayacucho) -socos km. 0 + 500 per km. 1 + 600 from the province of Huamanga and department of Ayacucho. The sample will be analyzed between progressive 0 + 500 per km. 1 + 600 for evaluation. To carry out the research, the observation technique was used, pathologies were identified and quantified by their type and severity, and data collection cards were generated as an instrument where the field data were recorded, which was then processed . The investigation concludes with the result of the current state of the flexible pavement with an average **PCI** that is equal to **43.33** and according to the pavement classification table, a **REGULAR** state is determined.

**Keywords:** Incidence, types of pathologies.

---

# 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. . . . .	7
2.1.3 Antecedentes Internacionales. . . . .	14

2.2	Marco teórico. . . . .	17
2.2.1	Pavimento. . . . .	17
2.2.1.1	Clasificación de Pavimentos. . . . .	17
	A. Pavimentos Flexibles . . . . .	17
	B. Pavimentos Rígidos. . . . .	19
	C. Pavimentos Mixtos. . . . .	20
2.2.2	La Patología. . . . .	20
2.2.2.1	Patología en Pavimentos Flexibles. . . . .	20
2.2.2.2	Manual de Daños. . . . .	21
2.2.2.3	Tipos de Patologías en Pavimentos Flexibles. . . . .	22
	A. Piel de Cocodrilo. . . . .	22
	B. Exudación. . . . .	23
	C. Agrietamiento en Bloque. . . . .	24
	D. Abultamientos y Hundimientos. . . . .	25
	E. Corrugación. . . . .	26
	F. Depresión. . . . .	27
	G. Grieta de Borde. . . . .	27
	H. Grieta de Reflexión de Junta. . . . .	28
	I. Desnivel Carril / Berma. . . . .	29
	J. Grietas Longitudinales y Transversales. . . . .	30
	K. Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos. . . . .	31
	L. Pulimento de Agregados. . . . .	32
	M. Baches. . . . .	33
	N. Cruce de Vía Férrea. . . . .	34
	O. Ahuellamiento. . . . .	35
	P. Desplazamiento. . . . .	36
	Q. Grietas Parabólicas. . . . .	37
	R. Hinchamiento. . . . .	38

S. Desprendimiento de Agregados. . . . .	39
2.2.3 Índice de condición del pavimento (PCI - Pavement Condition Index) . . . . .	40
A. Terminología. . . . .	41
B. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento. . . . .	42
C. Determinación y Selección de Unidades de Muestreo. . . . .	43
D. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo. . . . .	44
E. Cálculo del PCI De una Sección del Pavimento. . . . .	46
<b>III HIPÓTESIS.</b>	<b>48</b>
3.1 Hipótesis general. . . . .	48
3.2 Hipótesis específicas. . . . .	48
<b>IV METODOLOGÍA.</b>	<b>49</b>
4.1 Diseño de la investigación. . . . .	49
4.2 Población y muestra. . . . .	49
4.2.1 Población. . . . .	49
4.2.2 Muestra. . . . .	49
4.2.3 Muestreo. . . . .	50
4.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores. . . . .	50
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. . . . .	52
4.4.1 Técnicas. . . . .	52
4.4.2 Instrumentos. . . . .	52
4.5 Plan de análisis. . . . .	52
4.6 Matriz de consistencia. . . . .	52
4.7 Principios éticos. . . . .	54
4.7.1 Protección de personas. . . . .	54
4.7.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad. . . . .	54

4.7.3	Libre participación y derecho a estar informado. . . . .	54
4.7.4	Beneficencia no Maleficencia. . . . .	55
4.7.5	Justicia. . . . .	55
4.7.6	Integridad física. . . . .	55
<b>V</b>	<b>RESULTADOS.</b>	<b>56</b>
5.1	Resultados. . . . .	56
5.2	Análisis de resultados. . . . .	93
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>97</b>
	<b>ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.</b>	<b>98</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>102</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Estructura de un pavimento flexible. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	18
2.2	Estructura del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	20
2.3	Estructura del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	20
2.4	Fallas en pavimentos flexibles. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	21
2.5	Patología piel de cocodrilo. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	23
2.6	Patología por exudación. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	24
2.7	Patología por agrietamiento en bloque. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	25
2.8	Patología por abultamiento y hundimiento. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	26
2.9	Patología por corrugación. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	26
2.10	Patología por depresión. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	27
2.11	Patología por grieta de borde. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	28
2.12	Patología por grieta de reflexión de junta. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	29
2.13	Patología por desnivel carril-berma. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	30
2.14	Patología por grietas longitudinales y transversales. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	31
2.15	Patología por parcheo. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	32
2.16	Patología por pulimento de agregados. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	32
2.17	Patología por baches. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)). . . . .	34
2.18	Patología por cruce de vía férrea. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	35
2.19	Patología por ahuellamiento. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	36
2.20	Patología por desplazamiento. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	37

2.21	Patología por Grieta parabólica. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	38
2.22	Patología por hinchamiento. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)). . . . .	39
2.23	Patología por desprendimiento de agregados. <b>Fuente:</b> (Edgar Rodriguez, (2009)).	40
2.24	Curvas de valor deducido corregido de la muestra. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)).	46
5.1	Resultado de valores deducidos para la falla tipo piel de cocodrilo encontrado en la U-1. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)). . . . .	60
5.2	Resultado de valores deducidos para la falla tipo pulimiento de los agregados encontrado en la U-1. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)). . . . .	60
5.3	Resultado de valores deducidos para falla tipo baches encontrado en la U-1. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)). . . . .	61
5.4	Resultado de valores deducidos corregidos de U-1. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)). . . . .	62
5.5	La incidencia de las patologías en U-1. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	64
5.6	La incidencia de las patologías en U-2. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	66
5.7	La incidencia de U-3. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	68
5.8	La incidencia de las patologías en U-4. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	70
5.9	La incidencia de las patologías en U-5. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	72
5.10	La incidencia de las patologías en U-6. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	74
5.11	La incidencia de las patologías en U-7. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	76
5.12	La incidencia de las patologías en U-8. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	78
5.13	La incidencia de las patologías en U-9. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	80
5.14	La incidencia de las patologías en U-10. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	82
5.15	La incidencia de las patologías en U-11. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	84
5.16	La incidencia de las patologías en U-12. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	86
5.17	La incidencia de las patologías en U-13. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	88
5.18	La incidencia de las patologías en U-14. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	90
5.19	La incidencia de las patologías en U-15. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	92

5.20 Calificación de patologías según su índice de condición. **Fuente:** Elaboración

propia. . . . . 94

## ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Nivel de severidad del bache. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)). . . . .	33
2.2	Rango de clasificación de pavimentos de los pavimentos. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)). . . . .	41
2.3	Formato del PCI para pavimentos flexibles. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	42
2.4	Longitud de la unidad de muestreo. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)). . . . .	43
4.1	Matriz de operacionalización de variables. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	51
4.2	Matriz de consistencia. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	53
5.1	UNIDAD DE MUESTRA U-1. <b>Fuente:</b> (Elaboracion propia, 2020). . . . .	57
5.2	Las patologías que presenta la U-1. <b>Fuente:</b> (Elaboracion propia, 2020). . . . .	58
5.3	Resultado del valor deducido total. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	61
5.4	Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-1. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	63
5.5	Rango de la clasificación del PCI para pavimentos flexibles. <b>Fuente:</b> (Luis Vásquez, (2002)). . . . .	63
5.6	UNIDAD DE MUESTRA U-2. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	65
5.7	Resumen del CDV de U-2. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	66
5.8	UNIDAD DE MUESTRA U-3. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	67
5.9	Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-3. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	68
5.10	UNIDAD DE MUESTRA U-4. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	69
5.11	Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-4. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	70
5.12	UNIDAD DE MUESTRA U-5. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	71
5.13	Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-5. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	72

5.14 UNIDAD DE MUESTRA U-6. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	73
5.15 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-6. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. .	74
5.16 UNIDAD DE MUESTRA U-7. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	75
5.17 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-7. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. .	76
5.18 UNIDAD DE MUESTRA U-8. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	77
5.19 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-8. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. .	78
5.20 UNIDAD DE MUESTRA U-9. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	79
5.21 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-9. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. .	80
5.22 UNIDAD DE MUESTRA U-10. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	81
5.23 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-10. <b>Fuente:</b> Elaboración propia.	82
5.24 UNIDAD DE MUESTRA U-11. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	83
5.25 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-11. <b>Fuente:</b> Elaboración propia.	84
5.26 UNIDAD DE MUESTRA U-12. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	85
5.27 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-12. <b>Fuente:</b> Elaboración propia.	86
5.28 UNIDAD DE MUESTRA U-13. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	87
5.29 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-13. <b>Fuente:</b> Elaboración propia.	88
5.30 UNIDAD DE MUESTRA U-14. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	89
5.31 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-14. <b>Fuente:</b> Elaboración propia.	90
5.32 UNIDAD DE MUESTRA U-15. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	91
5.33 Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-15. <b>Fuente:</b> Elaboración propia.	92
5.34 Resumen de los resultados. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	93
5.35 Calificación de patologías. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	94

# **I. INTRODUCCIÓN.**

En la actualidad el tráfico en el mundo y en el Perú es un problema, la falta de formalidad y ética de los conductores, ha generado el desgaste y daño de las vías, por lo que requiere reparación parcial o total.

En la carretera Emp PE-3S (Ayacucho)-Socos km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, presenta fallas estructurales por el uso vehicular de exceso por carga pesada. La carpeta asfáltica a simple vista presenta grietas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo, baches, desprendimiento de agregados y pulimento de agregado. Por ello, se desconoce el estado actual de la vía y se aplicara métodos que determina el grado de daño de la estructura vial.

La pregunta de investigación es la siguiente ¿Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la carretera Emp PE-3S (Ayacucho)-Socos km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho-2018?

De acuerdo a la pregunta de la investigación planteada, el objetivo general - es determinar y evaluar los tipos e incidencias de patologías pavimento flexible de la carretera Emp PE-3S (Ayacucho)-Socos.

Los objetivos específicos es determinar los tipos de patologías y analizar el índice de condición de pavimento.

La investigación se justifica para conocer cuál es el estado actual y la condición del pavimento flexible de la carretera la Emp PE-3S (Ayacucho)-Socos km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. Para ello mostrare el porcentaje de afectación de cada tipo de falla. Además, el informe servirá como aporte en el planteamiento de reparación o reconstrucción que pudieran ejecutar

la municipalidad de Huamanga.

El nivel de investigación es descriptivo porque da a conocer el estado actual del pavimento, sin poder alterarla. El tipo de investigación es no experimental puesto que se estudia el daño del pavimento y será analizada sin poder acudir al laboratorio. El corte es transversal puesto que será analizado los meses de setiembre de 2019. Por ello se seguirá el análisis del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para evaluar las patologías. Este análisis es realizado para la preparar un plan de reparación del pavimento flexible. En el desarrollo de la investigación se hizo de manera manual y empleando una plantilla de cálculo de Excel para el procesamiento de los datos. La población para la presente investigación es dada por la región que delimita la carretera Emp PE-3S (Ayacucho)-Socos km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de huamanga y departamento de Ayacucho. La muestra analizada de la carretera Emp PE-3S (Ayacucho)-Socos km. 0+500 al km. 1+600 para su evaluación.

La investigación concluye con el resultado del estado actual del pavimento flexible con un PCI promedio que es igual a **43.33** y según a la Tabla de clasificación de pavimentos se determina un estado **REGULAR**.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

### 2.1 Antecedentes.

#### 2.1.1 Antecedentes Locales.

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 [1].

- **Objetivos:** Determinar el PCI y la condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho al mes de agosto del año 2016.
- **Metodología:** La metodología es de tipo descriptivo, no experimental y cuantitativo de corte transversal.
- **Resultados:** Los resultados nos dan un dato referencial del estado situacional de la condición funcional que tiene cada unidad muestral y que influyen en la necesidad de generar un resultado global, para ello se adjunta el cuadro de valores resultantes de las 16 unidades muestrales, luego de la evaluación final, cuya severidad de fallas están en la clasificación de incidencias medio a alto y cuyo rango promedio final del PCI es de 34, resultando en su clasificación como un Pavimento Malo.

- **Conclusión:** Se concluyó con los cálculos realizados en el presente trabajo de tesis, para la determinación del índice de condición operacional a través del método (PCI), en las 16 unidades muestrales del pavimento flexible de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta y región de Ayacucho, nos ha reportado un valor promedio de  $PCI = 34$ , clasificándonos como un pavimento en estado de conservación MALO, según la tabla de clasificación de fallas y que para su puesta en operación requiere de permanentes mejoras que generan mayores gastos de mantenimiento para un pavimento cuya vida útil del proyecto ha superado los 15 años de servicio, y cuyos mantenimientos periódicos no se han proyectado con regularidad.

#### EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LAS VÍAS ARTERIALES Y COLECTORAS DEL DISTRITO DE AYACUCHO [2].

- **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:** La metodología fue de tipo descriptivo, correlacional, explicativa y no experimental.
- **Resultados:** Los resultados nos muestran el costo de construcción de pavimentos flexibles, en todos los casos evaluados bordean el 83.7 % del costo de construcción del pavimento rígido, montos que consideran la construcción de la base, sub base y la capa superficial, además de ello en todos los casos, tanto el costo por conservación y mantenimiento como el COV en el pavimento flexible es mayor al del pavimento rígido.
- **Conclusión:** Se concluyó a partir del Valor Actual Neto (VAN) obtenido para los pavimentos propuestos en las vías analizadas, 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.

### DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO CON GEOMALLAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO [3].

- **Objetivos:** Realizar el diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para reducir los espesores de la estructura del pavimento.
- **Metodología:** La metodología que se empleara se basará en las normas AASHTO, el tipo de investigación será cuantitativo, el nivel de la investigación sera descriptivo - explicativo.
- **Resultados:** Los resultados nos muestran que el modelo de pavimento flexible reforzado e idealizado en 2D mediante el Software Plaxis versión 2012, ha servido para verificar y contrastar nuestras hipótesis sobre la reducción de la estructura, donde para una sección de 20 cm de base, 25 cm de subbase reforzada con geomalla entre la base Granular, tiene una deformación vertical que varia 86 en 0.27 mm al del pavimento de 25 cm de base, 35 cm de subbase, sin refuerzo y bajo las mismas condiciones. El diseño con el coeficiente LCR y TBR, muestra unos resultados muy próximos y que para fines constructivos se considera 15 cm para la capa Base y 20 cm para la capa subbase, este diseño puede ser respaldado por los diseños hechos por Maccaferri y Tensar, mientras que Pavco tiene limitaciones pues reduce la estructura del pavimento arbitrariamente, proporcionando espesores finales.
- **Conclusión:** Se concluye que si bien usamos la metodología del AASHTO R-50 para reducir la estructura del pavimento donde no se toma en cuenta la capa sub base, Berg(2000), Cam88 paña(2011), Zornberg(2010) y Han(2015) realizan diseños del mismo modo, no obstante para considerar la capa sub base realizan

un artificio donde la posición final de la geomalla será entre la base y sub base, sin embargo al ser solo un artificio discrepamos la ubicación que se le da, pues debería de considerarse entre la capa subbase y la subrasante.

PROGRAMACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD PARA MOVIMIENTO DE TIERRA EN UNA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA POR PRECIOS UNITARIOS BAJO UN ENFOQUE PMBOK : IMPACTO EN EL ALCANCE , TIEMPO Y COSTO [4].

- **Objetivos:** Automatizar un sistema de medición de productividad para movimiento de tierra en la construcción de una carretera que nos proporcione la información necesaria para sustentar la evaluación de las mediciones de su desempeño y avance.
- **Metodología:** La metodología de la investigación es de tipo aplicada o tecnológica por su aplicación de conocimientos en la práctica y un nivel de investigación descriptivo y correlacional! por la descripción de un fenómeno en estudio y la relación de sus variables.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que se desarrollo un programa informático denominado MepCat que reporta el informe de productividad el cual describe cuantitativamente los parámetros escogidos para ser sustento de la evaluación del desempeño y avance en movimiento de tierra previa utilización de la técnica de valor ganado.
- **Conclusión:** Se concluyó que utilizar la Guía del PMBOK y su herramienta la técnica de valor ganado fue, el eje de esta investigación pues de su aplicación se origina el informe de productividad , es una herramienta muy poderosa e indispensable en la gestión de proyectos.

## 2.1.2 Antecedentes Nacionales.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE LIMA DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRO, DISTRITO PIURA, PROVINCIA DE PIURA Y DEPARTAMENTO DE PIURA [5].

- **Objetivos:** Evaluar y determinar las incidencias de las patologías existentes en el pavimento flexible, cuenta una longitud de 800m y un ancho de calzada de 6m con un área de 4800m<sup>2</sup> de pavimento asfáltico a evaluar.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: El PCI de todo el pavimento es el promedio de todas las unidades de muestreo, donde se obtuvo que el pavimento flexible de la calle lima tiene un índice de 57.21 donde podemos decir que su estado del pavimento de la calle Lima es bueno.
- **Conclusión:** Se concluyó que las patologías como mayor incidencia en el pavimento asfáltico de la calle Lima del A.H. San Pedro del distrito Piura de la provincia de Piura son: f) Pulimento de agregados con un 11.84% de afectación, h) Ahuellamiento con un 3.98% de afectación, i) Desprendimiento de agregados con un 6.5% de afectación.

ANÁLISIS PATOLÓGICO DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE LORETO CUADRA 4 A LA 6- PIURA, 2015 [6].

- **Objetivos:** Analizar las patologías de la superficie del pavimento flexible en la calle Loreto cuadra 4 a la 6 del distrito de Piura, provincia de Piura, departamento de Piura.

- **Metodología:** La metodología optada es el método del PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la calle Loreto.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que la calle Loreto cuadra 4 a la 6 tiene un pavimento de estado bueno, con un PCI ponderado igual a 63.
- **Conclusión:** Se concluye esta condición del pavimento se debe gracias a las obras de reparación realizadas el año 2008 que han aminorado la formación de fallas estructurales. La mayoría de ellas son fallas de tipo funcional, que no afectan el tránsito normal de vehículos, por lo que no es necesario disminuir la velocidad libre y no son percibidas por el conductor.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. CHULUCANAS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM. 0+000 AL KM. 0+670 DEL DISTRITO VEINTISÉIS DE OCTUBRE, PROVINCIA DE PIURA Y DEPARTAMENTO DE PIURA [7].

- **Objetivos:** Evaluar y determinar las patologías del pavimento flexible de Av. Chulucanas entre las progresivas Km.0+000 al Km.0+670 a partir del estudio visual, descriptivo y de tipo transversal para la evaluación de las incidencias patológicas.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: el pavimento presenta un daño estructural debido al inadecuado diseño. También se debe por falta de mantenimiento en tres categorías como las operaciones rutinarias, operaciones periódicas y aplicación de operaciones de restauración. Por ello, ante el desconocimiento del estado actual de la vía se aplica el PCI para poder determinar y evaluar las fallas que presentan las estructuras del pavimento.

- **Conclusión:** Se concluye que el método de Índice de condición del pavimento (PCI) del resultado de un 56.14% el estado de la vía. Esto significa que pavimento flexible se encuentra en buenas condiciones y la patología con mayor incidencia son las grietas.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL ASFALTO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN FRANCISCO BOLOGNESI DEL DISTRITO DE SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN [8].

- **Objetivos:** Determinar y evaluar las patologías del asfalto con el índice de condición (PCI). Se investigó 312 metros lineales para poder identificar las fallas en el pavimento y cuantificarlo para conocer el estado actual de la vía.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: no se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10), pavimentos en estado muy malo (PCI entre 10 y 25), pavimentos en estado muy bueno (PCI entre 70 y 85), ni excelentes (PCI entre 85 y 100).
- **Conclusión:** Se concluye que la Unidad de Muestra U-01 presento que el pavimento investigado se encuentra en un estado bueno (PCI igual a 66), mientras que la unidad U-02 mostro un estado malo (PCI igual a 34). A diferencia de la unidad muestra U-03 mostro un estado regular (PCI igual a 52).

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE

RODADURA DE LA CALLE TUPAC AMARU CUADRAS 1, 2, 3, 4 Y 5, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO [9].

- **Objetivos:** Determinar y evaluar las patologías del pavimento flexible y obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: los tipos de patologías que se encontraron a través de 9 unidades de muestras de la Calle Túpac Amaru dando como resultado los siguientes cifras, con 3.08% abultamientos y hundimientos de severidad media, con 0.32% abultamientos y hundimientos de severidad baja, con 2.21 grietas longitudinales y transversales de severidad media, con 0.62 grietas longitudinales y transversales de severidad baja, los parcheos con 1.64% de severidad media, con 0.52 parcheos con 0.52% de severidad baja, los huecos de severidad media con 9.89 y huecos de severidad baja con un 0.16% de daño.
- **Conclusión:** Se concluye que las muestras UM-01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 y 09 son de fallas estructurales de media y baja densidad.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. MARCAVELICA CON PROLONGACIÓN MIGUEL GRAU Y AV. CIRCUNVALACIÓN - PIURA [10].

- **Objetivos:** Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Marcavelica, evaluar la condición operacional de la superficie de la pista de la Avenida Marcavelica, distrito de Piura.

- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: la pista se encuentra en malas condiciones como las diferentes causas y variados orígenes trae el deterioro del pavimento. En la Av. Marcavelica estos casos se observa como en la mayoría de las obras por mala construcción de los pavimentos.
- **Conclusión:** Se concluye que con el desprendimiento de los agregados es de 33.66%, los baches es de 7.64%, las grietas longitudinales y transversales es de 0.67%, parcheo de 0.43%, abultamientos y hundimientos es de 0.38% y el ahuellamiento es de 0.06%.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS DE LA CAPA DE RODADURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE NICOLAS DE PIEROLA CUADRA 4 Y 5, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA [11].

- **Objetivos:** Reconocer las deficiencias que sufren los pavimentos flexibles y rígidos y dar respuestas a la protección y restauración del mismo, al menor costo y con el resultado más productivo y concebible.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: Las fallas más representativas y dañinas que se encontraron en todas las unidades de muestra son; la peladura por intemperismo, debido a las altas temperaturas que siempre están en el norte del país; los baches, debido al mal proceso constructivo del pavimento o a las excesivas cargas que no van acorde al diseño del pavimento.

- **Conclusión:** Se concluyó que el actual estado del pavimento de la calle, cuadras cuatro y cinco, están en un mal estado, el mismo, ha sufrido constantemente cargas de vehículos pesados durante un buen periodo (aprox. 10 a 15 años).

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA PISTA DE AEROPUERTO DEL AERÓDROMO “MANUEL PRADO” - DISTRITO DE MAZAMARI, PROVINCIA DE SATIPO, REGION JUNIN, AGOSTO - 2015 [12].

- **Objetivos:** Determinar y Evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la Pista de Aeropuerto del Aeródromo “Manuel Prado” del distrito de Mazamari Provincia de Satipo región Junín.
- **Metodología:** La metodología del trabajo es evaluativo visual a través de una hoja de evaluación. Se realiza un registro estadístico de las patologías y valores de PCI obtenidos de muestras de las diferentes UUMM.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: En la Sección 1 de donde se evaluó 12 unidades de Muestra, con una área de 450 m<sup>2</sup> cada muestra, siendo un total de 5,400 m<sup>2</sup>; unidades señaladas en el plano está conformada por las Unidades siguientes: 55, 52, 49, 46, 43, 40, 59, 62, 65, 68, 71 y 74; siendo su PCI = 24.78 MALO. En la Sección 2 de donde se evaluó 12 unidades de Muestra, con un área de 450 m<sup>2</sup> cada muestra, siendo un total de 5,400 m<sup>2</sup>, unidades señaladas en el plano está conformada por las Unidades siguientes: 35, 32, 29, 26, 23, 20, 79, 82, 85, 88, 91, 90 y como muestra Adicional 35; siendo su PCI= 28.88 MALO. Sección 3 de donde se evaluó 12 unidades de Muestra, con un área de 450 m<sup>2</sup> cada muestra, siendo un total de 5,400, unidades señaladas

en el plano está conformada por las Unidades siguientes: 17, 14, 11, 8, 5, 2, 97, 100, 103, 106, 109 y 111; siendo su PCI = 45.03 REGULAR.

- **Conclusión:** Se llega a la conclusión que durante la ejecución de la evaluación visual y registro, se pudo observar que los daños del pavimento evaluado, ha sido como consecuencia del resultado de los esfuerzos por la recepción de cargas permanente que ha soportado y vienen recibiendo constantemente y las condiciones climatológicas, no como consecuencia de problemas en el concreto, base de soporte y estructura o defectos de construcción.

#### DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA RAMON ROMERO DISTRITO VEINTISÉIS DE OCTUBRE – PIURA [13].

- **Objetivos:** Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre - departamento de PIURA.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: existen las siguientes fallas, las fallas de nivel de severidad bajo: Abultamientos y Hundimientos. Fallas de nivel de severidad medio: huecos. Fallas de nivel de severidad alto: desprendimiento de agregados.
- **Conclusión:** Se concluye que las patologías encontradas en esta tesis de investigación son: el 74.64% es desprendimiento de agregados, el 1.32% es huecos, el 0.90% es abultamiento y hundimiento, el 0.71% es piel de cocodrilo, el 0.28% es ahuellamiento y el 0.08% es desnivel de carril o berma.

### 2.1.3 Antecedentes Internacionales.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA CARRETERA: BARRANCA LARGA EN EL ESTADO DE OAXACA [14].

- **Objetivos:** Dar a conocer cada una de las etapas utilizadas en la elaboración de infraestructuras de transportes, empleando pavimentos flexibles, por medio de un procedimiento constructivo, estableciendo criterios y aplicando normas para su realización durante su proceso de construcción, ayudando a comprender de una manera descriptiva y viable dicho procedimiento.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados en cuanto a las comparativas realizadas entre ambos tipos de pavimentos, rígidos y flexibles, es difícil establecer que uno sea mejor que otro, ya que presentan ventajas y desventajas uno con respecto al otro, aunque ambos representan buenas opciones para construcción de carreteras.
- **Conclusión:** Concluyendo que en esta situación es difícil de establecer con claridad, pero basándose en la experiencia y por supuesto en los recursos con los que se cuenta, la gran mayoría de infraestructura carretera en México está hecha a base de pavimentos flexibles, por supuesto con su cuerpo de terraplén debidamente construido.

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES PREMEZCLADOS EN BASE A CEMENTO ASFALTICO O EMULSION ASFALTICA EN PAVIMENTOS FLEXIBLES. [15].

- **Objetivos:** Confeccionar una metodología de tratamientos superficiales premezclados en base a cemento asfáltico o emulsión asfáltica en pavimentos flexibles.

- **Metodología:** La metodología será por medio de una inspección visual para la recopilación de datos.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que el mayor problema que se tiene en el método tradicional es la cantidad de finos que contiene y que en la mayoría de los casos en que se debe aplicar el riego de sello es inevitable este problema, por lo que mediante el premexclado se puede evitar la presencia de material fino.
- **Conclusión:** Se concluye que se necesita implementar métodos para riego de sello que no sean caros, ya que a pesar de los problemas que se tienen con el método tradicional se sigue aplicando por ser un método barato en comparación con el costo que implica la construcción de un pavimento flexible.

#### CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS Y FLEXIBLES [16].

- **Objetivos:** Modernización de las vías de comunicación, promover el desarrollo social y económico.
- **Metodología:** La metodología consistió en un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron las cargas máximas reales de los vehículos son mayores a las permisibles dando como resultado una degradación y destrucción de los pavimentos más rápido que el tiempo proyectado.
- **Conclusión:** Se concluye de que no sirve de nada dar un mantenimiento a un camino que ya tiene una falla estructural; ya que en esta condición el camino ya no sirve.

#### COMPARATIVA DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA DEL KM 114+000 AL KM 127+500 [17].

- **Objetivos:** Analizar las alternativas, para la rehabilitación y ampliación con pavimento rígido comprándola con una alternativa de pavimento de tipo flexible, para elegir la alternativa más óptima.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Según los resultados obtenidos al realizar la comparativa de pavimentos del tipo flexibley del tipo rígido se observó que el pavimento flexible es más económico al momento de su construcción pero como va pasado el tiempo este tipo de pavimento requiere mayor y constante mantenimiento lo que al final de la vida útil del pavimento hace que su costo se eleve demasiado.
- **Conclusión:**En conclusión, se puede determinar que la obra va brindar un mayor auge a la zona carretera. Después de revisar el diseño del tramo en estudio se comprobó que el diseño era el adecuado para cumplir con la calidad adecuada para cumplir con la calidad deseada al menor costo posible. Al asegurar la calidad de los materiales, de diseño de la estructura de pavimento, del personal y los procedimientos constructivos se lograra un camino seguro y adecuado para los requerimientos de los usuarios que por esta autopista transiten.

#### DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS [18].

- **Objetivos:** Conocer la condición de pavimento y presentar la descripción de los tipos de pavimentos que existe en las construcciones de vías.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: los diferentes deterioros y sus causas que presenta el pavimento desde su construcción, también plantea

la aplicación de técnicas para su reparación de la construcción de obras de pavimentaciones. Se muestra los procesos constructivos de la pavimentación y para su mayor comprensión se tomó fotografías.

- **Conclusión:** se concluyó con la construcción de pavimentos en las áreas 1 y 2 para poder identificar las fallas y poder repararlas, esto nos indica las variaciones comportamientos del pavimento en los diferentes lugares.

## **2.2 Marco teórico.**

### **2.2.1 Pavimento.**

Estructura concisa o combinada que tiene una superficie normalmente lisa, predestinada al transporte de personas, animales y / o vehículos. Su disposición es una mezcla de cimientos, firmes y recubrimientos, ubicada en un terreno resistente a las cargas, a los agentes climatológicos y a los efectos abrasivos del tráfico. Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por la acción de la circulación de vehículos y las diferentes cargas en movimiento por un periodo de diseño. Cuando existe un aumento en el tráfico se produce el deterioro y pérdida de tonicidad del pavimento. De esta calidad, es necesario tener una idea clara del conocimiento del pavimento, que se mencionará a continuación [19].

#### **2.2.1.1 Clasificación de Pavimentos.**

**A. Pavimentos Flexibles** Es aquel que está conformada en la superficie de rodamiento por la carpeta asfáltica. Estas permiten la deformación de las capas inferiores sin poder fallar la estructura y está conformada por la base granular, capa subbase y subrasante. La base granular y la capa de subbase sirven para la distribución y transmisión de las cargas del tránsito, mientras que la subrasante sirve como soporte de las capas indicadas [20].

A su vez el pavimento flexible está conformada por la carpeta de asfalto y varias capas flexibles que soporta la transmisión de tensiones al terreno de apoyo. Estos lo distribuyen por medio de un mecanismo de disipación de tensiones, que gradualmente disminuyen con la profundidad [21].

El pavimento flexible es más barato en su construcción inicial, cuenta con un período de vida de entre 10 y 15 años, pero requiere mantenimiento periódico para consumarse con su vida útil.



Figura 2.1: Estructura de un pavimento flexible.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

### Los elementos que integra el pavimento flexible:

- **Sub-Rasante.**

Es la cobertura del suelo de una vía que se superpone a las estructuras de los pavimentos y se ensancha a una altura que no afectan a las cargas del diseño del tráfico esperado. El grosor del pavimento flexible depende de la característica del subsuelo, en tanto debe desempeñar con los requerimientos de severidad, impenetrabilidad e inmunidad a la expansión y contracción debido a los factores de humedad.

- **Sub-Base.**

Es la capa de la estructura de flexible que cumple la función de soporte, transmisión y la distribución con uniformidad de las cargas aplicadas sobre las superficies de rodaduras del pavimento.

- **Base Granular.**

Es la capa de pavimento, la función que cumple es la distribución y la transmisión de las cargas originadas por el tránsito. Se coloca después de la sub-base y este través después de la sub-rasante, y la capa que se coloca sobre la base granular es la capa de rodadura. Está formada de material granular de calidad y su graduación depende de la densidad, fricción interna y cohesión.

- **La Carpeta Asfáltica.**

Conocido como la superficie de rodadura está colocada sobre la base y la función es proteger la estructura del pavimento flexible. Por ello impide la desintegración de las capas subyacentes ocasionadas por el tránsito de los vehículos.

**B. Pavimentos Rígidos.** Es aquel que en la mayoría están conformados por el acero de refuerzo. Presenta en la estructura como la base (o subbase) y ésta sobre la subrasante, los cuales evita las deformaciones del pavimento. El costo es muy alto para su construcción del pavimento a diferencia del pavimento flexible con una durabilidad de 20 a 40 años. Los costos son mínimos para el mantenimiento y además el concreto resiste a las cargas debido al esfuerzo a la tensión. El diseño del espesor y la resistencia del pavimento rígido está en función de poder resistir cargas de los vehículos [20].

La estructura está conformada por capas destinada para:

- Resistir y distribuir de esfuerzos verticales ocasionados por el tráfico ante las capas del pavimento flexible.
- Mejorar las condiciones de rodadura en términos de comodidad y seguridad.
- Obtener resistencias a la tensión horizontal formando que la superficie de rodadura dure más tiempo.



Figura 2.2: Estructura del pavimento rígido.  
Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**C. Pavimentos Mixtos.** Es la mezcla de flexible y rígida, la función es de reducir la velocidad límite de los vehículos porque provocan una ligera vibración en los automóviles. La velocidad máxima permitida para el tránsito es de 60 km / h con el objetivo de garantizar la seguridad y bienestar de los beneficiarios [20].



Figura 2.3: Estructura del pavimento rígido.  
Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

## 2.2.2 La Patología.

### 2.2.2.1 Patología en Pavimentos Flexibles.

Existen dos tipos de fallas [20]:

La **falla estructural** causa los deterioros en el paquete de pavimento estructural, en las capas se disminuyen la cohesión causando daño al comportamiento ante las

cargas externas.

La **falla funcional** provoca el tránsito deteriorando la calidad de las superficies del pavimento flexible.

El método PCI detalla las fallas que siempre que son notorias en los pavimentos flexibles en zonas urbanas.



Figura 2.4: Fallas en pavimentos flexibles.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

### 2.2.2.2 Manual de Daños.

Para inspeccionar los daños del pavimento flexible, se evalúa la calidad del tránsito para conocer el nivel de severidad.

L (Bajo): aquellas vibraciones en el vehículo que no requiere una reducción de velocidad en aras de la comodidad o seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales ocasiona un ligero rebote del vehículo, produciendo poca incomodidad.

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

H (Alto): vibraciones en el vehículo excesivas se debe reducir de forma considerable la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales ocasiona un excesivo rebote del vehículo, produciendo incomodidad importante, un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

### **2.2.2.3 Tipos de Patologías en Pavimentos Flexibles.**

**A. Piel de Cocodrilo.** Es aquel que presenta fisuras interconectadas formados por polígonos irregulares, tienen una longitud máxima hasta 0.5 m de largo y de forma parecido a la piel de un cocodrilo. Se originan por tensiones altos debido a los esfuerzos y deformación unitaria, estos se presentan en el fondo del paquete asfáltico formando grietas hasta la superficie [22].

#### **Nivel de severidad.**

L (BAJO): Son grietas finas capilares y longitudinales, pero no descascaradas de forma paralela de pocas o ninguna interconectadas.

M (MEDIO): Presenta un ligero descaramiento.

H (ALTO): Son grietas que están definidos y descarados. Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.5: Patología piel de cocodrilo.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**B. Exudación.** Es una película de material bituminoso que se agranda sobre un área determinado de pavimento, estas forman superficies brillantes, resbaladizas y reflectantes [22].

La patología es originada por varios elementos, tales como: el exceso de adhesivo de asfalto en la dosificación de la mezcla, la utilización del ligante asfáltico muy blando o suave y otros. Las exudaciones suceden por la presencia de climas cálidos, se agrandan en las superficies de los pavimentos porque se llena los vacíos de mezcla para expandir este proceso no es reversible por la presencia del clima frío.

**Niveles de severidad.**

L: La exudación se presencia en grado muy ligero y se manifiesta pocos días del año.

M: La exudación presenta asfaltos que se pegan al zapato y a la rueda del vehículo por pocas semanas.

H: La exudación presenta asfaltos que se pegan al zapato y a la rueda del vehículo por varias semanas del año.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.6: Patología por exudación.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**C. Agrietamiento en Bloque.** Aquel que es originado en las partes largas del área del pavimento sin la presencia del tráfico; la fisura en los bloques es causado debido a las contracciones del concreto asfáltico y las variaciones de la temperatura [22].

**Nivel de severidad.**

L: Son de grietas de baja severidad, son parecidos por grietas longitudinales y transversales.

M: Los bloques considerados grietas de severidad media.

H: Los bloques considerados grietas de alta severidad.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.7: Patología por agrietamiento en bloque.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**D. Abultamientos y Hundimientos.** Desplazamientos pequeños y bruscos, hacia arriba y hacia abajo de la superficie del pavimento, que deforman el perfil de la vía [22].

Son originados por varios factores como:

- Losas levantadas del concreto de un pavimento rígido que cubren la carpeta asfáltica.
- Alargamiento por congelación.
- Infiltración y acaparamiento de material en una falla en combinación con cargas de tráfico.
- Expansión de la base del suelo.
- Faltas de drenaje del paquete de pavimento estructural.

**Nivel de severidad.**

L: Producido por calidad de tránsito de bajas severidades.

M: Producido por calidad de tránsito de medianas severidades.

H: Producido por calidad de tránsito de altas severidades.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.8: Patología por abultamiento y hundimiento.  
Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**E. Corrugación.** Sucesión de ondulaciones formadas por picos y depresiones muy cercanas entre sí y espaciadas generalmente menos de 3,00 metros a lo largo del pavimento. Los picos son perpendiculares a la dirección del tráfico y son originados por el tráfico de los vehículos [22].

**Nivel de severidad**

L: Producido por calidad de tránsito de bajas severidades.

M: Producido por calidad de tránsito de medianas severidades.

H: Producido por calidad de tránsito de altas severidades.

Se miden en metros cuadrados.

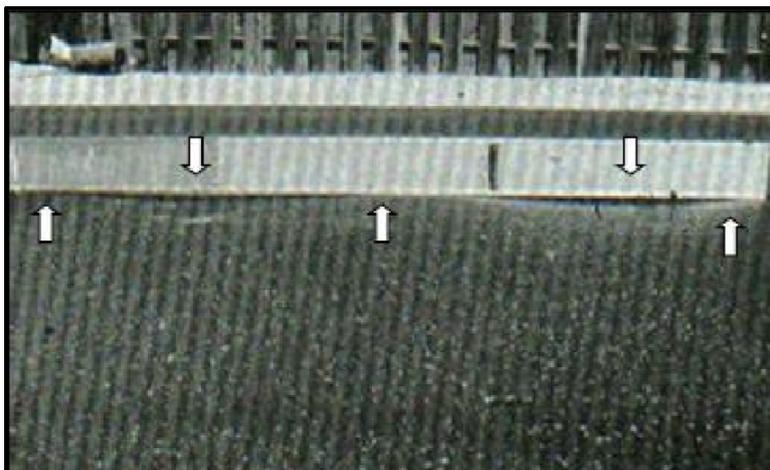


Figura 2.9: Patología por corrugación.  
Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**F. Depresión.** Son aquellas áreas que se localizan en las superficies de los pavimentos que presentan niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se encuentran a su alrededor [22].

Cuando cae la lluvia se puede observar con el empozamiento del agua se produce cuando se asienta la subrasante y causan rugosidad en las superficies de las carreteras.

**Niveles de severidad.**

L: Presencia de agrietamiento bajo sin fragmentación o desprendimiento.

M: Presencia de grietas medias con pocas fragmentaciones y desprendimientos.

H: Es notorio a lo largo del borde las fragmentaciones o desprendimientos.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.10: Patología por depresión.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**G. Grieta de Borde.** Es el borde externo del pavimento, están a 0.30 a 0.50 m de éste. Se origina por presentar daños en la base o subrasante en el borde de los pavimentos flexibles ocasionados por cambios climáticos y los efectos abrasivos de las arenas [22].

Se miden en metros lineales.



Figura 2.11: Patología por grieta de borde.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**H. Grieta de Reflexión de Junta.** Esta patología se originan en los pavimentos asfálticos construidos sobre losas de concreto de cemento Pórtland. El concreto cuando es inducido por temperatura o humedad producen el movimiento de la losa, bajo la superficie de concreto asfáltico. Las cargas del tránsito pueden ocasionar la rotura del pavimento asfáltico cerca de la grieta [22].

**Niveles de Severidad:**

L:

- Grietas sin relleno con ancho menor que 10.0 mm.
- Grietas rellenas de cualquier ancho.

M:

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

H:

- Grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento de media o alta severidad.

- Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.

Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma está severamente fracturada.

Se miden en metros lineales.



Figura 2.12: Patología por grieta de reflexión de junta.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

**I. Desnivel Carril / Berma.** Es la diferencia de elevación entre el borde del pavimento y la berma. Es causada cuando las erosiones de las bermas se asientan o cuando se colocan las nuevas capas [22].

**Nivel de severidad.**

L: La diferencia en elevación está entre 25.0 y 51.0 mm.

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

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

Se miden en metros lineales.



Figura 2.13: Patología por desnivel carril-berma.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**J. Grietas Longitudinales y Transversales.** Son grietas paralelas al eje de la vía o a la línea direccional en la que fue construida [22].

Las grietas transversales son perpendiculares al eje del pavimento o a la dirección de construcción.

Estos daños son producidos por:

- Las construcciones de las juntas es pobre.
- Se contrae el concreto asfáltico por las bajas temperaturas.
- El uso de ligantes muy duros o deteriorados.
- La temperatura mayor a 30° C lo cual produce la expansión en el pavimento.

**Nivel de Severidad.**

L: Para ello cumple la condición:

- Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
- Grieta rellena de cualquier ancho.

M: Para ello cumple la condición:

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

H: Para ello cumple la condición:

- Aquellas grietas rellenas o no por grietas aleatorias de severidad alta.
- Grieta de más de 76.0 mm sin relleno de ancho.
- Una grieta de cualquier ancho con alrededor severamente fracturadas.

Se miden en metros lineales.



Figura 2.14: Patología por grietas longitudinales y transversales.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

**K. Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos.** El área deteriorada que se encuentra en el pavimento, lo cual será reemplazado con un nuevo material para reparar y no cumple la función del pavimento original [22].

**Nivel de Severidad.**

L: El parche en el pavimento se encuentra en condición buena.

M: El parche en el pavimento se encuentra deteriorado moderadamente.

H: El parche en el pavimento se encuentra muy deteriorado y es necesario su pronta sustitución.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.15: Patología por parcheo.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

**L. Pulimento de Agregados.** Son pérdidas de las resistencias por deslizamiento del pavimento cuando las superficies son suaves. Son ocasionadas por las repeticiones de las cargas de tránsito y la insuficiencia de la cantidad del agregado extendida en el asfalto [22].

**El nivel de severidad.**

L, M, H: No se realiza nada y se mide en metros cuadrados.

Solo el tratamiento superficial, fresado y sobrecarpeta.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.16: Patología por pulimento de agregados.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

**M. Baches.** Son pequeños agujeros presentes en la superficie del pavimento y de medida de diámetro a 750 mm. Tienen bordes agudos y lados verticales cerca de la parte superior de la falla [22].

Son producidos por:

- Grietas en la piel del cocodrilo produce daño a la superficie de rodadura.
- Malas construcciones.
- Sub-drenaje inadecuado.

**El nivel de severidad.**

La severidad para los baches de diámetro menor que 762 mm se puede ver en el siguiente cuadro.

Profundidad máxima del bache.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Tabla 2.1: Nivel de severidad del bache.

Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.17: Patología por baches.  
**Fuente:** (Luis Vásquez, (2002)).

**N. Cruce de Vía Férrea.** Este tipo de patología son las causados por depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles al cruce de la vía férrea por el pavimento flexible. Se mide en metros cuadrados [22].



Figura 2.18: Patología por cruce de vía férrea.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**O. Ahuellamiento.** Son depresiones longitudinales continuas durante la trayectoria de los vehículos, los cuales provocan el movimiento de materiales de la superficie del pavimento y que produce falla estructural [22].

**Nivel de severidad.**

La profundidad media del ahuellamiento es:

L: 6.0 a 13.0 mm. para severidad baja.

M: > 13.0 mm a 25.0 mm. para severidad media.

H: > 25.0 mm. para severidad alta.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.19: Patología por ahuellamiento.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

**P. Desplazamiento.** Son distorsiones presentes en el pavimento, estos son corrimientos longitudinales y de forma de cordones, estas fallas son originadas por acción de la carga de los vehículos [22].

**Nivel de severidad.**

L: El desplazamiento ocasionada por el transito severidad baja.

M: El desplazamiento ocasionada por el transito severidad media.

H: El desplazamiento ocasionada por el transito severidad alta.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.20: Patología por desplazamiento.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**Q. Grietas Parabólicas.** Son grietas en forma de media luna y transversal a la dirección del tránsito. Son originadas por los bruscos frenados de los vehículos, exceso de ligante y el exceso uso de arena fino [22].

**Nivel de severidad.**

L: Es menor que 10 mm. el ancho promedio.

M: Pueden ser unas de las condiciones:

- La grieta entre entre 10.0 mm y 38.0 mm. de promedio de ancho.
- El área se encuentra fracturada en condición de grietas pequeños pedazos ajustados.

H: Pueden ser unas de las condiciones:

- Grieta mayor que 38.0 mm. de promedio de ancho.
- El área se encuentra fracturada en condición de grietas pequeños pedazos fácilmente removibles.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.21: Patología por Grieta parabólica.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

**R. Hinchamiento.** Son abultamientos presentes en la superficie del pavimento de una longitud mayor a 3.00 m el perfil de la carretera. Provoca la expansión del suelo de fundación y el congelamiento del material de la subrasante. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial [22].

**Nivel de severidad.**

L: El hinchamiento origina tránsito con baja severidad, se detecta este pavimento cuando produce movimiento hacia arriba el carro cuando se va a una velocidad de límite.

M: El hinchamiento origina el tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento origina el tránsito de alta severidad.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.22: Patología por hinchamiento.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

**S. Desprendimiento de Agregados.** Son las partículas de agregado sueltas o removidas, significa el endurecimiento del ligante asfáltico. Son ocasionados de cargas de tráfico especiales como maquinarias pesadas, derrame del aceite del vehículo [22].

#### **Nivel de severidad**

L: Empieza a desgastarse o deprimirse los agregados de la superficie y se puede ver manchas cuando se derrama aceite.

M: Desgaste los agregados o el ligante. Además se puede ver manchas en la superficie cuando se derrama aceite es suave y cuando es normal es rugosa y ahuecada.

H: Se han perdido por completo agregados, las superficies ahuecadas presentan diámetros menores que 10.0 mm y con profundidades menores que 13, y con profundidad son consideradas baches.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.23: Patología por desprendimiento de agregados.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

### **2.2.3 Índice de condición del pavimento (PCI - Pavement Condition Index)**

La finalidad es indicar y dar a conocer el grado de afectación de los daños, nivel de severidad y la densidad del pavimento flexible. El PCI es un índice numérico, que varía desde 0 hasta 100 para un pavimento fallado [22].

Los rangos de PCI con la descripción cualitativa de la condición del pavimento se presentan en el siguiente cuadro.

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

Tabla 2.2: Rango de clasificación de pavimentos de los pavimentos.

Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

**A. Terminología.** Según [22] considera que:

**Red de pavimento:** Es la gestión de un conjunto de pavimentos por una sola entidad y tiene una función específica. Por ejemplo, una avenida o un aeropuerto.

**Tramo de pavimento:** Parte identificada de la red de pavimento.

**Sección de pavimento:** Es el área del pavimento continua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga. Unidad de muestra del pavimento: Es la subdivisión de una sección del pavimento de tamaño estándar que varía de 225 +/- 90 m<sup>2</sup>.

**Muestra al azar:** Es la unidad de muestra de la sección de pavimento, para realizar la inspección mediante técnicas de muestreo aleatorio.

**Muestra adicional:** Es la unidad de la muestra inspeccionada y la unidad de muestra seleccionada al azar para obtener unidades de muestra no representativas en la determinación de la condición del pavimento. Son consideradas aquellas muestras muy excelentes o pobres que no son típicas en la sección ni entre las unidades de muestra, con deterioros poco comunes tales como cortes utilitarios como instalación

de electricidad, tuberías de agua o desagüe, etc. Si todas las unidades de muestra son evaluadas, por lo tanto, no habrá unidades de muestras adicionales.

**Índice de condición del pavimento (PCI):** Es el grado numérico de la condición del pavimento, que varía de cero para un pavimento en mal estado hasta cien para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene la descripción cualitativa de la condición del pavimento que le corresponde.

**B. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento.** Es la obtención de datos del pavimento en el campo, así poder conocer la clase, severidad y extensión del daño. La información se registrara en los formatos de inspección de pavimentos [22].

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM. 0+500 AL KM. 1+600 DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO- 2018.</b>				
EJECUTORA: PILLACA ROJAS EDITH			UNIDAD DE MUESTRA: U		ÁREA: 229.8 M <sup>2</sup>	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)
CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS			1			
PROG. INICIAL: 186+000		PROG. FINAL: 186+038.3	FECHA: 09/06/2018			
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA				L= BAJO M= MEDIO H= ALTO	PCI= 100-VDC	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
				PCI=		

Tabla 2.3: Formato del PCI para pavimentos flexibles.

Fuente: Elaboración propia.

### Unidades de Muestreo:

Según [22] si la vía está dividida en secciones o “unidades de muestreo”. El ancho de la calzada debe ser menor a 7.30 y el área de las unidades de muestreos deben estar en los rangos  $230.0 \pm 93.0m^2$ .

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

Tabla 2.4: Longitud de la unidad de muestreo.

Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

**C. Determinación y Selección de Unidades de Muestreo.** Según [22] considera que para inspeccionar todas las unidades de muestreo existe una ecuación (Ecuación. 1) que da a conocer el número mínimo de las unidades, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio con 95% de confiabilidad.

$$n = \frac{NS^2}{\frac{e^2}{4}X(N-1) + S^2} \dots \text{(Ecuación 1)}$$

**Donde:**

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

$n$  : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

$S$  : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Se asume a la desviación estándar  $S$  igual a 10. Con un rango PCI de 25. En inspecciones subsecuentes se debe usar la desviación estándar real (el rango del PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades a evaluar.

Si el número mínimo de unidades a evaluar es menor que 5 deberán evaluarse todas las unidades.

La estimación de las unidades de muestra esta en valor de la desviación estándar. Para calcular el valor actual usar: (Ecuación 2)

$$S = \left[ \sum_{i=1}^n \frac{PCI1 - PCIS^2}{n - 1} \right]^{1/2} \dots \text{(Ecuación 2)}$$

**Donde:**

$N$  :Representa el total de muestras investigadas.

$PCI1$  : Representa el valor del PCI de muestra investigada  $i$ .

$PCIS$  :Representa el valore del PCI de la sección investigada.

$$i = \frac{N}{n} \dots \text{(Ecuación3)}$$

**Donde:**

$N$  :Representa el total de las muestras investigadas en la sección.

$n$  : Representa el número total de muestra que se inspeccionaran.

$i$  :Representa el rango de la muestra y se considera el valor de numero entero inferior.

**D. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo. Cálculo de valores deducidos (DV).**

Según [22], menciona que para poder registrar la cantidad total de cada tipo y nivel de severidad de daños. Se puede realizar la medida del área, longitud o número de acuerdo a su tipo.

Realizar la división de la cantidad de cada tipo de daño según el nivel de gravedad entre el área total de la unidad de muestra y multiplicar el resultado por 100 con el objetivo de obtener la densidad porcentual.

Determinar el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de gravedad mediante las curvas conocidas "Valor de daño deducido" para el pavimento flexible.

### **Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m).**

Según [22], considera que si ninguno o solo un valor deducido es mayor que 2, se usa el valor total deducido en lugar del mayor valor deducible corregido (CDV), de lo contrario se debe de determinar por los siguientes pasos:

Realizar una lista de los valores deducidos individuales de mayor a menor. El número máximo admisible de valores deducidos (m) se halla es utilizando la siguiente fórmula de la Ecuación 4.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \leq 10 \dots (\text{Ecuación 4})$$

#### **Donde:**

$HDV_i$  :Representa el mayor valor deducido individualmente por unidad de muestra investigada i.

$m_i$  : Representa el valor máximo admisible de valores deducidos , además incluye la fracción para muestra investigada i por lo que debe ser menor o igual al número 10.

### **Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV).**

Según [22], considera mediante el proceso iterativo:

1. Para conocer el valor deducido total (TDV), se realiza la suma todos los valores deducidos de forma individual.
2. Para ello se conoce y determina el “q” mayor al número 2.
3. Para encontrar CDV con “q” y el valor deducido total (TDV) utilizando la curva de correcciones según al tipo de pavimento.
4. Los valores deducidos individuales que son mayores que dos se deben reducir a 2 y repetir el mismo procedimiento del punto 1 a 3 hasta que “q” sea igual a 1.
5. El mayor de los valores CDV hallados será el máximo CDV.

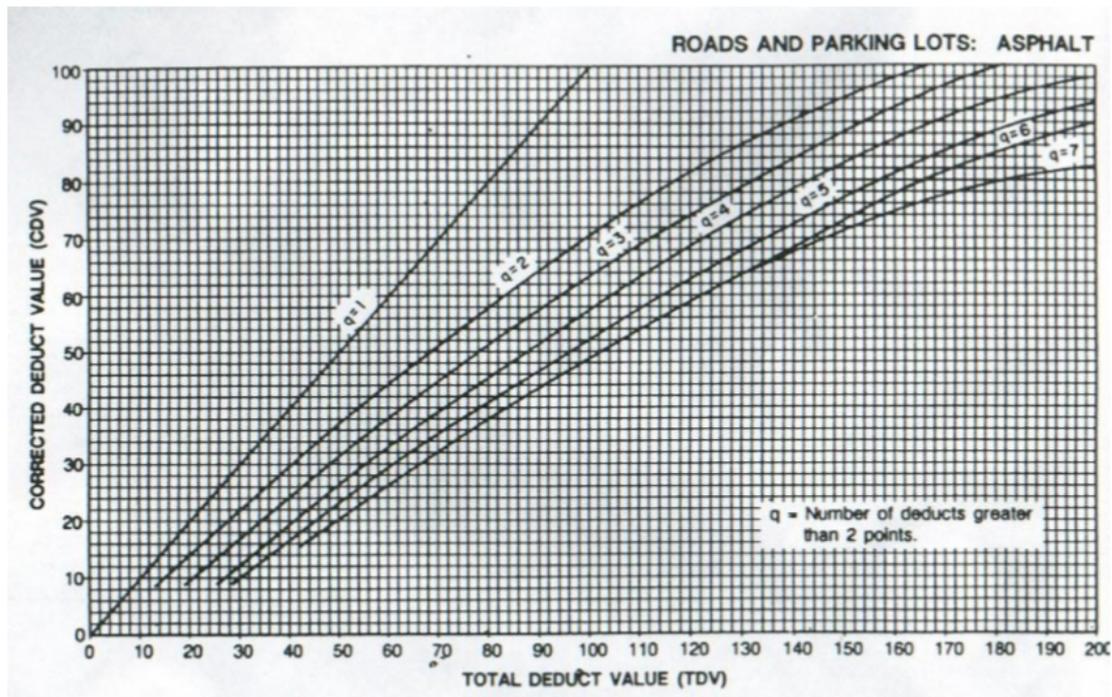


Figura 2.24: Curvas de valor deducido corregido de la muestra.

Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

**Cálculo del PCI se calcula al restar el CDV máximo al número 100.**

**E. Cálculo del PCI De una Sección del Pavimento.** Según [22], considera que en caso de que todas las unidades de muestra inspeccionadas sean escogidas de forma aleatoria, entonces el PCI de la sección (PCIs) se calcula como el PCI ponderado del área en que se encuentra la unidad de la muestra obtenida del campo de forma aleatoria (PCIr) con la fórmula: (Ecuación 5).

$$PCIs = PCIr = \frac{\sum_{i=1}^n (PCIr_i \times Ari)}{\sum_{i=1}^n Ari} \dots \text{(Ecuación 5)}$$

**Donde:**

*PCIr* :Representa la ponderación del área del PCI de la muestra investigada de manera aleatorio.

*PCIr<sub>i</sub>* : Representa unidad de muestra investigada del PCI “i”.

*Ari* :Representa el área de unidad investigada “i”.

*n* :Representa el número de muestras a investigar de manera aleatoria.

Cuando existen unidades de muestra adicionales examinadas, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas ( $PCIa$ ) se halla mediante la (Ecuación 6). El PCI de la sección de pavimento se halla mediante la (Ecuación 7).

$$PCIa = \frac{\sum_{i=1}^m (PCIai \times Aai)}{\sum_{i=1}^m Aai} \dots \text{(Ecuación 6)}$$

$$PCIs = \frac{PCIr(A - \sum_{i=1}^m Aai) + PCIa(\sum_{i=1}^m Aai)}{A} \dots \text{(Ecuación 7)}$$

**Donde:**

$PCIa$  :Representa la ponderación del área de la unidad de muestras a adicionar.

$PCIai$  : Representa la muestra investigada a adicionar “i”.

$Aai$  :Representa el área de muestra investigada por unidad “i”.

$A$  :Representa el área de la sección a investigar.

$m$  : Representa el número de muestras a inspeccionar.

$PCIs$  :Es el PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

Para determinar y conocer el grado de condición de la sección en conjunto se usa el PCI de la sección y la escala del grado de condición.

### **III. HIPÓTESIS.**

#### **3.1 Hipótesis general.**

El PCI de patologías que se encuentran en el pavimento flexible presenta entre el rango 40% a 55% del PCI y con un rango de clasificación de PCI se encuentra en nivel de severidad de REGULAR.

#### **3.2 Hipótesis específicas.**

- Las patologías que presenta de la carretera Emp PE-3S (Ayacucho) Socos km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, son los siguientes: pulimiento de los agregados, parcheo, baches, desprendimiento de agregados, piel de cocodrilo, grieta borde y grietas longitudinales y transversales.
- El parcheo podrían ser en mayor grado de afectación de patologías en el pavimento flexible.

## **IV. METODOLOGÍA.**

### **4.1 Diseño de la investigación.**

La fase de datos se procesará de forma manual y con la ayuda de programas, por ello se seguirá el análisis del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para determinar patologías. Este examen se realizará para preparar un plan de reparación del pavimento flexible. Se hizo el uso de una plantilla del programa de Excel para procesar los datos.

**El nivel de investigación** es descriptivo porque describe la realidad que se ve en el pavimento, sin poder alterarla.

**El tipo de investigación** es no experimental, debido a que se analiza y verifica las patologías en el pavimento flexible sin recurrir a ningún laboratorio que existen.

Es de corte transversal, debido a que se estudia en el periodo de abril del 2018.

### **4.2 Población y muestra.**

#### **4.2.1 Población.**

La población para la presente investigación está dada por la región que delimita geográficamente la carretera Emp. PE-3S (Ayacucho) - Socos de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

#### **4.2.2 Muestra.**

La muestra es analizada en la carretera Emp. PE-3S (Ayacucho) - Socos entre las progresivas 0+500 al km. 1+600 para su evaluación.

### **4.2.3 Muestreo.**

La distribución de los elementos muestrales en función al nivel estratificado, se identificará tramos o áreas en el pavimento flexible y para su registro estas contarán una misma relación al uso, intensidad de tránsito de los vehículos, mismo volumen y proceso de construcción.

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

Ver la Tabla 4.1.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM. 0+500 AL KM. 1+600 DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO- 2018.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Patologías presentes en el pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.</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 como son las losas divididas.</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 integridad estructural y condición operacional del pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga-Ayacucho.</p>	<p>Tipos de patologías que se presentan en la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga- Ayacucho.</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.

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

### **4.4.1 Técnicas.**

Para poder realizar los trabajos de la investigación es necesario preverlos y saber que lo que vamos a hacer, por ello la ficha técnica es parte del instrumento de recolección que me apoyo para realizar las evaluaciones de forma visual. Además, para ello se debe contar con los instrumentos necesarios para evaluar los pavimentos.

### **4.4.2 Instrumentos.**

Para las evaluaciones visuales se utilizaron los siguientes instrumentos:

La guía del Manual de Daños del PCI, tablero de campo, lápices, cámara fotográfica, regla, cinta métrica, wincha y conos de seguridad y el uso de los programas: Excel y Word.

## **4.5 Plan de análisis.**

Los resultados están comprendidos en el área del pavimento flexible de la carretera Emp. PE-3S (Ayacucho)-socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho para ello estarán dados por lo siguiente:

- La ubicación del plano de estudio.
- Registrar el trayecto y unidades representantes de la muestra.
- Se evaluará y determinará los tipos de patologías que existen y el nivel de índice de pavimento flexible.

## **4.6 Matriz de consistencia.**

Ver la Tabla 4.2.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM. 0+500 AL KM. 1+600 DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO- 2018.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
¿Cómo identificar, clasificar y cuantificar las patologías del pavimento flexible para la obtención del Índice de condición del pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga-Ayacucho?	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar el Índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de Huamanga.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar y evaluar las patologías del concreto que se presentan en el pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga.</li> <li>Obtener el PCI para dicho pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de Huamanga.</li> </ol>	<p>La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado actual de la superficie del pavimento flexible, el índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Se podrá identificar y caracterizar las patologías del pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Se podrá identificar los tipos de patologías en el pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga.</li> <li>Se podrá caracterizar la patología predominante insitu en el pavimento flexible de la carretera (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600.</li> </ol>	<p><b>Tipo:</b></p> <p>El proyecto de investigación es de tipo exploratorio.</p> <p><b>Nivel:</b></p> <p>El proyecto de investigación es de nivel cualitativo.</p> <p><b>Enfoque:</b></p> <p>La investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar el estado del pavimento flexible de la carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga-Ayacucho.</p> <p><b>Universo y muestra:</b></p> <p>Carretera emp. PE-3S (Ayacucho)-Socos Km. 0+500 al Km. 1+600 de la provincia de Huamanga.</p>

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

## **4.7 Principios éticos.**

### **4.7.1 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.

### **4.7.2 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.

### **4.7.3 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.

#### **4.7.4 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.

#### **4.7.5 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.

#### **4.7.6 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.

Se realizó la observación y las medidas de las patologías del pavimento flexible de la carretera Emp. PE-3S (Ayacucho) Socos entre las progresivas km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

La vía evaluada en la presente investigación tiene un ancho de calzada de 6.00 m por lo tanto le corresponde 38.3 m de longitud por unidad de muestreo y posee un área de 229.8 m<sup>2</sup>. En cuanto a la longitud de 1100 m y su área total es de 6600 m<sup>2</sup>.

$$N = \frac{1100}{38.3} = 28.72$$

$$n = \frac{28.72 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (28.72 - 1) + 10^2} = 10.51$$

$$i = \frac{28.51}{10.51} = 2.71 = 2$$

Al obtener el resultado de  $i$  es igual a 2 y por lo que se tomará 15 muestras en la investigación de 1100 m<sup>2</sup>.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS						UNIDAD DE MUESTRA: U-1	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo	<b>CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600</b>  <b>EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH</b>  <b>ÁREA: 229.8 M2</b>					
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches						
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos						
6.- Depresión	16.- Desprendimiento						
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas						
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 000+500		PROG. FINAL: 000+538.3		FECHA: 12/09/2019			
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD
1	M	2.5	2.00	2.60		7.10	3.09
12		8.5	1.30	3.20	4.50	17.50	7.62
13	M	0.6	0.66	0.55	0.49	2.30	1.00
13	H	0.4	0.50			0.90	0.39
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC		
		37.00	VDT= 113.00				
		4.00					
		32.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				
		40.00					
			VDC= 69		MALO		

Tabla 5.1: UNIDAD DE MUESTRA U-1.

Fuente:(Elaboracion propia, 2020).

UNIDAD DE MUESTREO N° U-1		AREA DE LA MUESTRA (m <sup>2</sup> ) = 229.8			
PROGR INICIAL: KM 186+000		PROGR FINAL: KM 186+038.3			
PATOLOGIAS SEGÚN PCI PAVIMENTO FLEXIBLE	LARGO (m)	ANCHO (m)	SUB TOTAL DE AREA (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )	
1.- Piel de cocodrilo (M)	4.20	0.60	2.50	7.10	
1.- Piel de cocodrilo (M)	2.00	1.00	2.00		
1.- Piel de cocodrilo (M)	2.45	1.06	2.60		
12.- Pulimento de agregados	6.50	1.31	8.50	17.50	
12.- Pulimento de agregados	1.50	0.87	1.30		
12.- Pulimento de agregados	2.00	1.60	3.20		
12.- Pulimento de agregados	3.20	1.41	4.50		
13.- Huecos (M)	0.80	0.75	0.60	2.30	
13.- Huecos (M)	0.89	0.74	0.66		
13.- Huecos (M)	0.80	0.69	0.55		
13.- Huecos (M)	0.72	0.68	0.49		
13.- Huecos (H)	0.80	0.50	0.40	0.90	
13.- Huecos (H)	0.80	0.63	0.50		

Tabla 5.2: Las patologías que presenta la U-1.

Fuente:(Elaboracion propia, 2020).

**DENSIDAD:** Para determinar la densidad se debe dividir el área total de la patología encontrada entre el área de la unidad de la muestra.

Densidad para piel de cocodrilo (M):

$$D = \frac{7.1 \text{ m}^2}{229.8 \text{ m}^2} \times 100 = 3.09$$

Densidad para pulimiento de los agregados:

$$D = \frac{17.5 \text{ m}^2}{229.8 \text{ m}^2} \times 100 = 7.62$$

Densidad para baches (M):

$$D = \frac{2.30 \text{ m}^2}{229.8 \text{ m}^2} \times 100 = 1.00$$

Densidad para baches (H):

$$D = \frac{0.90 \text{ m}^2}{229.8 \text{ m}^2} \times 100 = 0.39$$

Con el resultado obtenido de la densidad para cada patología se procede a encontrar el VDT para cada falla en los siguientes gráficos del PCI.

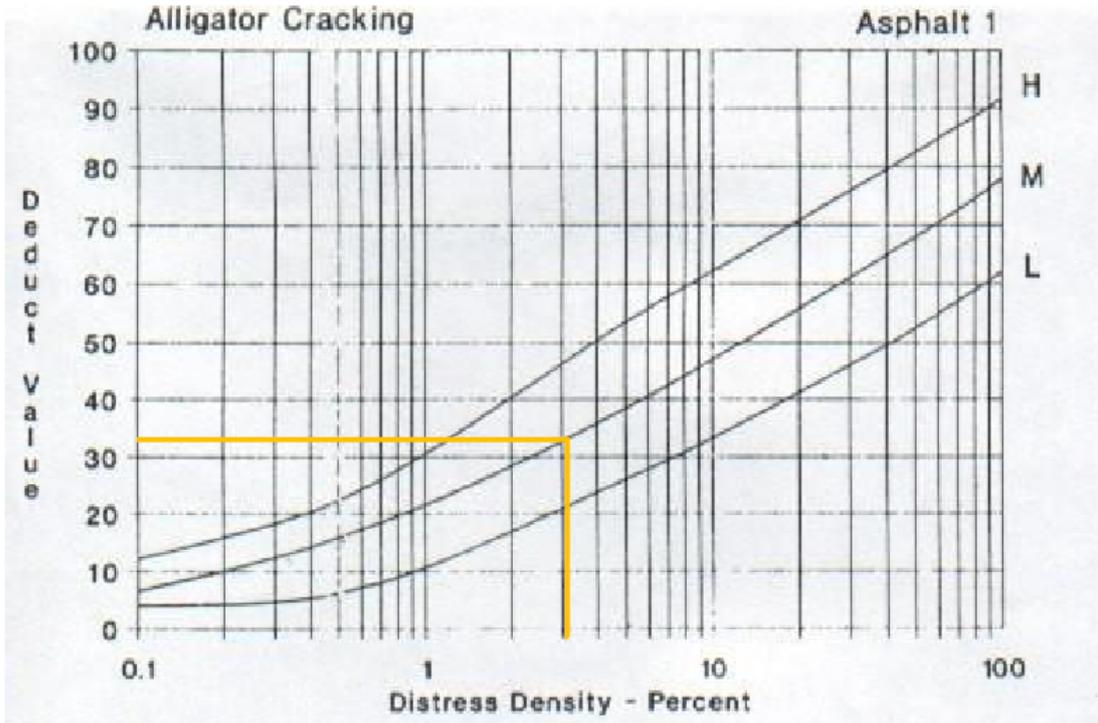


Figura 5.1: Resultado de valores deducidos para la falla tipo piel de cocodrilo encontrado en la U-1.  
Fuente: (Luis Vázquez, (2002)).

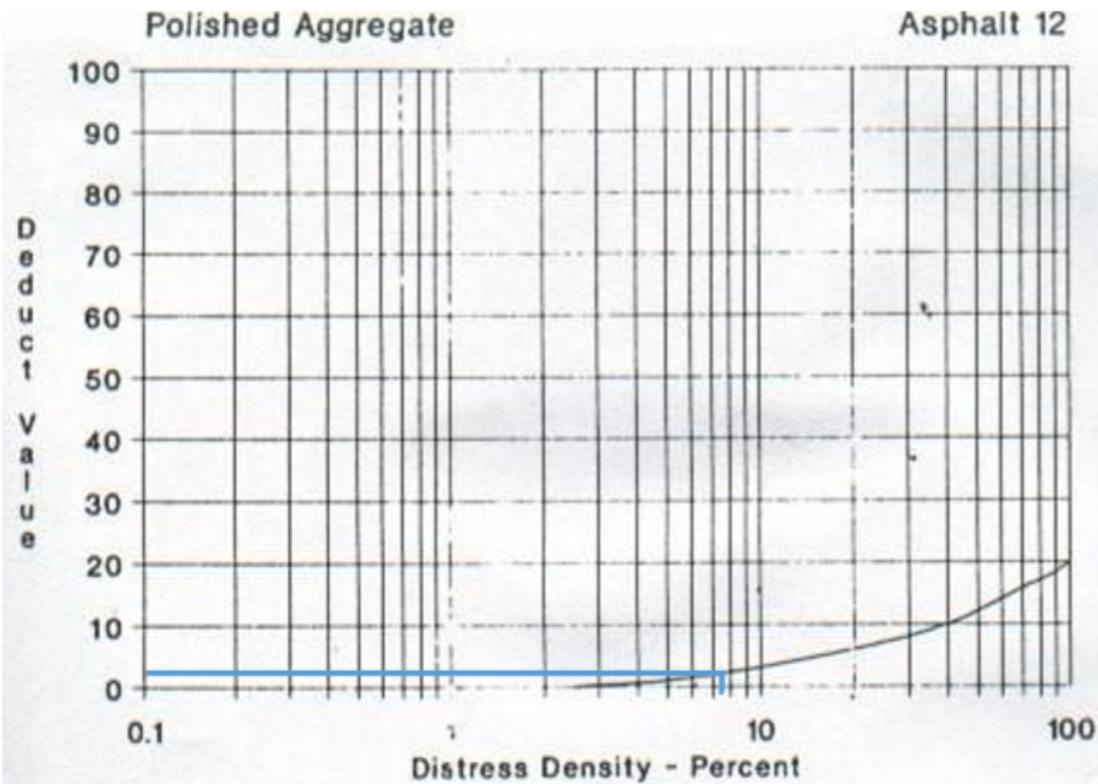


Figura 5.2: Resultado de valores deducidos para la falla tipo pulimiento de los agregados encontrado en la U-1.  
Fuente: (Luis Vázquez, (2002)).

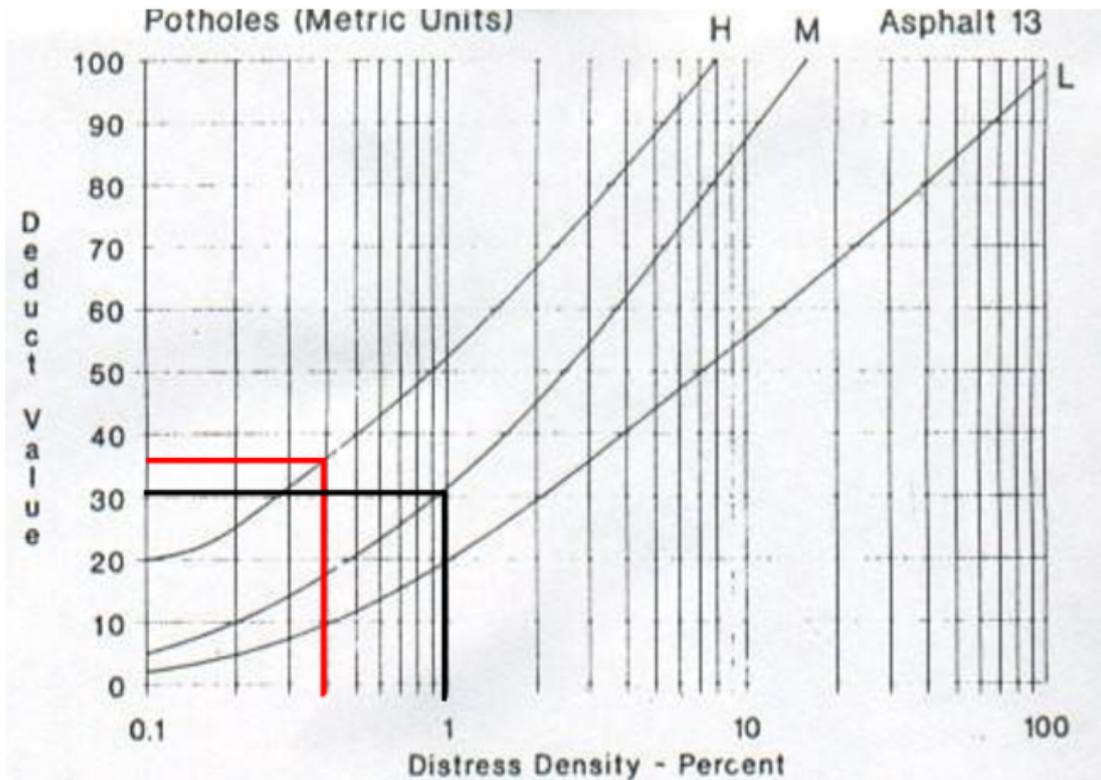


Figura 5.3: Resultado de valores deducidos para falla tipo baches encontrado en la U-1.  
Fuente: (Luis Vázquez, (2002)).

NRO	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q
1	37	34	31	4	106	4
2	37	34	31	2	104	3
3	37	34	2	2	75	2
4	37	2	2	2	43	1

Tabla 5.3: Resultado del valor deducido total.

Fuente: Elaboración propia.

Después trazar líneas con los datos del valor deducido total con sus respectivos “q” y encontrar el CDV en el siguiente gráfico.

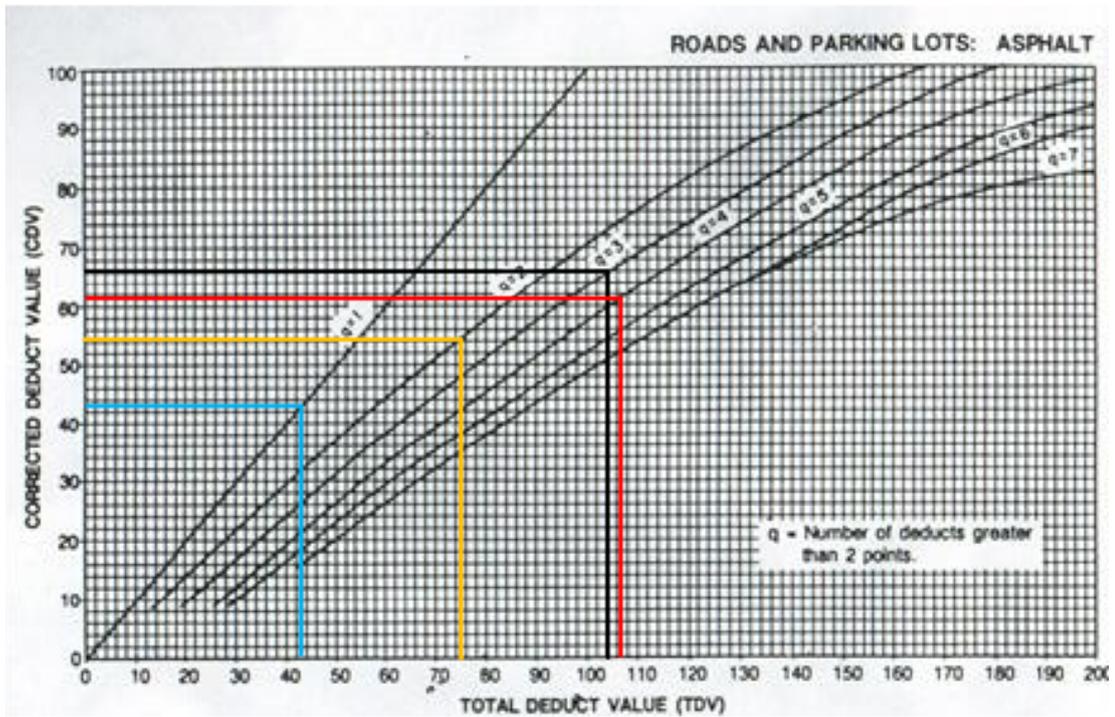


Figura 5.4: Resultado de valores deducidos corregidos de U-1.

Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

Además determine el número máximo admisible de valores deducidos (m) se halla es utilizando la siguiente fórmula de la Ecuación 4.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \leq 10$$

$$HDV_i = 37$$

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 37) \leq 10$$

$$m_i = 6.79 \leq 10 \text{ cumple}$$

NRO	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	40	37	32	4	113	4	62
2	40	37	32	2	111	3	66
3	40	37	2	2	81	2	55
4	40	2	2	2	46	1	43

Tabla 5.4: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-1.

Fuente: Elaboración propia.

Y para encontrar el estado del PCI, se le resta al número 100 el valor mayor obtenido del CDV.

$$PCI = 100 - 66 = 34$$

Por último, con el valor de PCI se busca el rango y se conoce la clasificación del estado del pavimento en el siguiente cuadro.

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

Tabla 5.5: Rango de la clasificación del PCI para pavimentos flexibles.

Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

Se conoce que la condición actual del pavimento de la U-1 es MALO.

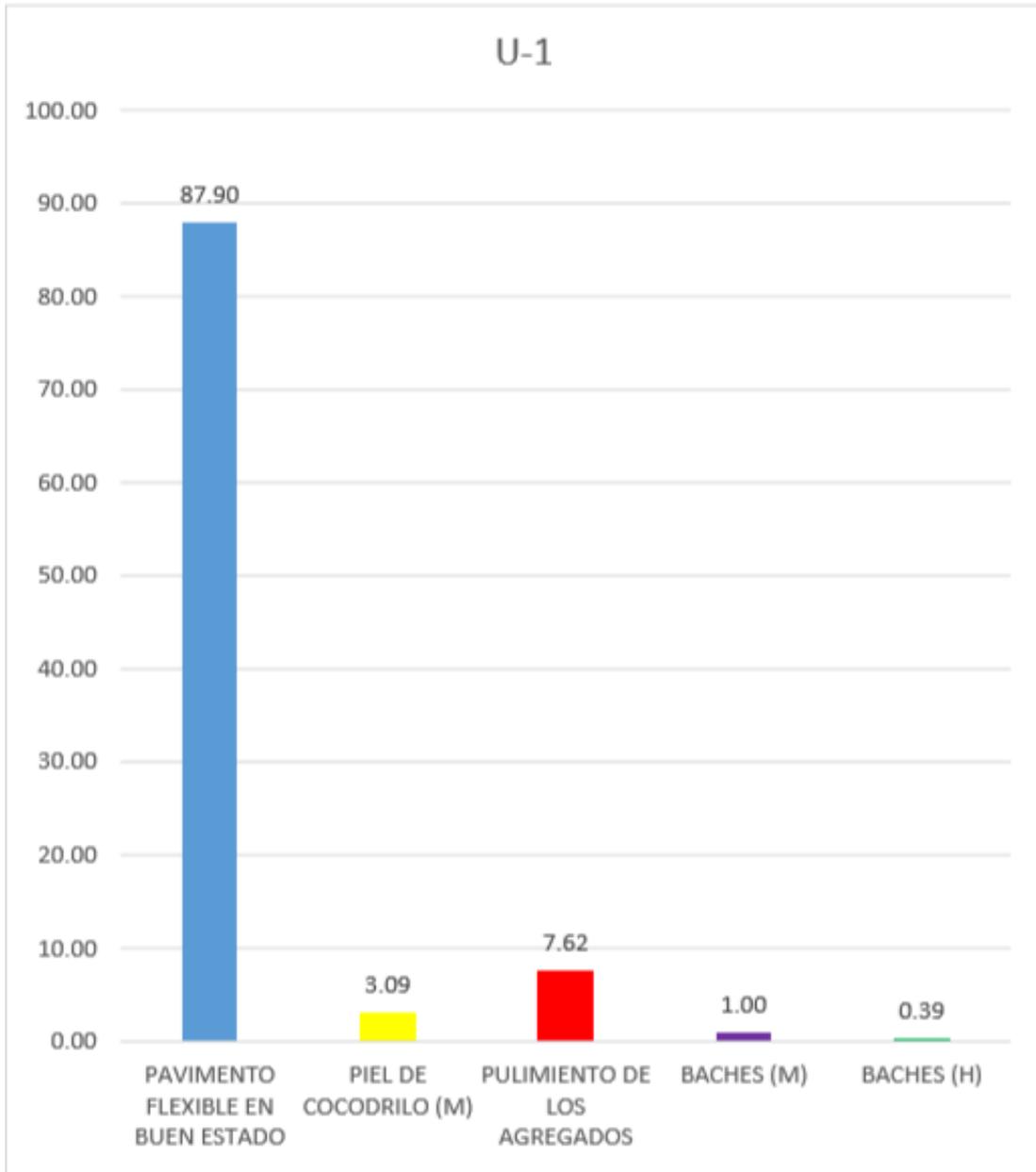


Figura 5.5: La incidencia de las patologías en U-1.

Fuente: Elaboración propia.

La patología que más incidencia presente en la U-1 es el de pulimiento de los agregados con una severidad media de 7.62%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS						UNIDAD DE MUESTRA: U-2	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo					CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600	
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches						
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos						
6.- Depresión	16.- Desprendimiento					EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH	
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabolicas						
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados					ÁREA: 229.8 M2	
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 000+576.6		PROG. FINAL: 000+614.9			FECHA: 12/09/2019		
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD
1	L	6.30	1.30			7.60	3.31
9	M	2.30	13.40			15.70	6.83
12		10.50	12.40	8.60		31.50	13.71
13	M	0.55	0.90	0.30	0.35	2.10	0.91
19	H	12.60	2.40			15.00	6.53
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC		
		22.00	VDT= 104.00				
		6.00					
		12.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				
		30.00					
		34.00	VDC= 59				
					PCI=41		
					REGULAR		

Tabla 5.6: UNIDAD DE MUESTRA U-2.

Fuente: Elaboración propia.

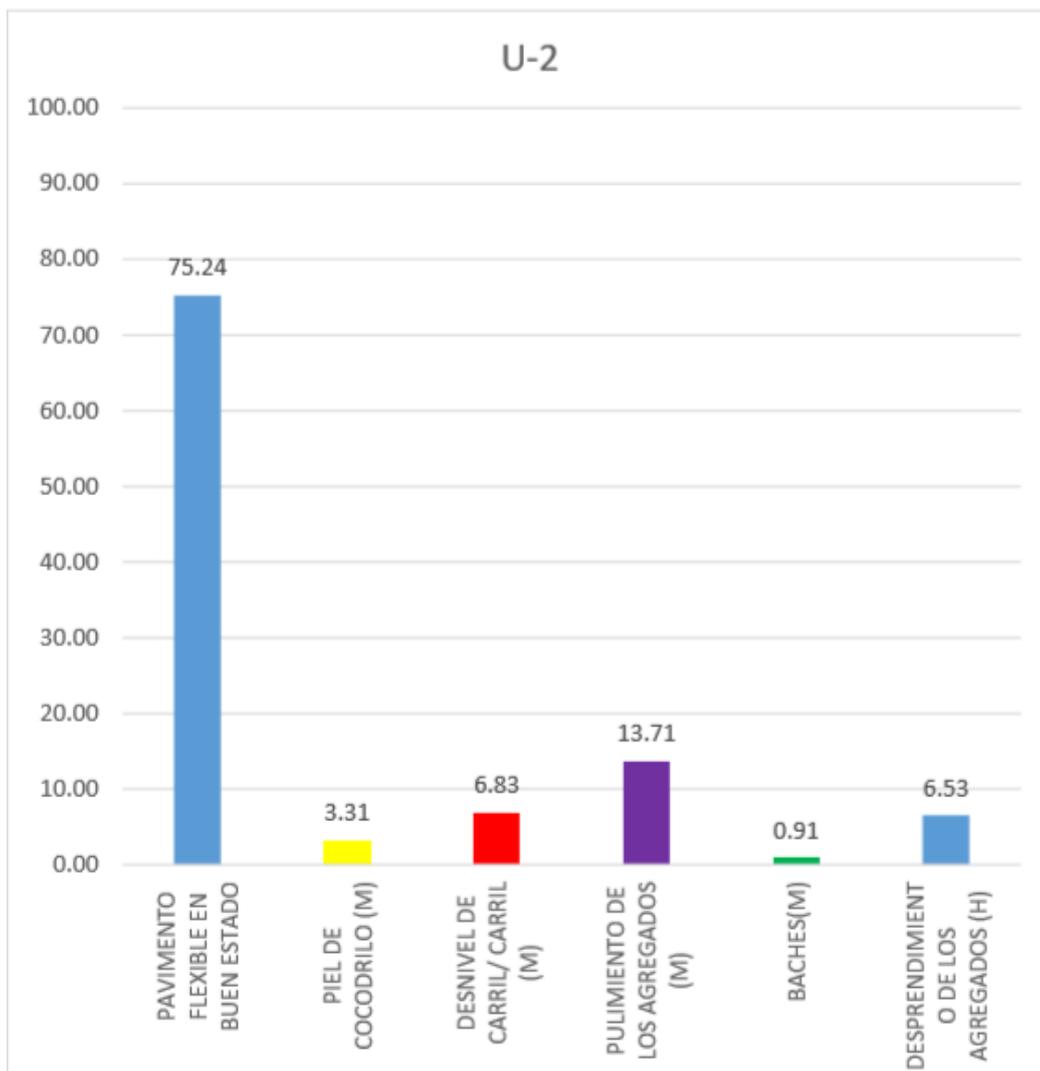


Figura 5.6: La incidencia de las patologías en U-2.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV	PCI= 41
1	34	30	22	12	6	104	5	52	<b>REGULAR</b>
2	34	30	22	12	2	100	4	57	
3	34	30	22	2	2	90	3	59	
4	34	30	2	2	2	70	2	52	
5	34	2	2	2	2	42	1	42	

Tabla 5.7: Resumen del CDV de U-2.

Fuente: Elaboración propia.

La patología que más incidencia presente en la unidad de nuestra U-2 es el pulimiento de agregados con una severidad de 13.71%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS						UNIDAD DE MUESTRA: U-3	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo					CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600	
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches						
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos						
6.- Depresión	16.- Desprendimiento					EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH	
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas						
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal					ÁREA: 229.8 M2		
PROG. INICIAL: 000+653.2		PROG. FINAL: 000+691.5			FECHA: 12/09/2019		
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD
1	M	5.6	5.20			10.80	4.70
1	H	6.8	2.60			9.40	4.09
13	M	0.65	0.65	0.40	0.60	5.20	2.26
		0.75	0.60	0.70	0.85		
13	H	0.42	0.25	0.50	0.40	3.50	1.52
		0.5	0.33	0.60	0.50		
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI=100-VDC		
		38.00	VDT= 171.00				
		52.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				
		48.00					
		33.00	VDC= 89				
			MUY MALO				

Tabla 5.8: UNIDAD DE MUESTRA U-3.

Fuente: Elaboración propia.

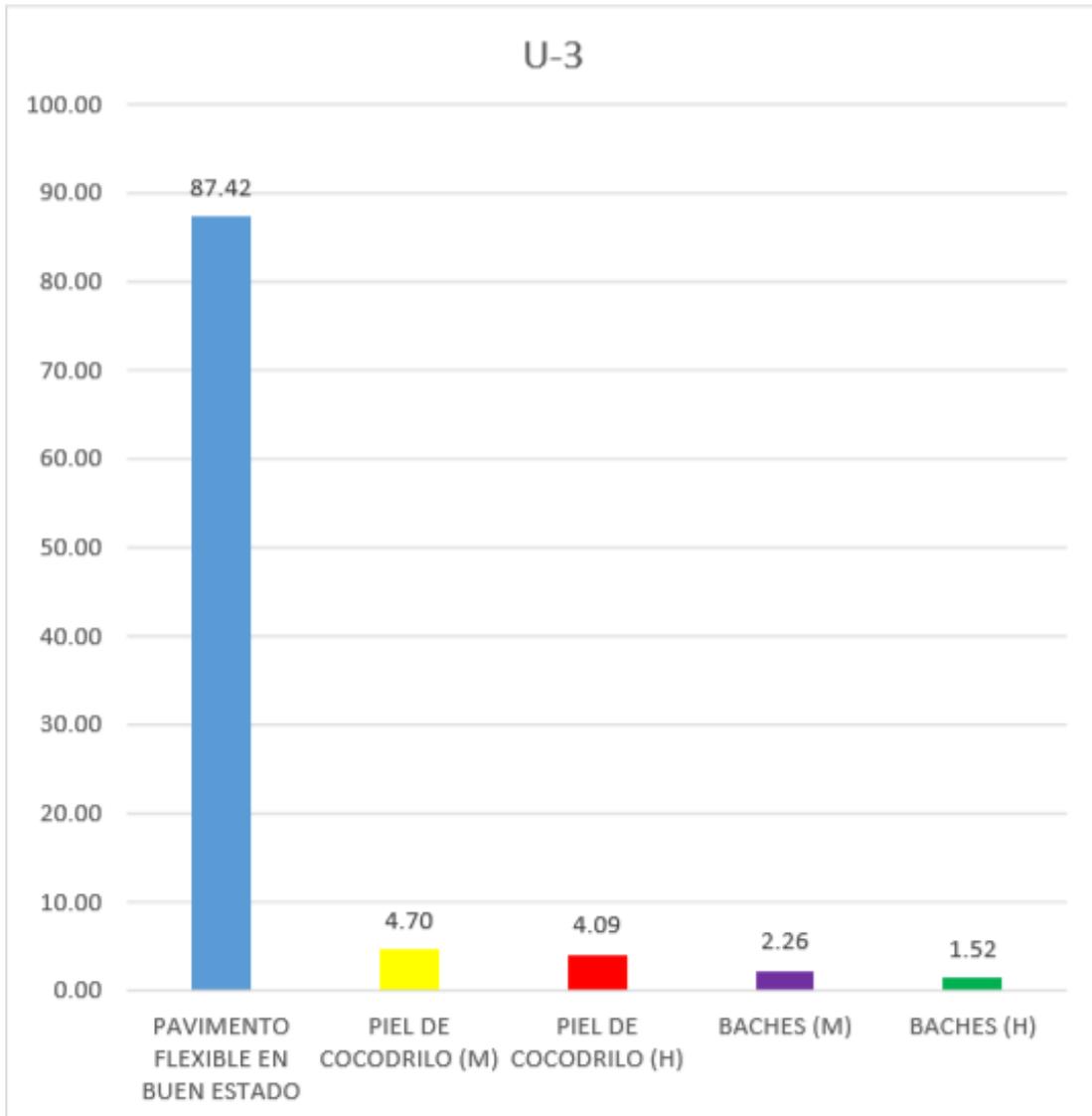


Figura 5.7: La incidencia de U-3.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV	PCI= 11
1	52	48	38	33	171	4	89	<b>MUY MALO</b>
2	52	48	38	2	140	3	84	
3	52	48	2	2	104	2	72	
4	52	2	2	2	58	1	58	

Tabla 5.9: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-3.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-3 es el piel de cocodrilo con una severidad media de 4.7%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS						UNIDAD DE MUESTRA: U-4	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo					CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600	
2.- Exudación	12.- Pulimento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches						
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos						
6.- Depresión	16.- Desprendimiento						
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas					EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH	
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 000+729.8		PROG. FINAL: 000+768.1		FECHA: 12/09/2019			
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD
7	M	4.50				4.50	1.96
12		2.40	4.60	6.00		13.00	5.66
13	H	0.70	1.00	0.80	0.90	3.40	1.48
18	M	1.20	2.40			3.60	1.57
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC		
		10.00	VDT= 108.00				
		3.00					
		59.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				
		36.00	VDC= 73				
			MALO				

Tabla 5.10: UNIDAD DE MUESTRA U-4.

Fuente: Elaboración propia.

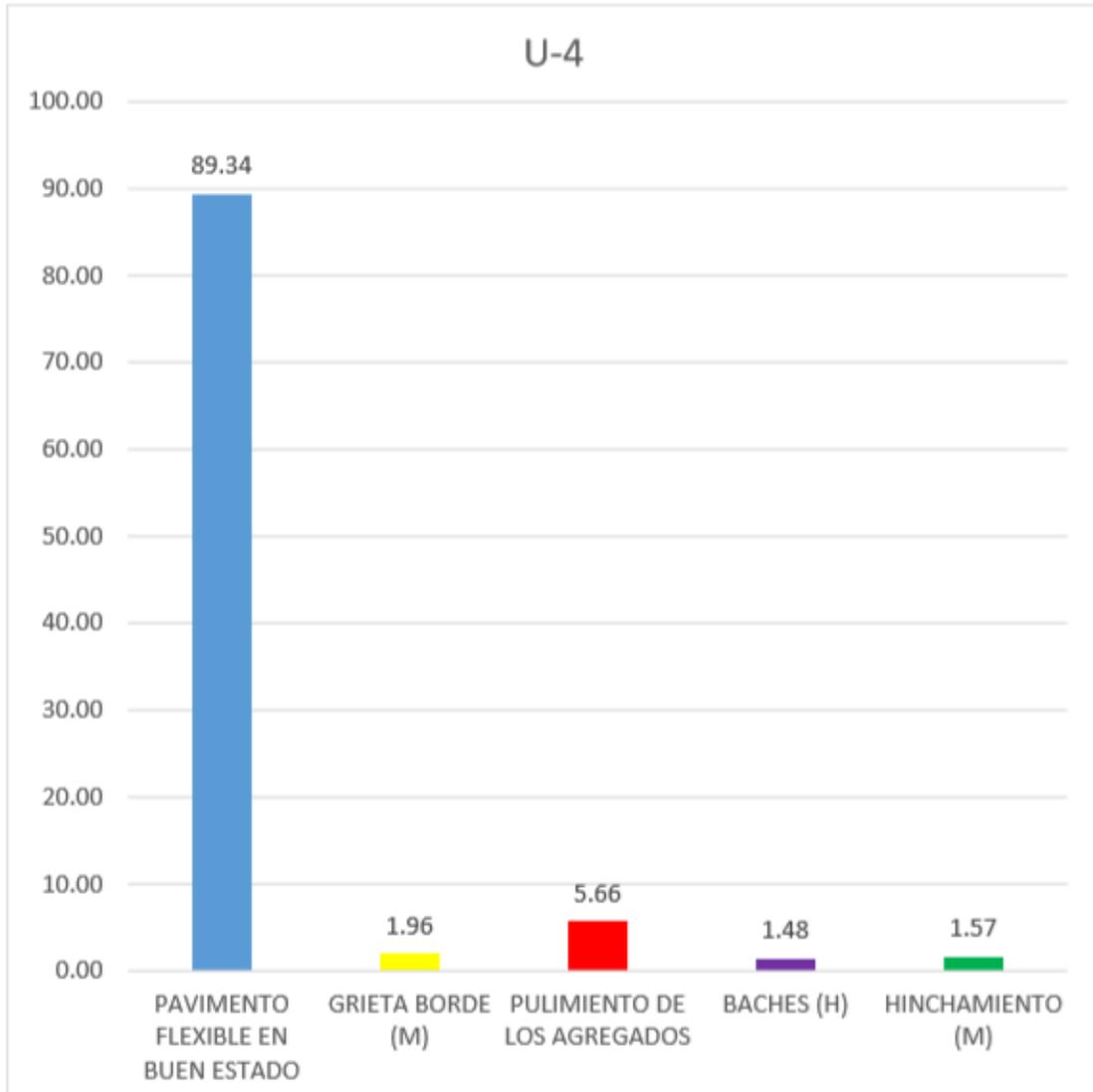


Figura 5.8: La incidencia de las patologías en U-4.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV	PCI= 27
1	59	36	10	3	108	4	62	<b>MALO</b>
2	59	36	10	2	107	3	68	
3	59	36	2	2	99	2	73	
4	59	2	2	2	65	1	65	

Tabla 5.11: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-4.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-4 es el pulimiento de agregados con una severidad de 5.66%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS						UNIDAD DE MUESTRA: U-5	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo					CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600	
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches						
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos						
6.- Depresión	16.- Desprendimiento					EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH	
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas						
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados					ÁREA: 229.8 M <sup>2</sup>	
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 000+806.4		PROG. FINAL: 000+834.7				FECHA: 12/09/2019	
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD
11	M	1.20	4.00			5.20	2.26
12		5.60	3.60			9.20	4.00
13	M	0.50	0.65	0.74	0.52	5.44	2.37
		0.40	0.34	0.56	0.78		
		0.50	0.45				
13	H	0.58	0.32	0.40		1.30	0.57
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC		
		15.00	VDT= 104.00				
		0.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				
		47.00			VDC= 68		
		42.00	PCI= 32				
						MALO	

Tabla 5.12: UNIDAD DE MUESTRA U-5.

Fuente: Elaboración propia.

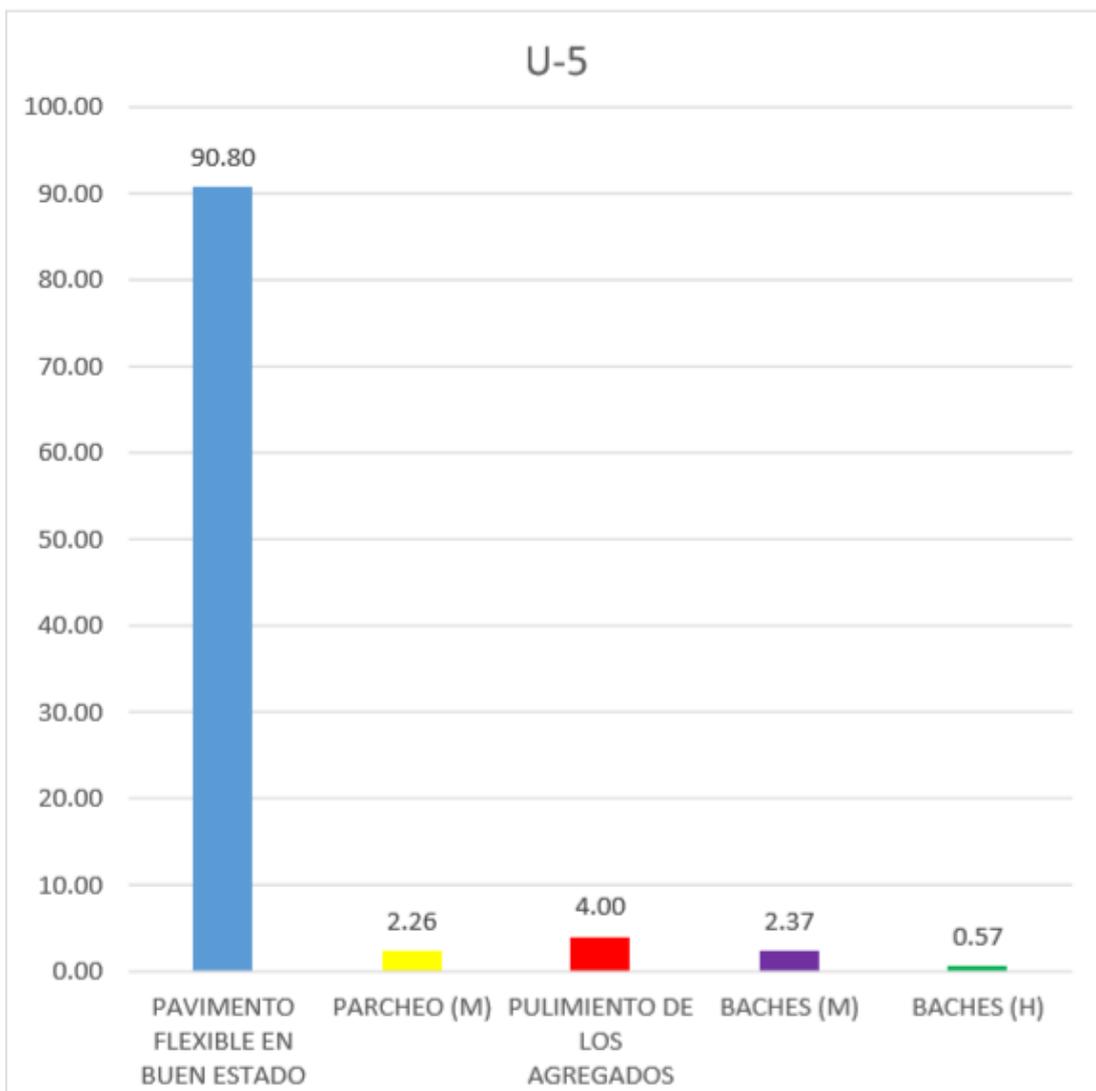


Figura 5.9: La incidencia de las patologías en U-5.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV	PCI= 32
1	47	42	15	104	3	68	<b>MALO</b>
2	47	42	2	91	2	65	
3	47	2	2	51	1	51	

Tabla 5.13: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-5.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-5 es el de pulimiento de los agregados con una severidad de 4.00%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS				UNIDAD DE MUESTRA: U-6			
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo			CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600			
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches			EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH			
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos			ÁREA: 229.8 M <sup>2</sup>			
6.- Depresión	16.- Desprendimiento						
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas			FECHA: 12/09/2019			
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel camil/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 000+883		PROG. FINAL: 000+921.3					
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	
1	M	6.30	4.00		10.30	4.48	
7	M	5.20	1.40	4.60	11.20	4.87	
10	M	2.00	2.30	1.50	1.40	7.20	3.13
10	H	1.50	5.40	1.40		8.30	3.61
12		15.20	4.80			20.00	8.70
13	L	0.45	0.25	0.28		0.98	0.43
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC	
		38.00		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			
		29.00					
		3.00		VDT= 116.00			
		7.00		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			
		2.00					
		37.00		VDC= 70			
						PCI= 30	
						MALO	

Tabla 5.14: UNIDAD DE MUESTRA U-6.

Fuente: Elaboración propia.

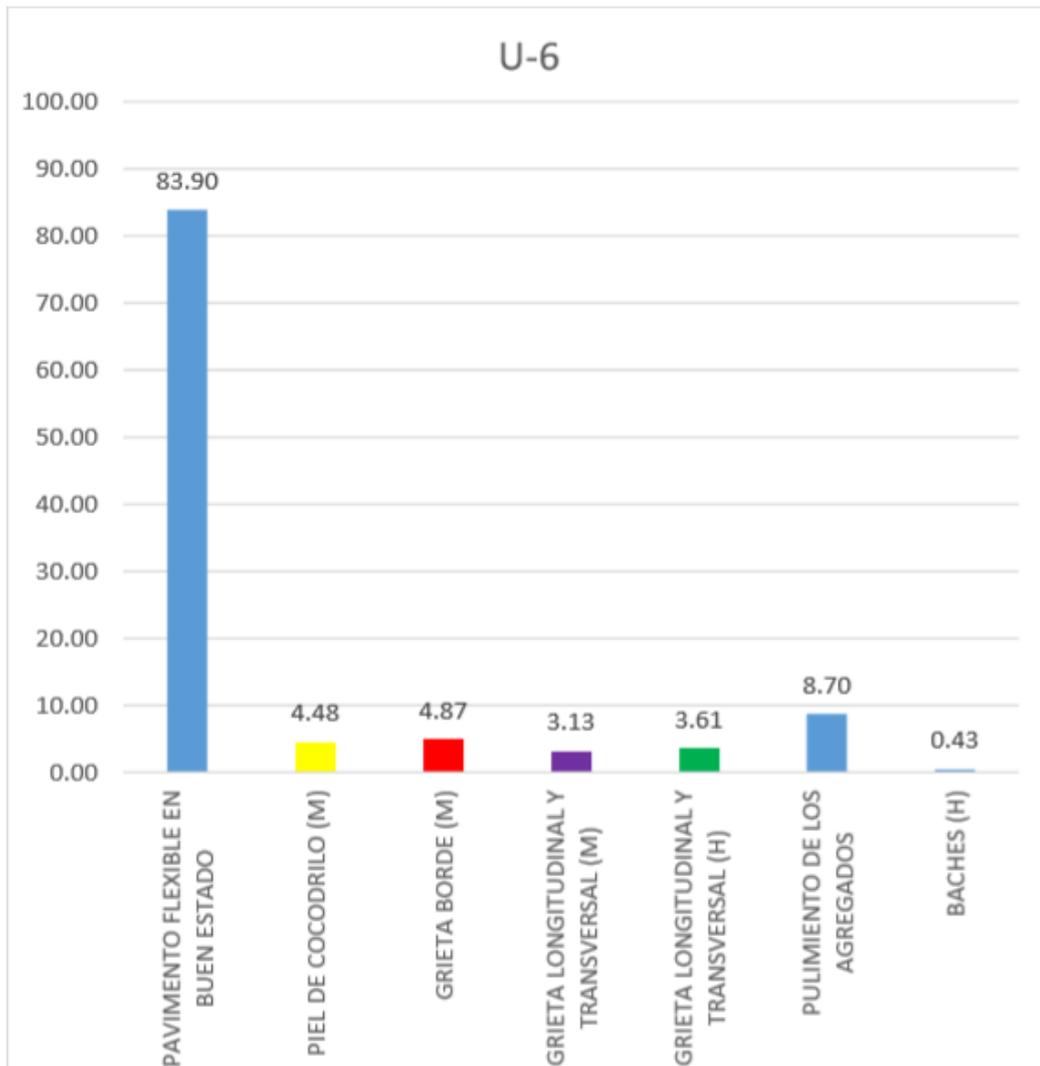


Figura 5.10: La incidencia de las patologías en U-6.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV	PCI= 30
1	38	37	29	7	3	2	114	5	60	<b>MALO</b>
2	38	37	29	7	2	2	113	4	65	
3	38	37	29	2	2	2	108	3	70	
4	38	37	2	2	2	2	81	2	59	
5	38	2	2	2	2	2	46	1	46	

Tabla 5.15: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-6.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-6 es el de pulimiento de agregados con una severidad de 8.7%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI						
TIPOS DE PATOLOGÍAS					UNIDAD DE MUESTRA: U-7	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo				CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600	
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados					
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches					
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea					
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos					
6.- Depresión	16.- Desprendimiento				EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH	
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabolicas					
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento					
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados				ÁREA: 229.8 M2	
PROG. INICIAL: 000+959.6		PROG. FINAL: 000+997.9			FECHA: 12/09/2019	
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD
7	M	6.40	4.20		10.60	4.61
10	M	10.50	4.00	1.80	16.30	7.09
10	H	0.80	1.80		2.60	1.13
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC	
		10.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			
		13.00	VDT=	32.00		
		9.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			
			VDC=	26		
					PCI=74	
				BUENO		

Tabla 5.16: UNIDAD DE MUESTRA U-7.

Fuente: Elaboración propia.

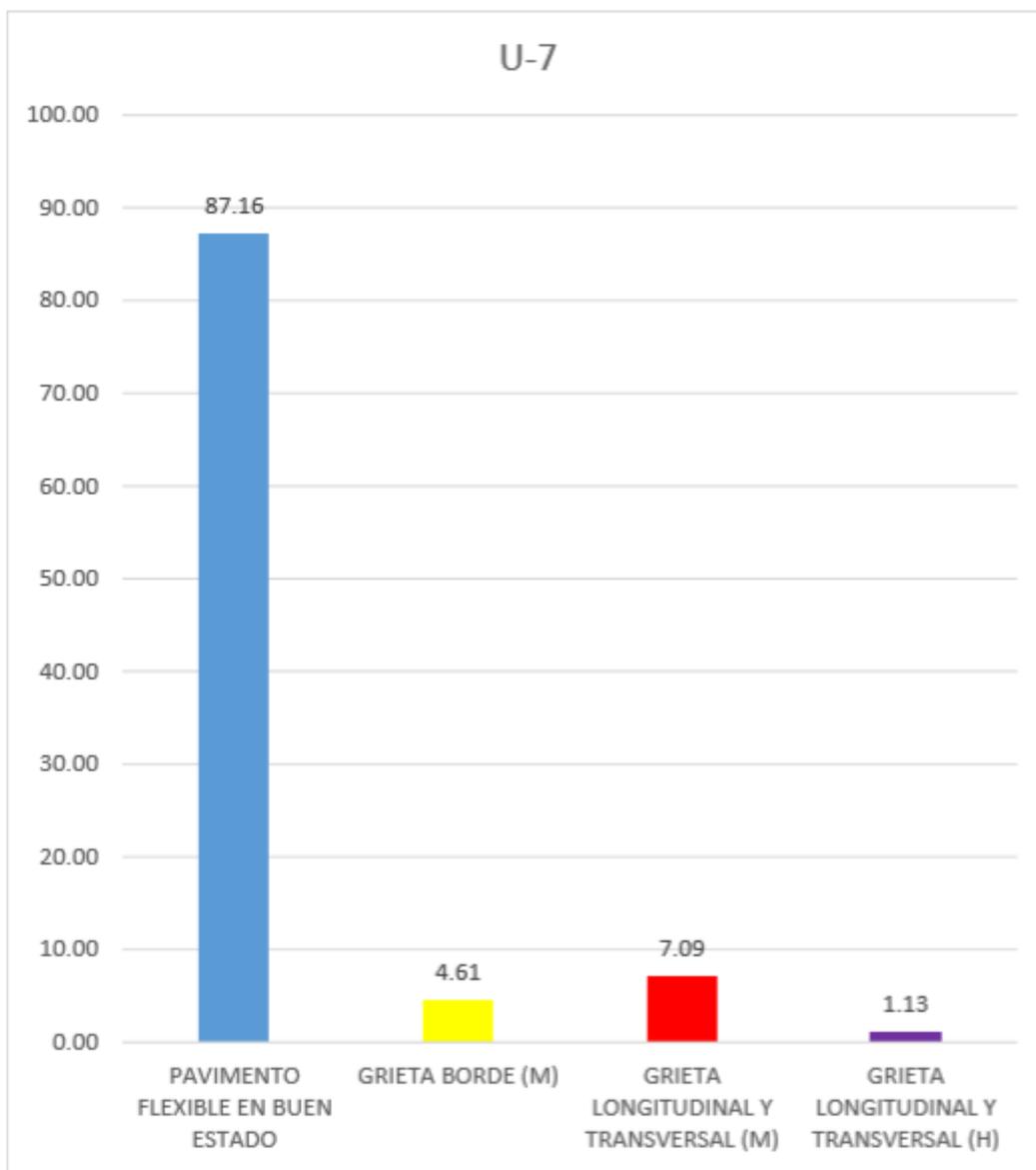


Figura 5.11: La incidencia de las patologías en U-7.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	q	CDV	PCI= 74
1	13	10	9	32	3	26	<b>MUY BUENO</b>
2	13	10	2	25	2	18	
3	13	2	2	17	1	17	

Tabla 5.17: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-7.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-7 es el de grieta longitudinal y transversal con una severidad media de 7.09%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS					UNIDAD DE MUESTRA: U-8		
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo				CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600		
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches						
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos						
6.- Depresión	16.- Desprendimiento				EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH		
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas						
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados				ÁREA: 229.8 M <sup>2</sup>		
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 001+036.2		PROG. FINAL: 001+074.5		FECHA: 12/09/2019			
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD
7	M	4.3	2.10			6.40	2.79
10	M	6.8	13.50	5.20		25.50	11.10
12		8.9	2.30	1.80	2.50	15.50	6.74
13	M	0.5	0.26	0.32	0.50	1.58	0.69
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC		
		8.00	VDT= 54.00				
		20.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)		PCI=62		
		2.00	VDC= 38			BUENO	
		24.00					

Tabla 5.18: UNIDAD DE MUESTRA U-8.

Fuente: Elaboración propia.

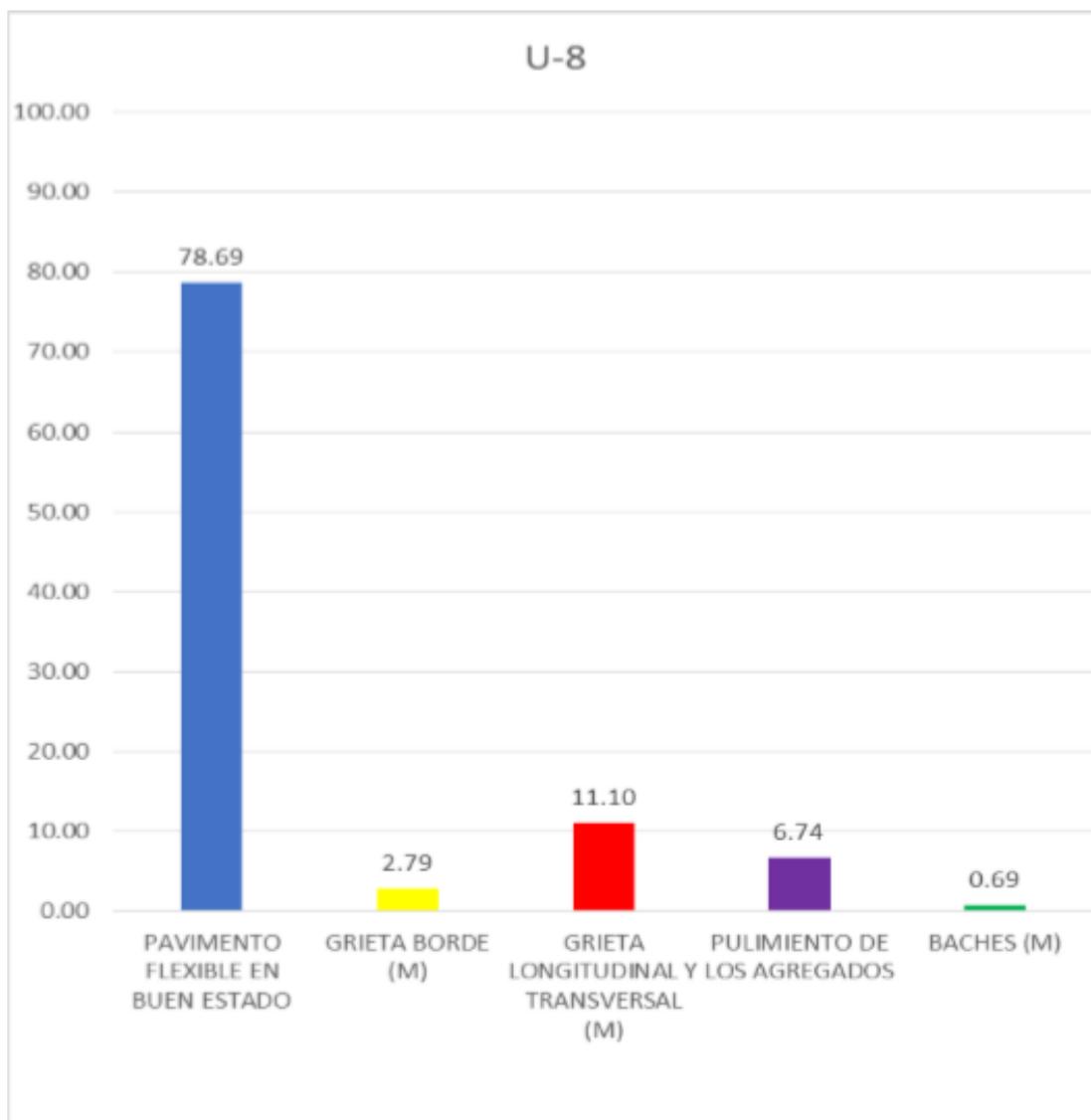


Figura 5.12: La incidencia de las patologías en U-8.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV	PCI= 62
1	24	20	8	2	54	4	28	<b>BUENO</b>
2	24	20	8	2	54	3	34	
3	24	20	2	2	48	2	38	
4	24	2	2	2	30	1	30	

Tabla 5.19: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-8.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-8 es el de grieta longitudinal y transversal con una severidad media de 1.10%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS						UNIDAD DE MUESTRA: U-9	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo					CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600	
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches					EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH	
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos					ÁREA: 229.8 M2	
6.- Depresión	16.- Desprendimiento						
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas					FECHA: 12/09/2019	
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 001+112.8		PROG. FINAL: 001+151.1					
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD
7	L	2.50	4.00	3.20	4.50	14.20	6.18
10	L	4.10	3.20	4.00		11.30	4.92
10	M	5.60	7.20	2.30		15.10	6.57
13	M	0.40	0.20	0.25	0.50	2.70	1.17
		0.50	0.45	0.40			
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC	
		4.00		VDT= 64.00			
		5.00		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			
		14.00					
		41.00		VDC= 51			
						REGULAR	

Tabla 5.20: UNIDAD DE MUESTRA U-9.

Fuente: Elaboración propia.

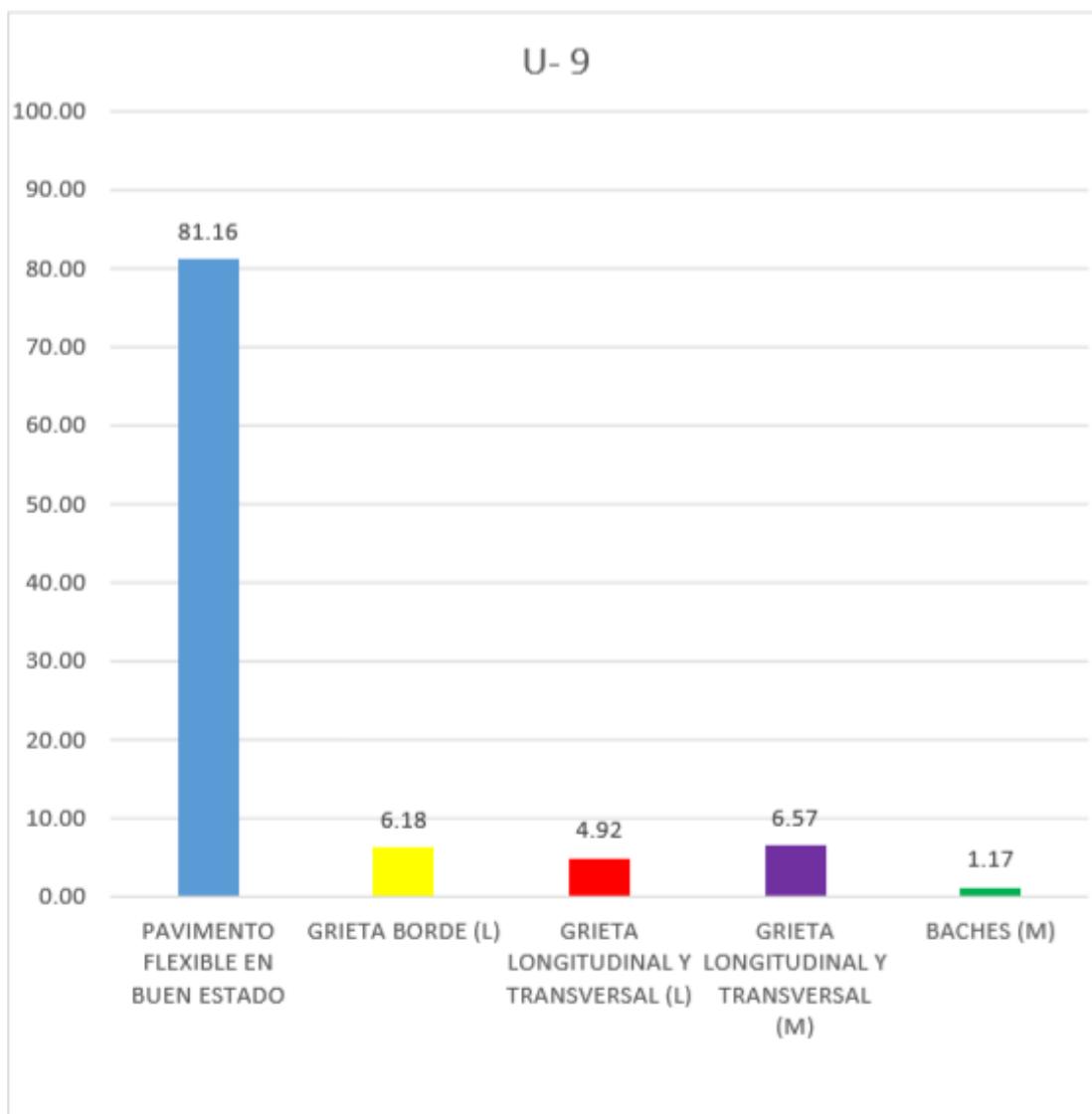


Figura 5.13: La incidencia de las patologías en U-9.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV	PCI= 49 <b>REGULAR</b>
1	41	14	5	4	64	4	37	
2	41	14	5	2	62	3	39	
3	41	14	2	2	59	2	51	
4	41	2	2	2	47	1	47	

Tabla 5.21: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-9.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-9 es el de grieta longitudinal y transversal con una severidad media de 6.57%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI					
TIPOS DE PATOLOGÍAS				UNIDAD DE MUESTRA: U-6	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo			CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600	
2.- Erodación	12.- Pulimiento de agregados				
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches				
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea			EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH	
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos				
6.- Depresión	16.- Desprendimiento				
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas			ÁREA: 229.8 M <sup>2</sup>	
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento				
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados				
10.- Grieta longitudinal y transversal					
PROG. INICIAL: 001+189.4		PROG. FINAL: 001+227.7		FECHA: 12/09/2019	
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD
1	L	0.50	2.10	2.60	1.13
7	L	3.60	4.00 1.20 4.50	13.30	5.79
8	M	2.60	1.30	3.90	1.70
10	M	2.30	1.20 4.20	7.70	3.35
10	H	1.30	0.80 3.00	5.10	2.22
13	L	0.3	0.25	0.55	0.24
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)	
		11.00		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT) VDT= 44.00	
		4.00			
		0.00			
		9.00		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC) VDC= 23	
		15.00			
		5.00			
				PCI= 100-VDC	
				PCI= 77	
				MUY BUENO	

Tabla 5.22: UNIDAD DE MUESTRA U-10.

Fuente: Elaboración propia.

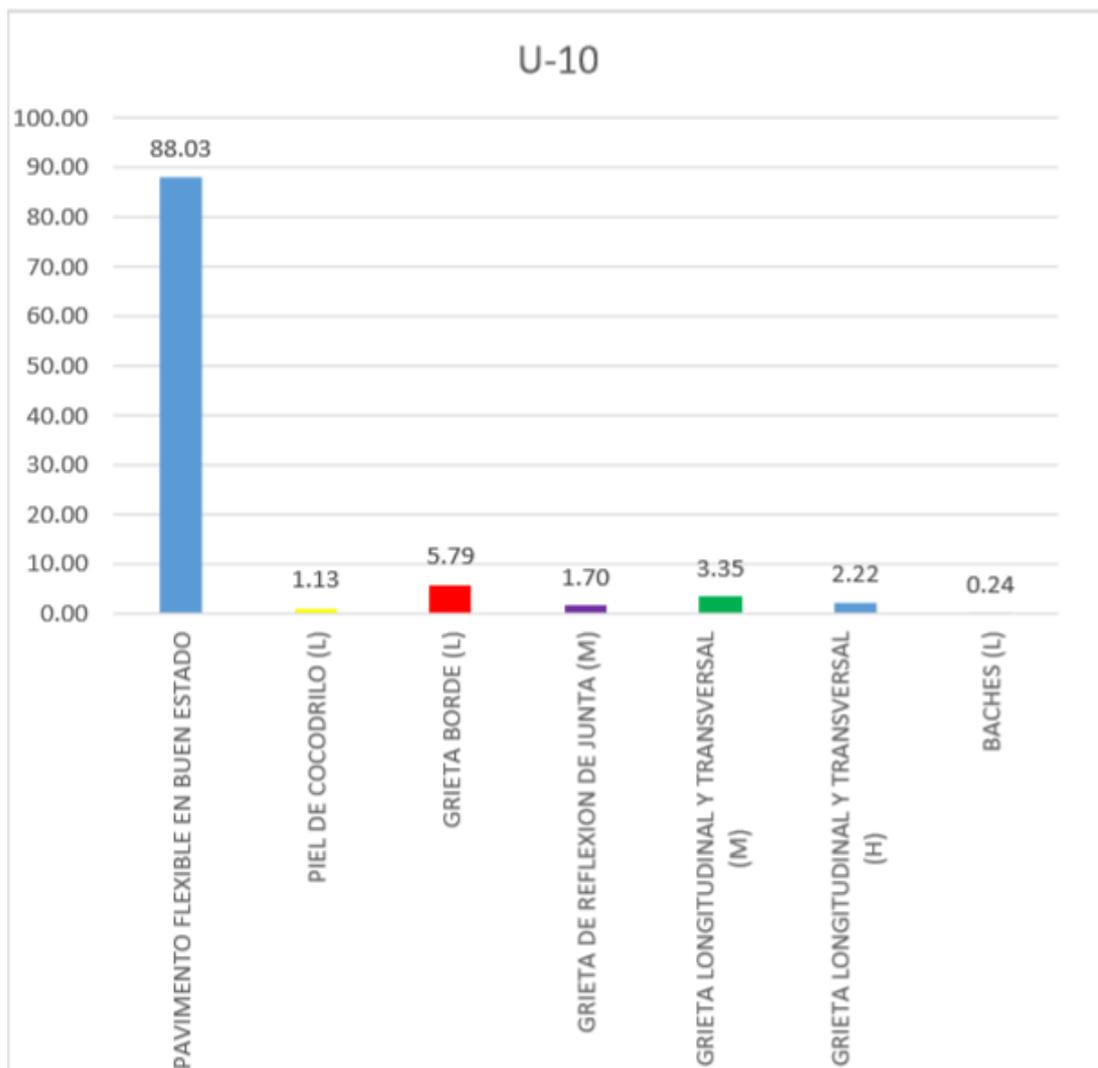


Figura 5.14: La incidencia de las patologías en U-10.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV	PCI= 77
1	15	11	9	5	4	44	5	19	<b>MUY BUENO</b>
2	15	11	9	5	2	42	4	21	
3	15	11	9	2	2	39	3	23	
4	15	11	2	2	2	32	2	23	
5	15	2	2	2	2	23	1	23	

Tabla 5.23: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-10.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-10 es la grieta borde con una severidad baja de 5.79%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS					UNIDAD DE MUESTRA: U-11		
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo			CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600			
2.- Exudación	12.- Pulimento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches			EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH			
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos			ÁREA: 229.8 M <sup>2</sup>			
6.- Depresión	16.- Desprendimiento						
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas			FECHA: 12/09/2019			
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 001+266		PROG. FINAL: 001+304.3					
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	
7	L	2.60	5.60	1.20	9.40	4.09	
7	M	1.20	3.60	3.00	7.80	3.39	
10	M	5.60			5.60	2.44	
10	H	2.50	7.20	1.50	11.20	4.87	
12		1.40	3.10	1.20	5.70	2.48	
19	H	7.6	13.40	12.00	11.30	44.30	19.28
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC	
		8.00		VDT= 63.00			
		9.00					
		10.00					
		11.00		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN		PCI= 35	
		12.00		CORREGIDO (VDC)			
		13.00		VDC= 75			MALO

Tabla 5.24: UNIDAD DE MUESTRA U-11.

Fuente: Elaboración propia.

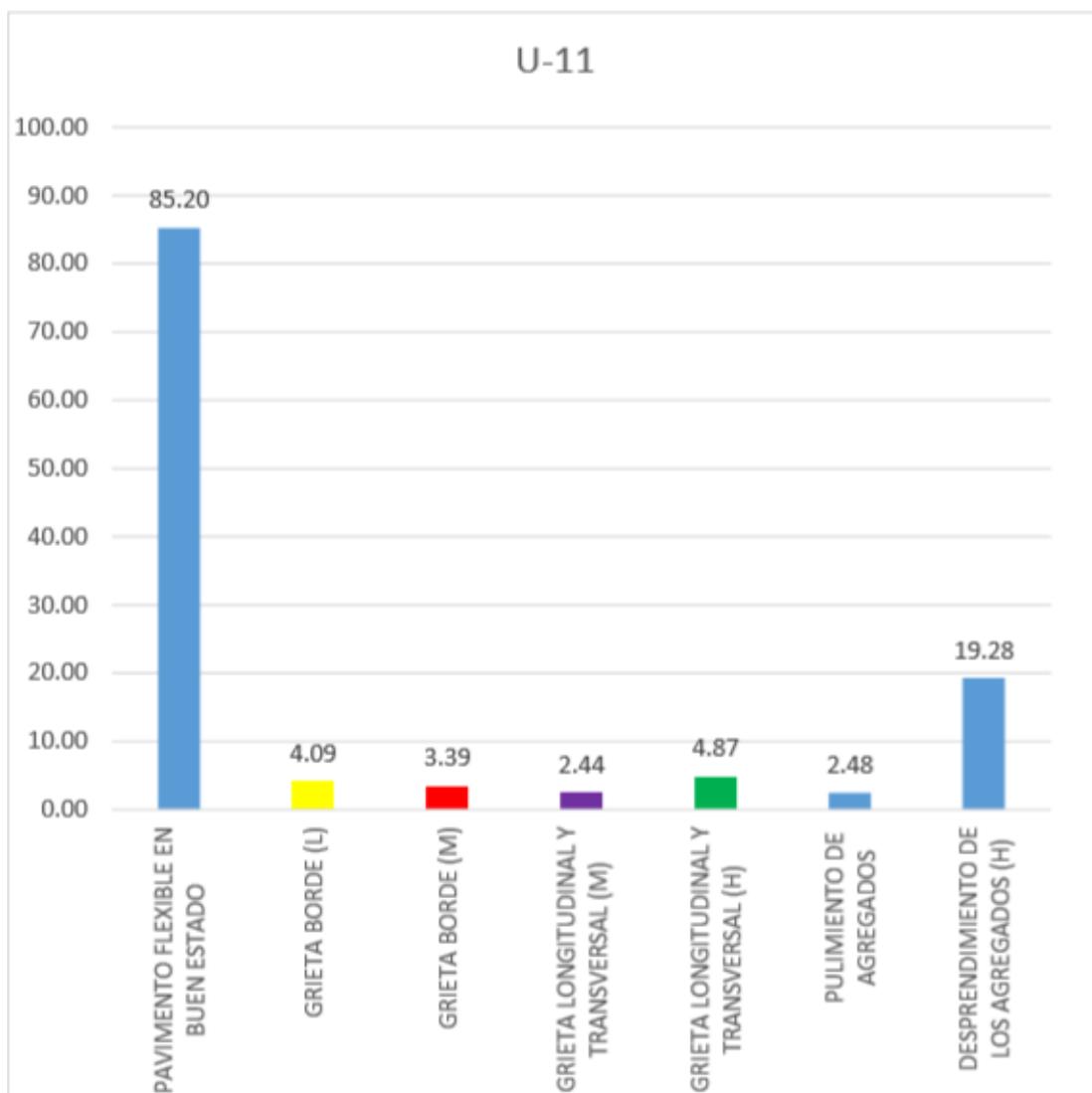


Figura 5.15: La incidencia de las patologías en U-11.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV	PCI= 35
1	55	18	8	7	4	92	5	48	<b>MALO</b>
2	55	18	8	7	2	90	4	51	
3	55	18	8	2	2	85	3	55	
4	55	18	2	2	2	79	2	65	
5	55	2	2	2	2	63	1	63	

Tabla 5.25: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-11.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-11 es el desprendimiento de los agregados con una severidad alta de 19.28%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI						
TIPOS DE PATOLOGÍAS					UNIDAD DE MUESTRA: U-12	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo			<b>CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600</b>  <b>EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH</b>  <b>ÁREA: 229.8 M2</b>		
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados					
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches					
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea					
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos					
6.- Depresión	16.- Desprendimiento					
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas					
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento					
9.- Desnivel camil/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados					
10.- Grieta longitudinal y transversal						
PROG. INICIAL: 001+342.6		PROG. FINAL: 001+380.9		FECHA: 12/09/2019		
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD
7	M	1.20	2.30	2.40	5.90	2.57
10	M	5.20	1.20	3.10	9.50	4.13
10	H	2.30	1.20		3.50	1.52
12		4.50	4.50	1.40	10.40	4.53
13	M	0.40	0.30	0.25	0.32	1.27
19	L	1.2	2.30	1.60	5.10	2.22
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC
		7.00		VDT= 55.00		
		10.00				
		11.00				
		0.00		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)		PCI= 62
		24.00		VDC= 38		
		3.00				BUENO

Tabla 5.26: UNIDAD DE MUESTRA U-12.

Fuente: Elaboración propia.

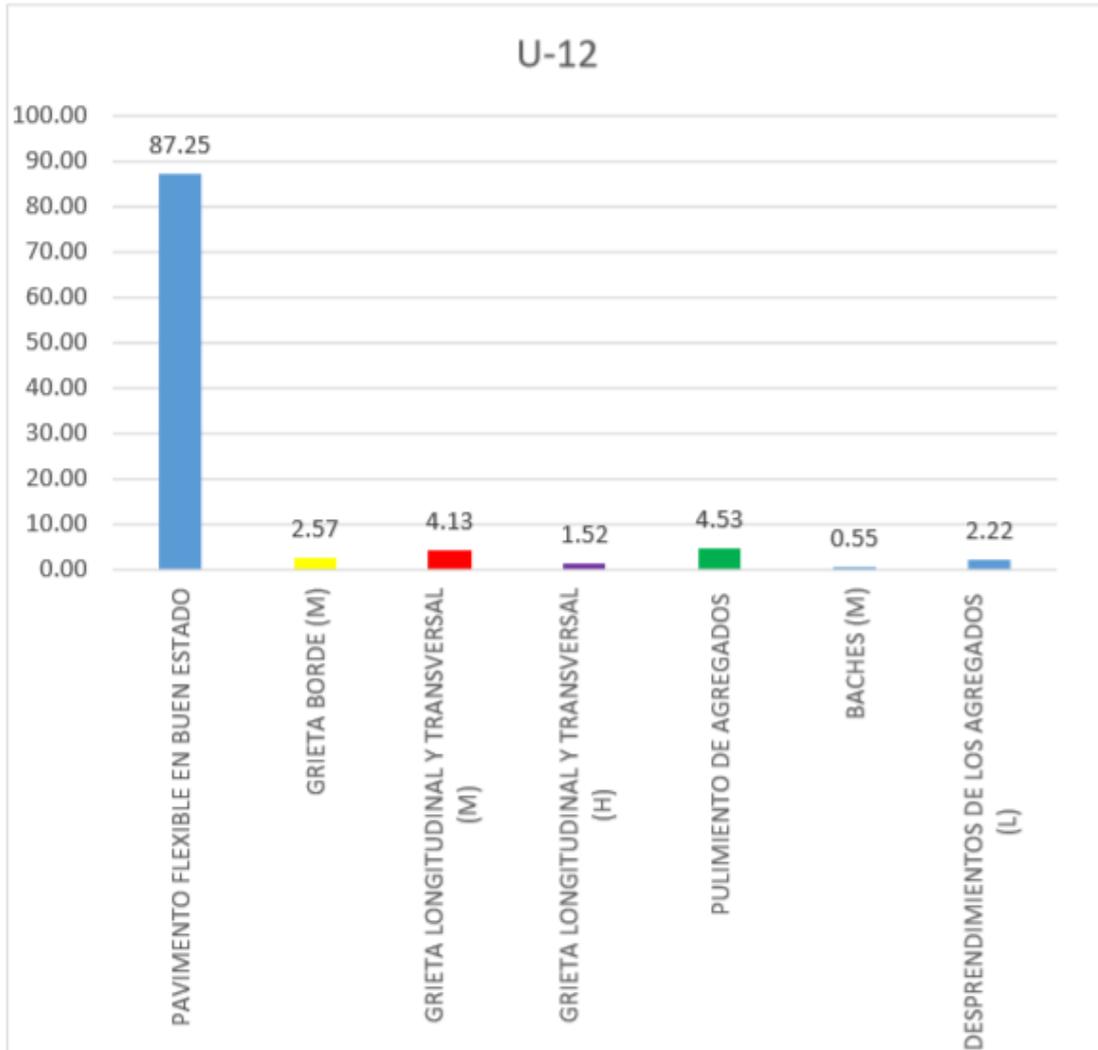


Figura 5.16: La incidencia de las patologías en U-12.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV	PCI= 62 <b>BUENO</b>
1	24	11	10	7	3	55	5	26	
2	24	11	10	7	2	54	4	29	
3	24	11	10	2	2	49	3	38	
4	24	11	2	2	2	41	2	31	
5	24	2	2	2	2	32	1	32	

Tabla 5.27: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-12.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-12 es el pulimiento de los agregados con 4.53%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS					UNIDAD DE MUESTRA: U-13		
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo			CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600			
2.- Exudación	12.- Pulimento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches			EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH			
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos			ÁREA: 229.8 M2			
6.- Depresión	16.- Desprendimiento						
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas			FECHA: 12/09/2019			
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 001+419.2		PROG. FINAL: 001+457.5					
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	
1	M	6.30	4.50	0.80	11.60	5.05	
10	M	4.20	4.10	1.40	1.50	11.20	4.87
12		13.50	14.50	4.60		32.60	14.19
13	H	0.20	0.30	0.25	0.60	1.35	0.59
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC	
		39.00		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)			
		11.00		VDT= 97.00			
		5.00		VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)			
		42.00		VDC= 64			
						PCI= 36	
						MALO	

Tabla 5.28: UNIDAD DE MUESTRA U-13.

Fuente: Elaboración propia.

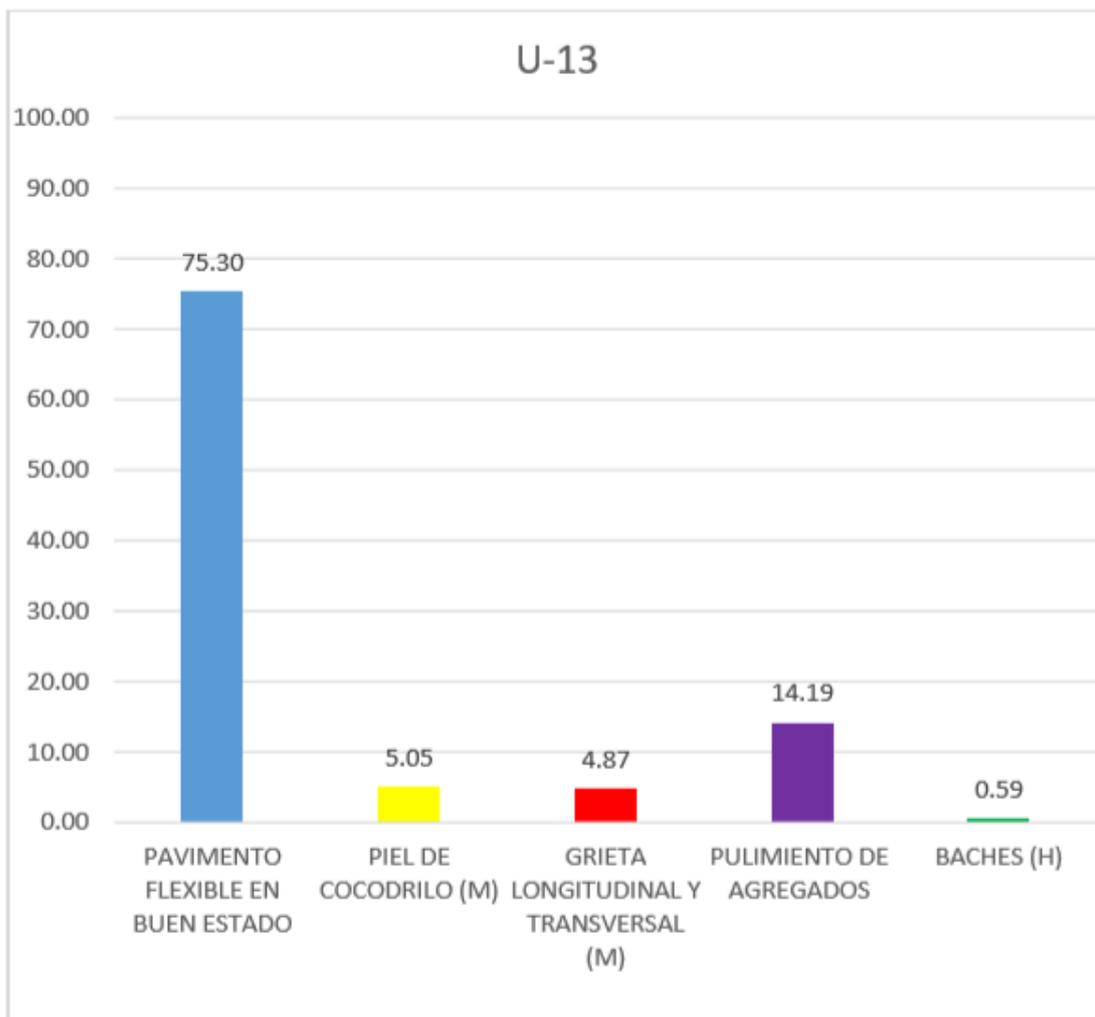


Figura 5.17: La incidencia de las patologías en U-13.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV	PCI= 36
1	42	39	11	5	97	4	56	<b>MALO</b>
2	42	39	11	2	94	3	58	
3	42	39	2	2	85	2	64	
4	42	2	2	2	48	1	48	

Tabla 5.29: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-13.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presente en la U-13 son los pulimientos de los agregados con una severidad de 14.19%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS					UNIDAD DE MUESTRA: U-14		
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo			<b>CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600</b>  <b>EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH</b>  <b>ÁREA: 229.8 M2</b>			
2.- Exudación	12.- Pulimiento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches						
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos						
6.- Depresión	16.- Desprendimiento						
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas						
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 001+495.8		PROG. FINAL: 001+534.1		FECHA: 12/09/2019			
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	
1	M	6.30	4.50	0.80	11.60	5.05	
10	M	4.20	4.10	1.40	1.50	11.20	4.87
12		13.50	14.50	4.60		32.60	14.19
13	H	0.20	0.30	0.25	0.60	1.35	0.59
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC		
		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)				
		10.00	VDT= 51.00				
		4.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				
		37.00	VDC= 48				
			REGULAR				

Tabla 5.30: UNIDAD DE MUESTRA U-14.

Fuente: Elaboración propia.

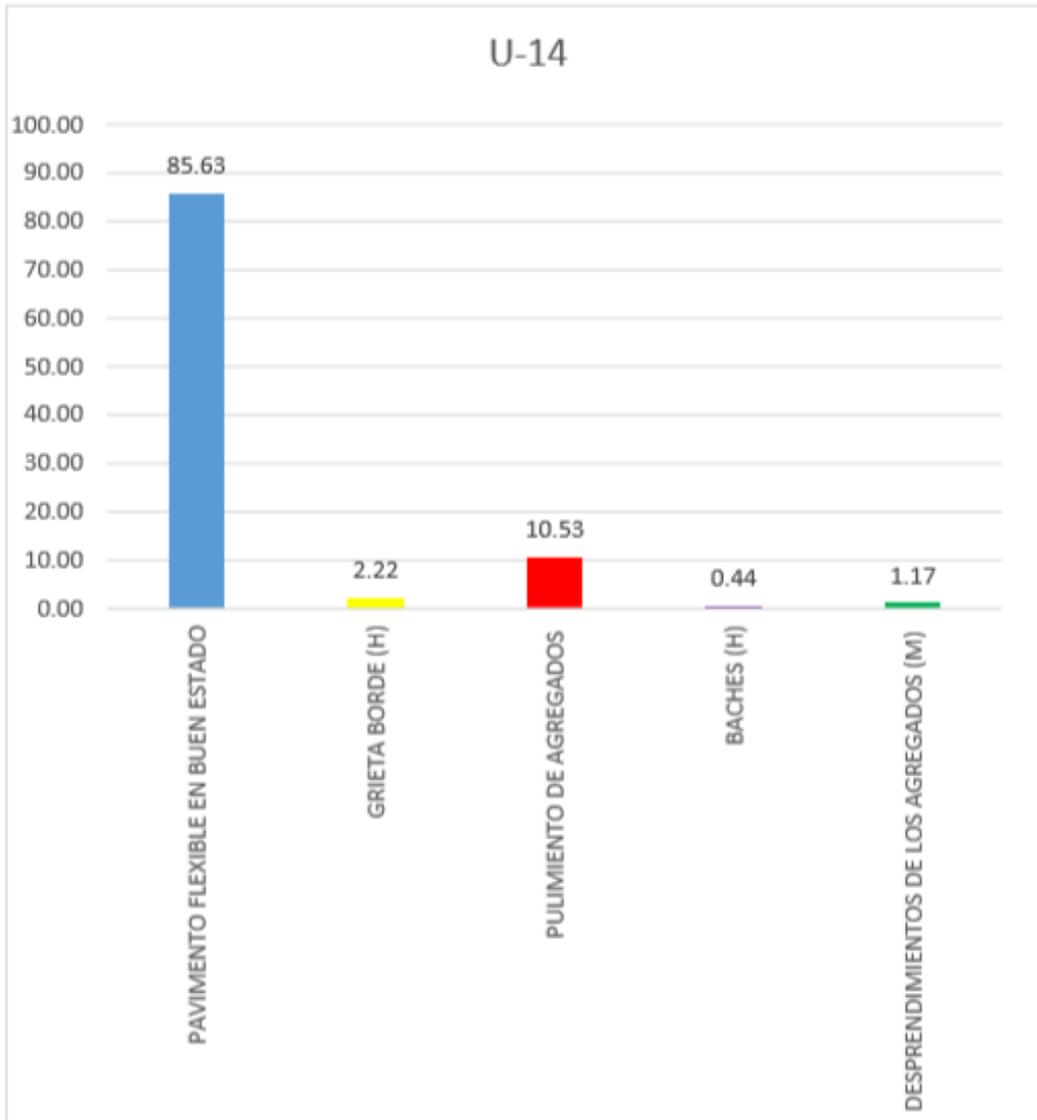


Figura 5.18: La incidencia de las patologías en U-14.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV	PCI= 52
1	37	17	10	4	68	4	38	<b>REGULAR</b>
2	37	17	10	2	66	3	42	
3	37	17	2	2	58	2	48	
4	37	2	2	2	43	1	43	

Tabla 5.31: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-14.

Fuente: Elaboración propia.

La patología con más incidencia presenta en la U-14 es el de pulimiento de los agregados con 10.53%.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS						UNIDAD DE MUESTRA: U-15	
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo					CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600	
2.- Exudación	12.- Pulimento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches					EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH	
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos					ÁREA: 229.8 M <sup>2</sup>	
6.- Depresión	16.- Desprendimiento						
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas					FECHA: 12/09/2019	
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel carril/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 001+572.4		PROG. FINAL: 001+610.7					
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD
7	M	1.10	0.80	0.95	0.76	3.61	1.57
7	H	2.30	2.10	2.30		6.70	2.92
10	L	1.30	5.00	5.60	4.20	16.10	7.01
10	M	5.20	4.50	6.30		16.00	6.96
13	M	0.20	0.35	0.24	0.30	1.09	0.47
13	H	0.7	0.28	0.36	0.25	1.59	0.69
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC		
		6.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)				
		13.00	VDT= 106.00		PCI= 31		
		7.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				
		14.00	VDC= 69		MALO		
		20.00					
		46.00			MALO		

Tabla 5.32: UNIDAD DE MUESTRA U-15.

Fuente: Elaboración propia.

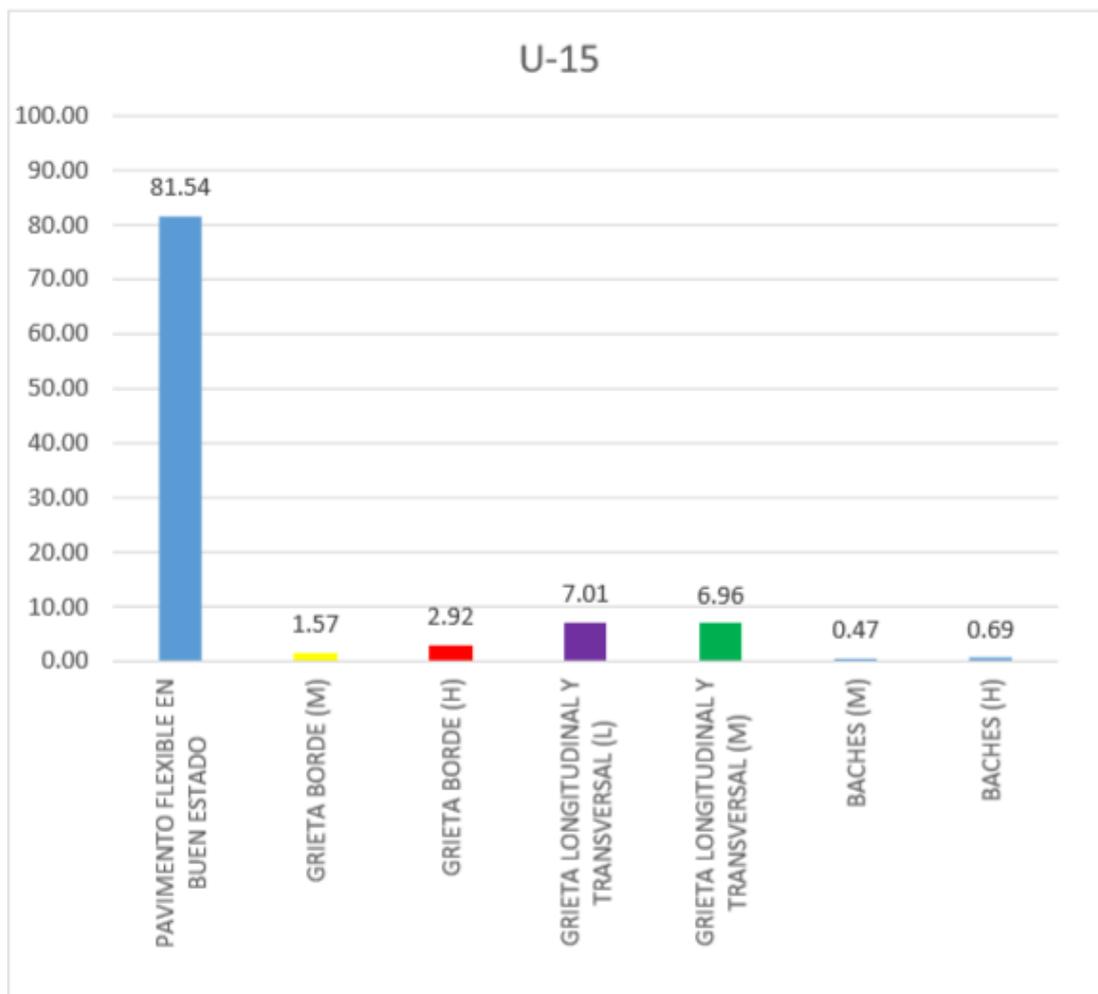


Figura 5.19: La incidencia de las patologías en U-15.

Fuente: Elaboración propia.

NRO	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV	PCI= 31
1	46	20	14	13	7	6	106	6	56	<b>MALO</b>
2	46	20	14	13	7	2	102	5	58	
3	46	20	14	13	2	2	97	4	69	
4	46	20	14	2	2	2	86	3	60	
5	46	20	2	2	2	2	74	2	59	
6	46	2	2	2	2	2	56	1	65	

Tabla 5.33: Resumen del CDV de la Unidad de Muestra U-15.

Fuente: Elaboración propia.

La patología que más incidencia presente en la unidad de muestra U-15 es el de grieta longitudinal y transversal con una severidad baja de 7.01%.

## 5.2 Análisis de resultados.

Se realiza a hacer un cuadro comparativo de las unidades de muestras procesadas en el PCI.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS				
UNIDAD DE MUESTRA	AREA M2	PCI DE LA MUESTRA	ESTADO DEL PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTRA	INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
U-1	229.8	31	MALO	PCI=43.33 EL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO ES REGULAR
U-2	229.8	41	REGULAR	
U-3	229.8	11	FALLADO	
U-4	229.8	27	MALO	
U-5	229.8	32	MALO	
U-6	229.8	30	MALO	
U-7	229.8	74	MUY BUENO	
U-8	229.8	62	BUENO	
U-9	229.8	49	REGULAR	
U-10	229.8	77	MUY BUENO	
U-11	229.8	35	MALO	
U-12	229.8	62	BUENO	
U-13	229.8	36	MALO	
U-14	229.8	52	BREGULAR	
U-15	229.8	31	MALO	

Tabla 5.34: Resumen de los resultados.

Fuente: Elaboración propia.

El índice de condición de pavimento de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la carretera Emp. Pe-3s (Ayacucho)-Socos km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho es REGULAR.

Además, se podrá observa las calificaciones de las patologías en el pavimento en la siguiente tabla y figura.

CLASIFICACIÓN DEL PAVIMENTO	N.º DE VECES	%
MUY MALO	1	6.67
MALO	7	46.67
REGULAR	3	20
BUENO	2	13.33
MUY BUENO	2	13.33
EXCELENTE	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100.00</b>

Tabla 5.35: Calificación de patologías.

Fuente: Elaboración propia.

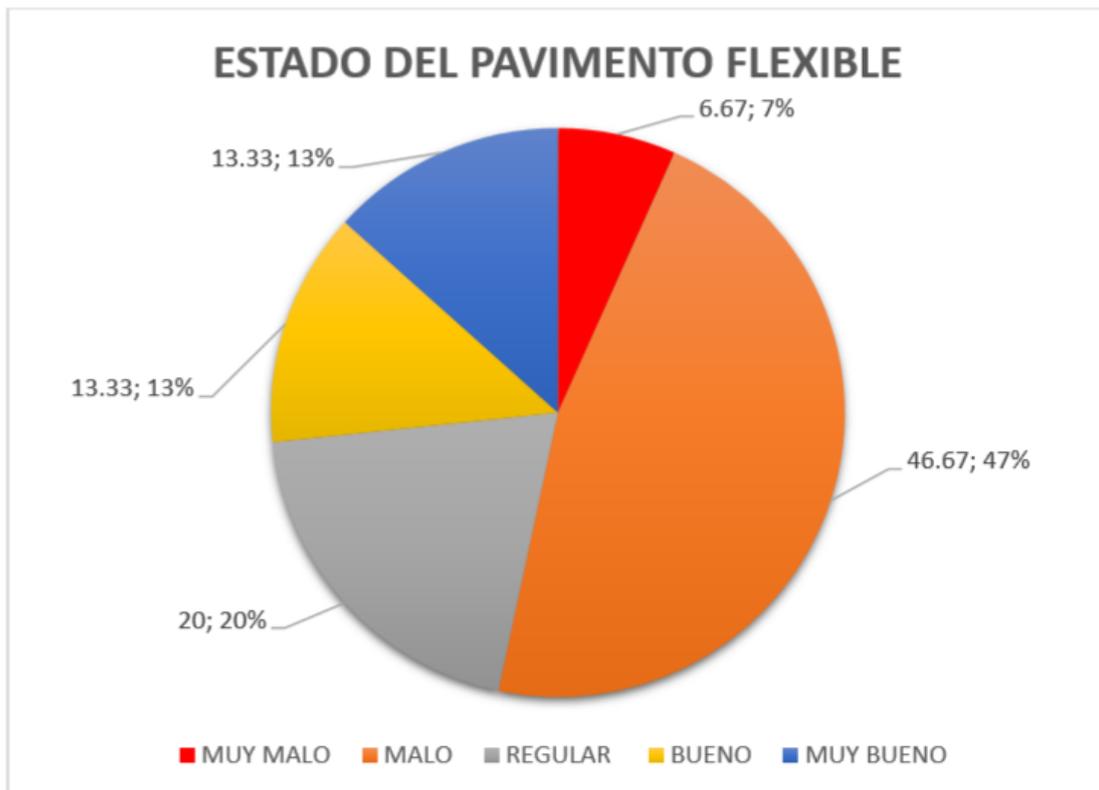


Figura 5.20: Calificación de patologías según su índice de condición.

Fuente: Elaboración propia.

En la investigación del pavimento el promedio de PCI es de 43.33 y clasificado en estado **REGULAR**.

La unidad U-3 del pavimento flexible se encuentra en estado fallado con PCI igual a 10. Las patologías que presentan son los siguientes: grietas longitudinales y transversales y piel de cocodrilo.

Las unidades U-1, U-4, U-5, U-6, U-11, U-13 y U-15 del pavimento flexible se encuentra en estado malo con PCI igual a 34, 30, 34, 32, 37, 39 y 35 respectivamente. Las patologías que presentan son los siguientes: piel de cocodrilo, grieta borde, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de los agregados, parcheo, baches, hinchamiento y desprendimiento de agregados.

Las unidades U-2 y U-9 del pavimento flexible se encuentra en estado Regular con PCI igual a 42 y 53 respectivamente. Las patologías que presentan son los siguientes: piel de cocodrilo, desnivel carril/ berma, pulimiento de los agregados, baches, grietas longitudinales y transversales y grieta borde.

Las unidades U-8, U-12 y U-14 del pavimento flexible se encuentra en estado Bueno con PCI igual a 64, 68 y 57 respectivamente. Las patologías que presentan son los siguientes: piel de cocodrilo, grieta borde, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de los agregados, baches, hinchamiento y desprendimiento de agregados.

Las unidades U-7 y U-10 del pavimento flexible se encuentra en estado Muy Bueno con PCI igual a 80 y 77 respectivamente. Las patologías que presentan son los siguientes: piel de cocodrilo, grieta borde, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de los agregados y baches.

Las patologías con el nivel de incidencia son los siguientes: ahuellamientos 0.31%, abultamiento y hundimiento 0.80%, corrugación 0.56%, huecos 0.02%, desprendimiento de agregados 13.08%, pulimento de agregados 10.10%, pulimiento de agregados 12.01%. por ello se encuentra en un estado BUENO. La patología más predominante es el desprendimiento de agregados 13.08%.

En cambio, en mi investigación se encontraron patologías de severidad alta,

porque la vía ha fallado porque la vía ha fallado por uso de vehículos pesados y la falta de limpieza de las cunetas. Porque el sistema de drenaje no está en funcionamiento por falta de manteniendo, por ello el agua siempre cruza las vías asfálticas haciendo que se desgastes a la vía. Por ello mi condición de pavimento está en un estado REGULAR. La falla que más influye en el pavimento con mayor grado de afectación es el desprendimiento de los agregados con 19.28 % de nivel de severidad alta.

## VI. CONCLUSIONES.

Con los resultados obtenidos se concluye que:

- Los tipos de patologías encontradas son piel de cocodrilo, grieta borde, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de los agregados, parcheo, baches, hinchamiento y desprendimiento de agregados.
- En la investigación se encontró varios tipos de patologías con el nivel de severidad media de 4.7% de piel de cocodrilo, 14.19% del pulimiento de los agregados, 7.59% de grieta borde con nivel de severidad media, 7.48% grietas longitudinales y transversales con nivel de severidad media, y 19.28% de desprendimiento de los agregados con nivel de severidad **ALTA**.
- En las patologías encontradas en el pavimento se encontró con mayor grado de afectación es el desprendimiento de los agregados con 19.28 % de nivel de severidad **ALTA**.
- Con el conocimiento del estado actual del pavimento flexible con un PCI promedio que es igual a **43.33** y según a la Tabla de clasificación de pavimentos se determina un estado **REGULAR**.

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.**

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar la nueva construcción del pavimento flexible y con un mejor diseño con el propósito de dejar una superficie nueva de la carretera Emp. PE-3S (Ayacucho) –Socos entre las progresivas km. 0+500 al km. 1+600 de la provincia de Huamanga.

Se debe tener en cuenta un diseño el drenaje para agua pluvial ya que este es uno de los factores más perjudiciales para la carpeta asfáltica.

Es recomendable realizar mantenimiento periódico continuo transitan vehículos pesados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

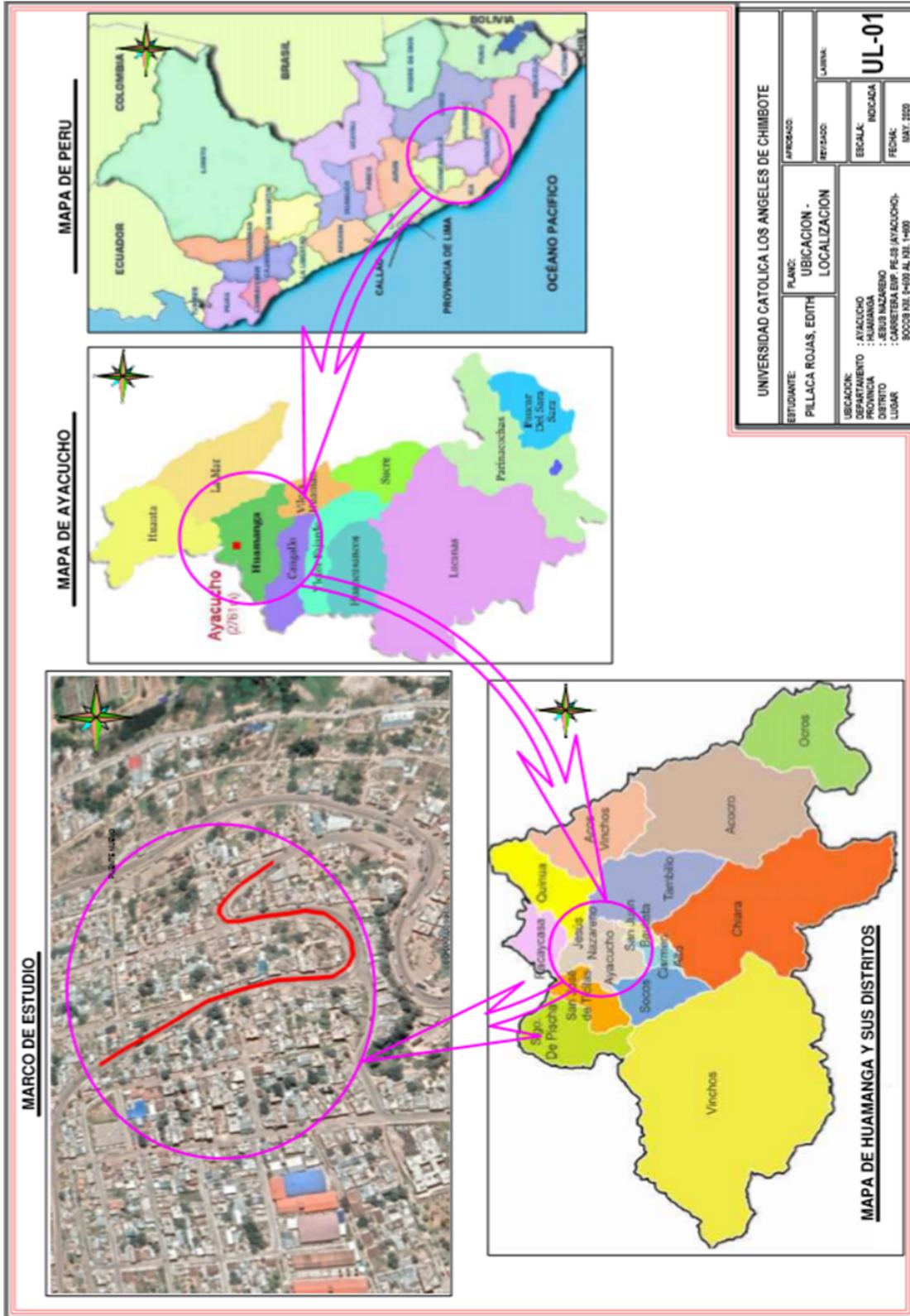
- [1] Cardenas J. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida carlos la torre cortéz, distrito de huanta, provincia de huanta, región ayacucho – agosto 2016. *ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 132. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1289>.*
- [2] Yvala F. Evaluacion economica en el ciclo de vida del pavimento rigido y flexible en las vias arteriales y colectoras del distrito de ayacucho. *UNSCH [Internet]. 2019 [Consultado 14 agosto 2020]; 338. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3567>.*
- [3] Hinostroza H. Diseno de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reduccion de la estructura del pavimento. *UNSCH [Internet]. 2019 [Consultado 14 agosto 2020]; 168. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2784>.*
- [4] Curipaco H. Programacion de un sistema de medicion de productividad para movimiento de tierra en una construccion de carretera por precios unitarios bajo un enfoque pmbok : Impacto en el alcance , tiempo y costo. *UNSCH [Internet]. 2015 [Consultado 14 agosto 2020]; 193. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/786/Tesis>*
- [5] Zapata A. *Determinacion y evaluacion de las patologias del pavimento flexible de la calle lima del asentamiento humano san pedro, distrito piura, provincia de piura y departamento de piura, noviembre 2017.* ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 163. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/8332>.
- [6] Dominguez Y. *Analisis patologico de la superficie del pavimento flexible en la calle loreto cuadra 4 a la 6- piura, 2015.* ULADECH [Internet]. 2015 [Consultado 14 agosto 2020]; 164.
- [7] Panta G. *Determinacion y evaluacion de las patologias del pavimento flexible de la av. chulucanas entre las progresivas km. 0+000 al km. 0+670 del distrito veintiseis de octubre, provincia de piura y departamento de piura, octubre 2017.* ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 107. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1856>.

- [8] Aquino J. *Determinacion y evaluacion de las patologias del asfalto para obtener el indice de integridad estructural del pavimento y condicion operacional de la superficie del pavimento flexible del jiron francisco bognessi del distrito de satipo, provincia de satipo, region junin, enero – 2017.* ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 180. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1941>.
- [9] Prentice R. *Determinacion y evaluacion de las patologias del pavimento flexible, para obtener el indice de integridad estructural y condicion operacional de la superficie de rodadura de la calle tupac amaru cuadras 1, 2, 3, 4 y 5, distrito de iquitos, provincia de maynas, region loreto, ano – 2018.* ULADECH [Internet]. 2018 [Consultado 10 agosto 2020]; 151. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/10551>.
- [10] Chumacero D. *Determinacion y evaluacion de las patologias en pavimento flexible de la av. marcavelica con prolongacion miguel grau y av. circunvalacion - piura, octubre 2017.* ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 135. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2360>.
- [11] Rumiche M. *Determinacion y evaluacion de las patologias de la capa de rodadura del pavimento flexible de la calle nicolas de pierola cuadra 4 y 5, provincia de sullana, departamento de piura, abril - 2014.* ULADECH [Internet]. 2014 [Consultado 10 agosto 2020]; 113. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3783>.
- [12] Serrano M. *Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de integridad estructural del pavimento flexible y condicion operacional de la pista de aeropuerto del aerodromo “manuel prado”. mazamari, junin, agosto - 2015.* ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 14 agosto 2020]; 239. Disponible en: <http://http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/274>.
- [13] Carhuapoma P. *Determinacion y evaluacion de las patologias en el pavimento flexible de la avenida ramon romero distrito veintiseis de octubre - piura, noviembre 2017.* ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 139. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3704>.
- [14] Becerril A & Miranda D. *Procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: Barranca larga en el estado de oaxaca.* UNAM [Internet]. 2016 [Consultado 14 agosto 2020]; 115.
- [15] Bulas F. *Tratamientos superficiales premexclados en base a cemento asfaltico o emulsion asfaltica en pavimentos flexibles.* UNAM [Internet]. 1996 [Consultado 14 agosto 2020]; 142.
- [16] Rojas M. *Conservacion de pavimentos rigidos y flexibles.* UNIVERSIDAD VILLA RICA [Internet]. 2012[Consultado 14 agosto 2020]; 118.

- [17] *Becerra J. Comparativa de pavimento flexible con pavimento rigido para la rehabilitacion de la autopista mexico-puebla del km 114+000 al km 127+500.* UNAM [Internet]. 2012[Consultado 14 agosto 2020]; 115.
- [18] *Miranda R. Deterioros en pavimentos flexibles y rigidos.* UACH [Internet]. 2010 [Consultado 10 agosto 2020]; 93. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmficim672d/doc/bmficim672d.pdf>.
- [19] *ALONSO MONTEJO. INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS. UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, 2006.*
- [20] *Rodriguez E. Calculo del indice de condicion del pavimento flexible en la av. luis montero, distrito de castilla.* PIRHUA [Internet]. 2009 [Consultado 12 agosto 2020]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1350>.
- [21] *ALFONSO MONTEJO. Ingenieria de pavimentos fundamentos estudios basicos y diseno.* UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, 2006.
- [22] *LUIS VASQUEZ. PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. INGEPAV, February 2002.*
- [23] *PIA RODRIGUEZ. Analisis de la situacion de las aguas servidas en zonas rurales de la iv, vi y rm de chile y proposicion de un sistema sustentable para su tratamiento.* UCHILE, 2011.

## **ANEXOS**

## **Anexo 1: Plano de ubicación y localización.**



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



**Fotografía 1:** Falla tipo baches encontrado en el Km 00+514 de la carretera Emp. Pe-3s (Ayacucho)-Socos.



**Fotografía 2:** Falla tipo grieta borde encontrado en el Km 000+574 en de la carretera Emp. Pe-3s (Ayacucho)-Socos.



**Fotografía 3:** Falla tipo desprendimiento de los agregados encontrado en el Km 00+610 de la carretera Emp. Pe-3s (Ayacucho)-Socos.



**Fotografía 4:** Falla tipo baches encontrado en el Km 000+657 de la carretera Emp. Pe-3s (Ayacucho)-Socos.



**Fotografía 5:** Falla tipo pulimiento de los agregados encontrado en el Km 000+890 de la carretera Emp. Pe-3s (Ayacucho)-Socos.



**Fotografía 6:** Falla tipo baches encontrado en el Km 001+350 la carretera Emp. Pe-3s (Ayacucho)-Socos.

## **Anexo 3: Instrumentos de evaluación.**

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE- PCI							
TIPOS DE PATOLOGÍAS					UNIDAD DE MUESTRA: U-2		
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo				CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM 0+500 AL KM 1+600		
2.- Exudación	12.- Pulimento de agregados						
3.- Agrietamiento en el bloque	13.- Baches				EJECUTOR: PILLACA ROJAS, EDITH		
4.- Abultamiento en el bloque	14.- Cruce de la vía férrea						
5.- Corrugación	15.- Ahuellamientos				ÁREA: 229.8 M2		
6.- Depresión	16.- Desprendimiento						
7.- Grieta borde	17.- Grietas Parabólicas				FECHA: 12/09/2019		
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento						
9.- Desnivel camil/ Berma	19.- Desprendimiento de agregados						
10.- Grieta longitudinal y transversal							
PROG. INICIAL: 000+576.6		PROG. FINAL: 000+614.9					
TIPO DE PATOLOGÍA	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD
1	L	6.30	1.30			7.60	3.31
9	M	2.30	13.40			15.70	6.83
12		10.50	12.40	8.60		31.50	13.71
13	M	0.55	0.90	0.30	0.35	2.10	0.91
19	H	12.60	2.40			15.00	6.53
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA		VALOR DEDUCIDO	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT)		PCI= 100-VDC		
		22.00	VDT= 104.00				
		6.00					
		12.00	VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC)				
		30.00					
		34.00	VDC= 59				
					PCI=41		
					REGULAR		