

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT
CONDITION INDEX EN LA CARRETERA
MAZAMARI – PANGO, PROVINCIA DE SATIPO”**

PRESENTADO POR:

Bach. WENDI EMA TORRES YLLESCA

Líneas de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT
CONDITION INDEX EN LA CARRETERA
MAZAMARI – PANGO, PROVINCIA DE SATIPO”**

PRESENTADO POR:

Bach. WENDI EMA TORRES YLLESCA

Líneas de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

Ph. D. MOHAMED M. HADI MOHAMED

ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis dos grandes amores mis Padres, por su ayuda, comprensión y estímulo constante a lo largo de todos estos años y lograr escalar y conquistar este peldaño más en la vida. A mi hermana, esa persona que estuvo apoyándome en cada decisión que tomara.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Antonio Adelpo Torres García y Gladis Yllesca Gutiérrez, que con sus convicciones me han instruido a no rendirme y siempre perdurar a través de sus sabios consejos.

A mi hermana Sarita Glida Torres Yllesca, que siempre estuviste motivándome y ayudándome, porque gracias a ti hoy puedo con alegría presentar y disfrutar esta tesis.

CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO
JURADO**

**ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO**

**ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS
JURADO**

**Mg. LOENEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE**

ÍNDICE

ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE GRAFICOS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRAT	XIX
INTRODUCCIÓN	XX
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema de investigación	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Justificación de la Investigación	3
1.3.1. Justificación práctica o social	3
1.3.2. Justificación teórica	3
1.3.3. Justificación metodológica.....	3
1.4. Delimitación de la Investigación.....	4
1.4.1. Delimitación espacial	4
1.4.2. Delimitación temporal	6
1.4.3. Delimitación económica.....	6
1.5. Limitaciones.....	6
1.6. Objetivos	6
1.6.1. Objetivo general.....	6
1.6.2. Objetivos específicos	6
CAPÍTULO II	8

MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Marco conceptual	15
2.2.1. Definición de pavimento	15
2.2.2. Características de un pavimento	16
2.2.3. Tipos de pavimentos	16
2.2.4. Partes de una carretera	19
2.2.5. Daños en el pavimento flexible.....	22
2.2.6. Descripción, causas y opciones de reparación de fallas	23
2.2.7. Carpeta asfáltica	66
2.2.8. Importancia de las metodologías de auscultación visual de pavimentos.....	70
2.2.9. Importancia de la clase de daño.....	72
2.2.10. Metodología PCI (pavement condition index).....	75
2.2.11. Procedimiento y metodología de análisis.....	82
2.2.12. Comportamiento del pavimento frente a cargas de tránsito .84	
2.2.13. Factores que influyen en el diseño de los pavimentos flexibles.	85
2.3. Definición de términos básicos	88
2.4. Hipótesis	90
2.4.1. Hipótesis General	90
2.4.2. Hipótesis Específicas	90
2.5. Variables.....	90
2.5.1. Definición conceptual de las variables	91
2.5.2. Definición operacional de las variables	91
2.5.3. Operacionalización de las Variables	92
CAPÍTULO III	94
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	94
3.1. Método de la investigación	94
3.2. Tipo de investigación	94

3.3. Nivel de la investigación	94
3.4. Diseño de investigación.....	95
3.5. Población y muestra	95
3.5.1. Población.....	95
3.5.2. Muestra.....	95
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	95
3.7. Procesamiento de la información	96
3.8. Técnicas y análisis de datos	96
CAPÍTULO IV	97
RESULTADOS	97
4.1. Presentación de resultados	97
4.1.1. integridad superficial	97
4.1.2. Propuesta técnica.....	150
4.1.3. Deterioro prematuro.....	158
CAPÍTULO V	167
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	167
5.1. Discusión de resultados	167
5.1.1. Integridad superficial	167
5.1.2. Propuesta técnica.....	167
5.1.3. Deterioro prematuro.....	168
CONCLUSIONES.....	170
RECOMENDACIONES.....	172
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	173
ANEXOS	175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N ^a 01: Localización del departamento	4
Figura N ^a 02: Localización de la provincia	5
Figura N ^a 03: Ubicación de la localidad de la carretera	5
Figura N ^a 04: Sección de un pavimento flexible	17
Figura N ^a 05: Localización del departamento	19
Figura N ^a 06: Piel de Cocodrilo, Nivel de severidad (L)	24
Figura N ^a 07: Piel de Cocodrilo, Nivel de severidad (M).....	24
Figura N ^a 08: Piel de Cocodrilo, Nivel de severidad (H)	25
Figura N ^a 09: Grietas de contracción (Bloque), Nivel de severidad (L).....	27
Figura N ^a 10: Grietas de contracción (Bloque), Nivel de severidad (M).....	27
Figura N ^a 11: Grietas de contracción (Bloque), Nivel de severidad (H)	28
Figura N ^a 12: Grietas de Borde, Nivel de severidad (L).....	29
Figura N ^a 13: Grietas de Borde, Nivel de severidad (M)	30
Figura N ^a 14: Grietas de Borde, Nivel de severidad (H)	30
Figura N ^a 15: Grietas de Reflexión de Juntas, Nivel de severidad (L).....	32
Figura N ^a 16: Grietas de Reflexión de Juntas, Nivel de severidad (M).....	32
Figura N ^a 17: Grietas de Reflexión de Juntas, Nivel de severidad (H)	33
Figura N ^a 18: Grietas de Borde, Nivel de severidad (L).....	35
Figura N ^a 19: Grietas de Borde, Nivel de severidad (M)	35
Figura N ^a 20: Grietas de Borde, Nivel de severidad (H)	36
Figura N ^a 21: Abultamientos y/o Hundimientos, Nivel de severidad (M) ...	38
Figura N ^a 22: Abultamientos y/o Hundimientos, Nivel de severidad (H)....	38
Figura N ^a 23: Corrugaciones, Nivel de severidad (L)	40

Figura Nª 24: Corrugaciones, Nivel de severidad (M)	40
Figura Nª 25: Corrugaciones, Nivel de severidad (L)	41
Figura Nª 26: Depresiones, Nivel de severidad (M)	42
Figura Nª 27: Depresiones, Nivel de severidad (H)	42
Figura Nª 28: Ahuellamientos, Nivel de severidad (L)	44
Figura Nª 29: Ahuellamientos, Nivel de severidad (M)	44
Figura Nª 30: Ahuellamientos, Nivel de severidad (H)	45
Figura Nª 31: Desplazamientos, Nivel de severidad (L)	46
Figura Nª 32: Desplazamientos, Nivel de severidad (H)	47
Figura Nª 33: Hinchamientos, Nivel de severidad (M)	48
Figura Nª 34: Hinchamientos, Nivel de severidad (H)	48
Figura Nª 35: Baches, Nivel de severidad (L)	50
Figura Nª 36: Baches, Nivel de severidad (M)	50
Figura Nª 37: Baches, Nivel de severidad (H)	51
Figura Nª 38: Peladura por Interperismo, Nivel de severidad (L)	52
Figura Nª 39: Peladura por Interperismo, Nivel de severidad (M)	53
Figura Nª 40: Peladura por Interperismo, Nivel de severidad (H)	53
Figura Nª 41: Mancha en pavimentos (exudación), Nivel de severidad (L)	55
Figura Nª 42: Mancha en pavimentos (exudación), Nivel de severidad (M)	55
Figura Nª 43: Mancha en pavimentos (exudación), Nivel de severidad (L)	56
Figura Nª 44: Agregado Pulido	57
Figura Nª 45: Desnivel de Carril – Berma, Nivel de severidad (L)	58
Figura Nª 46: Desnivel de Carril – Berma, Nivel de severidad (M)	59
Figura Nª 47: Desnivel de Carril – Berma, Nivel de severidad (H)	59

Figura Nª 48: Bacheo y Zanjas reparadas (Parches), Nivel de severidad (L)	60
Figura Nª 49: Bacheo y Zanjas reparadas (Parches), Nivel de severidad (M)	61
Figura Nª 50: Bacheo y Zanjas reparadas (Parches), Nivel de severidad (H)	61
Figura Nª 51: Desplazamiento, Nivel de severidad (M)	63
Figura Nª 52: Desplazamiento, Nivel de severidad (H)	63
Figura Nª 53: Cruce de sumideros de rejilla (cruce de rieles), Nivel de severidad (M)	65
Figura Nª 54: Cruce de sumideros de rejilla (cruce de rieles), Nivel de severidad (H)	65
Figura Nª 55: Comportamiento del pavimento	84

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 01: Curva - 11L Parcheo de grado bajo.....	99
Grafico N° 02: Curva valor deducido para sección 1	100
Grafico N° 03: Curva - 10 L Grietas de grado bajo.....	102
Grafico N° 04: Curva - 11L Parcheo de grado bajo.....	102
Grafico N° 05: Curva valor deducido para sección 2	103
Grafico N° 06: Curva - 11L Parcheo de grado bajo.....	105
Grafico N° 07: Curva valor deducido para sección 3	106
Grafico N° 08: Curva - 10 L Grietas de grado bajo.....	107
Grafico N° 09: Curva valor deducido para sección 4	108
Grafico N° 10: Curva - 11L Parcheo de grado bajo.....	110
Grafico N° 11: Curva valor deducido para sección 5	111
Grafico N° 12: Curva - 13M Huecos de grado bajo	112
Grafico N° 13: Curva - 13M Huecos de grado medio	113
Grafico N° 14: Curva valor deducido para sección 6	114
Grafico N° 15: Curva - 10 L Grietas de grado bajo.....	115
Grafico N° 16: Curva valor deducido para sección 7	116
Grafico N° 17: Curva - 10 L Grietas de grado bajo.....	118
Grafico N° 18: Curva valor deducido para sección 8	119
Grafico N° 19: Curva - 10 L Grietas de grado bajo.....	120
Grafico N° 20: Curva valor deducido para sección 9	121
Grafico N° 21: Curva - 11L Parcheo de grado bajo.....	123
Grafico N° 22: Curva valor deducido para sección 10	124
Grafico N° 23: Curva - 11L Parcheo de grado bajo.....	125

Grafico N° 24: Curva valor deducido para sección 11	126
Grafico N° 25: Curva - 13M Huecos de grado medio	128
Grafico N° 26: Curva valor deducido para sección 12	129
Grafico N° 27: Curva - 1L Piel de cocodrilo de grado bajo	130
Grafico N° 28: Curva valor deducido para sección 13	131
Grafico N° 29: Curva - 1L Piel de cocodrilo de grado bajo	133
Grafico N° 30: Curva valor deducido para sección 14	134
Grafico N° 31: Curva - 10 L Grietas de grado bajo.....	135
Grafico N° 32: Curva valor deducido para sección 15	136
Grafico N° 33: Curva - 10 L Grietas de grado bajo.....	138
Grafico N° 34: Curva valor deducido para sección 16	139
Grafico N° 35: Curva - 13M Huecos de grado medio	140
Grafico N° 36: Curva valor deducido para sección 17	141
Grafico N° 37: Curva - 11L Parcheo de grado bajo.....	143
Grafico N° 38: Curva valor deducido para sección 18	144
Grafico N° 39: Curva - 11L Parcheo de grado bajo.....	145
Grafico N° 40: Curva valor deducido para sección 18	146
Grafico N° 41: Curva - 13M Huecos de grado bajo	148
Grafico N° 42: Curva - 13M Huecos de grado medio	148
Grafico N° 43: Curva valor deducido para sección 20	149
Gráfico N° 44: Diagrama de evaluación PCI.....	152
Grafico N° 45: Índice plastico	160
Grafico N° 46: Detalle del porcentaje de incidencia	162
Grafica N° 47: Ciclo de vida para el pavimento sin mantenimiento	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N^a 01: Causas y soluciones para los daños más frecuentes.....	73
Tabla N^a 02: Rangos de calificación del PCI.....	76
Tabla N^a 03: Acciones a tener en cuenta de acuerdo al PCI.....	76
Tabla N^a 04: Daños en vías con superficie asfáltica	77
Tabla N^a 05: Unidades de muestreo	80
Tabla N^o 06: Variable Independiente	92
Tabla N^o 07: Variable dependiente.....	93
Tabla N^o 08: Levantamiento de fallas (Seccion 1)	98
Tabla N^o 09: Clasificacion del PCI	100
Tabla N^o 10: Levantamiento de fallas (Seccion 2)	101
Tabla N^o 11: Clasificacion del PCI	103
Tabla N^o 12: Levantamiento de fallas (Seccion 3)	104
Tabla N^o 13: Clasificacion del PCI	105
Tabla N^o 14: Levantamiento de fallas (Seccion 4)	106
Tabla N^o 15: Clasificacion del PCI	108
Tabla N^o 16: Levantamiento de fallas (Seccion 5)	109
Tabla N^o 17: Clasificacion del PCI	110
Tabla N^o 18: Levantamiento de fallas (Seccion 6)	111
Tabla N^o 19: Clasificacion del PCI	113
Tabla N^o 20: Levantamiento de fallas (Seccion 7)	114
Tabla N^o 21: Clasificacion del PCI	116
Tabla N^o 22: Levantamiento de fallas (Seccion 8)	117
Tabla N^o 23: Clasificacion del PCI	118

Tabla N° 24: Levantamiento de fallas (Seccion 9)	119
Tabla N° 25: Clasificacion del PCI	121
Tabla N° 26: Levantamiento de fallas (Seccion 10)	122
Tabla N° 27: Clasificacion del PCI	123
Tabla N° 28: Levantamiento de fallas (Seccion 11)	124
Tabla N° 29: Clasificacion del PCI	126
Tabla N° 30: Levantamiento de fallas (Seccion 12)	127
Tabla N° 31: Clasificacion del PCI	128
Tabla N° 32: Levantamiento de fallas (Seccion 13)	129
Tabla N° 33: Clasificacion del PCI	131
Tabla N° 34: Levantamiento de fallas (Seccion 14)	132
Tabla N° 35: Clasificacion del PCI	133
Tabla N° 36: Levantamiento de fallas (Seccion 2)	134
Tabla N° 37: Clasificacion del PCI	136
Tabla N° 38: Levantamiento de fallas (Seccion 16)	137
Tabla N° 39: Clasificacion del PCI	138
Tabla N° 40: Levantamiento de fallas (Seccion 17)	139
Tabla N° 41: Clasificacion del PCI	141
Tabla N° 42: Levantamiento de fallas (Seccion 18)	142
Tabla N° 43: Clasificacion del PCI	143
Tabla N° 44: Levantamiento de fallas (Seccion 19)	144
Tabla N° 45: Clasificacion del PCI	146
Tabla N° 46: Levantamiento de fallas (Seccion 20)	147
Tabla N° 47: Clasificacion del PCI	149
Tabla N° 48: Resumen de fallas en el tramo de evaluación	150
Tabla N° 49: Clasificación PCI para el tramo	150

Tabla N° 50: Clasificación del PCI	153
Tabla N° 51: Granulometría	159
Tabla N° 52: Límite Líquido y plástico	160
Tabla N° 53: Detalle del porcentaje de incidencia	161
Tabla N° 54: Fallas presentes en la vía.....	162

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari – Pangoa, provincia de Satipo?, el objetivo general fue: Determinar el resultado de la evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari – Pangoa, provincia de Satipo, y la hipótesis general fue: La evaluación superficial por el método Pavement Condition Index presenta resultados positivos garantizando la correcta evaluación del estado superficial de la carretera Mazamari- Pangoa- Cubantía.

El método de estudio de esta investigación fue el de deducción e inducción, el tipo de estudio fue el aplicado de nivel descriptivo y de diseño no experimental. La población estuvo constituida por la carretera Mazamari – Pangoa - Cubantía que comprende 33+531 km, el tipo de muestro fue el no aleatorio o dirigido, y que para esta investigación se seleccionó el tramo que comprende del km 0+000 al km 10+000, siendo esta 10 kilómetros.

La conclusión fundamental de esta investigación fue: Se ha determinado el resultado de la evaluación superficial contando con dos secciones de clasificación de muy buena debido a la presencia de huecos de grado bajo y medio presentando un rango de clasificación PCI de 83, el resto de las secciones presentan una clasificación de excelente debido a la presencia de parcheo, grietas, huecos, y piel de cocodrilo todas ellas de grado bajo, obteniendo un rango promedio de clasificación PCI del tramo es estudio de 95.32.

PALABRAS CLAVES: Fallas, Pavimento, Clasificación.

ABSTRAT

The present investigation had as a general problem: What is the result of the superficial evaluation by the Pavement Condition Index method on the Mazamari - Pangoa highway, Satipo province? The general objective was: To determine the result of the superficial evaluation by the method Pavement Condition Index on the Mazamari - Pangoa highway, Satipo province, and the general hypothesis was: The surface evaluation by the Pavement Condition Index method presents positive results, guaranteeing the correct evaluation of the surface condition of the Mazamari- Pangoa-Cubantía highway.

The study method of this research was the deduction and induction, the type of study was the applied descriptive level and non-experimental design. The population was made up of the Mazamari - Pangoa - Cubantía highway that comprises 34 + 530 km, the type of sampling was non-random or directed, and that for this research the section that includes km 0 + 000 to km 10+ was selected 000, this being 10 km.

The fundamental conclusion of this research was: The result of the superficial evaluation has been determined with two very good classification sections due to the presence of low and medium grade holes presenting a PCI classification range of 83, the rest of the Sections present an excellent classification due to the presence of patches, cracks, holes, and crocodile skin, all of them of low grade, obtaining an average PCI classification range of the study section of 95.32.

KEY WORDS: Fallas, Pavement, Classification.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó durante la evaluación de la carretera Mazamari – Pangoa – Cubantía, siendo esta una vía que fue inaugurada el 2018, ubicado en el departamento de Junín, provincia de Satipo y afecta a los distritos de Mazamari y Pangoa, contando con una longitud de 33+520 km, la evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera se realizó en los años 2020 y 2021. Específicamente se realizó para el tramo que corresponde del km 0+000 al km 10+000, así mismo esta investigación fue elaborada con la finalidad de aportar y plantear como propuesta de evaluación de serviciabilidad de las carreteras.

El desarrollo de esta investigación es la aplicación del Método P.C.I., se consigue implementar adecuadas alternativas de intervención para mejorar la condición operacional de los pavimentos flexibles en las vías urbanas de la ciudad de Chiclayo. El instrumento para la recolección de información fue la inspección visual, mediante las pautas señaladas por la Metodología P.C.I. (Pavement Index Condition), a través de formatos establecidos por la metodología, dirigido a la carretera Mazamari- Pangoa- Cubantía, considerando unidades de muestreo para algunos tramos de vías urbanas de la Provincia de Satipo, los datos obtenidos fueron procesados para su respectivo análisis estadístico e interpretación mediante lo establecido por la Metodología P.C.I., y con ayuda del aplicativo Microsoft Excel.

En la actualidad, a nivel mundial se cuenta con una gran cantidad de ensayos para determinar la serviciabilidad de los pavimentos, siendo la Metodología P.C.I. (Pavement Index Condition) la más utilizada en nuestro País, así mismo es común observar gran cantidad de vías que no cumplen con su periodo de diseño esto se debe a la falta mantenimiento y falta de evaluación para determinar las condiciones del pavimento para su inmediata intervención.

En la presente investigación se determinan evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari – Pangoa, provincia de Satipo.

El desarrollo de esta investigación se ha estandarizado en 5 capítulos, que son los siguientes:

CAPÍTULO I: Se da una percepción de la realidad problemática, considerando, la justificación, las delimitaciones y la formulación de los objetivos.

CAPÍTULO II: Marco teórico, se describe el marco teórico de la investigación, en este acápite se fundamenta los antecedentes nacionales e internacionales, y también el marco conceptual que es la definición de términos.

CAPÍTULO III: La metodología, aquí se desarrolla el método de estudio, el tipo de estudio, nivel y diseño de estudio, la población y muestra, así como también las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

EL CAPÍTULO IV: Desarrollo de los resultados obtenidos en la investigación.

EL CAPÍTULO V: Presentan el análisis y discusiones de los resultados. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Wendi Ema Torres Yllesc

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Entre los principales problemas que afectan al pavimento es el crecimiento se ha incrementado en los últimos 20 años, como respuesta a los cambios económicos y sociales que se han venido dando por efecto del crecimiento de la actividad minera y turística, la que propicia la inmigración de cantidades importantes de trabajadores de otros lugares del país. Una de las consecuencias del crecimiento acelerado del parque automotor de la ciudad, así como vehículos de carga pesada, que con el paso del tiempo producen las fallas en las carreteras, los cuales se reflejan mediante agrietamientos y deformaciones, que producen el entorpecimiento y retardo de la velocidad normal que debe llevar el vehículo. El alto índice de fallas en las vías de Sapito, puede deberse, a la falta de mantenimiento, exceso de tránsito y carga.

En nuestro país existen vías urbanas y carreteras que son el principal medio de conexión entre diferentes lugares, por tal motivo su utilización es permanente y necesaria para el desarrollo del país en varios aspectos, hoy en día los estados de las vías en el Perú no se encuentran con la serviciabilidad que estas ameritan. Actualmente existen diferentes metodologías para distinguir y evaluar la condición de vías y carreteras, estas se diferencian en la forma de clasificar los diferentes tipos de daños ya sean funcionales o estructurales que se puedan presentar.

En nuestra realidad y regional, los pavimentos flexibles se deterioran prematuramente antes de cumplir con la vida útil para la que fueron diseñados, debido especialmente al incremento de vehículos de alta capacidad de carga, así mismo es común observar gran cantidad de vías

que no cumplen con su periodo de diseño esto se debe a la falta de mantenimiento y falta de evaluación para determinar la condición del pavimento para su inmediata intervención.

La presente investigación se refiere a evaluar evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari – Pangoa, provincia de Satipo, para ello se presenta información detallada con respecto a la recolección de información de las fallas existentes en la vía.

1.2. Formulación del problema de investigación

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari – Pangoa, provincia de Satipo?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la condición en que se encuentra la carretera en términos de su integridad superficial, estructural en su evaluación por el método Pavement Condition Index?
- b) ¿Cuál es la propuesta técnica necesaria para la intervención de la carretera con respecto a su evaluación superficial?
- c) ¿Cuáles son los factores que afectan y dañan la carretera para un deterioro prematuro y del nivel de servicio que ofrece al usuario?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación práctica o social

Esta investigación se desarrolla con la finalidad de coincidir cuál son las serviciabilidades viales mediante la evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari – Pangoa a través de ello se reflejará la condición superficial y estructural de la carretera.

Así mismo con el desarrollo de este método en esta carretera se beneficiará económicamente y socialmente a las poblaciones de los distritos de Mazamari y Pangoa, así como también a las comunidades nativas de la zona.

1.3.2. Justificación teórica

Esta investigación asiste en evaluar las condiciones de los pavimentos verificando en grado de deterioro de la vía tomando en cuenta los criterios técnicos establecidos principalmente en los manuales de carreteras, manual de conservación vial y manual de Pavement Condition Index (P.C.I.) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. El procedimiento completo y detallado que se debe ser seguido se encuentra en la norma A.S.T.M. D. 6.4.3.3. – 0. 7..

1.3.3. Justificación metodológica

Los resultados de esta investigación garantizan la efectividad en su correcta aplicación del método PCI, sirviendo de aporte a las investigaciones futuras. De tal forma se incentivará su aplicación en todas las carreteras existentes y futuras, con el fin de aportar en la mejora de la serviciabilidad vial de estas para mejorar la conservación vial y mantenimientos preventivos de los pavimentos, apreciaciones válidas para proyectos similares y en escenarios diferentes.

1.4. Delimitación de la Investigación

1.4.1. Delimitación espacial

La presente investigación se realizó en la evaluación de la carretera Mazamari – Pangoa – Cubantía ubicado en el departamento de Junín, provincia de Satipo y afecta a los distritos de Mazamari y Pangoa, contando con una longitud de 3.4. +5.3.0. kilómetros.

Figura Nª 01: Localización del departamento



Figura N° 02: Localización de la provincia



Figura N° 03: Ubicación de la localidad de la carretera



1.4.2. Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los meses de noviembre, diciembre del año 2020 y enero del 2021.

1.4.3. Delimitación económica

Este estudio se realizó con recursos propios, no se tuvo financiamiento externo de ninguna institución o entidad pública y privada.

1.5. Limitaciones

- Únicamente se realizó la evaluación por el método P.C.I. para esta carretera ya que para otras vías deberán contar con su propia evaluación.
- En la carretera no se aplicaron correcciones o reparaciones en el momento, debido a que únicamente se identificó las fallas existentes y la condición de la vía en general.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar el resultado de la evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari – Pangoa, provincia de Satipo

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Identificar en que condición se encuentra la carretera en términos de su integridad superficial, estructural en su evaluación por el método Pavement Condition Index.
- b) Desarrollar la propuesta técnica necesaria para la intervención de la carretera con respecto a su evaluación superficial.

c) Describir cuáles son los factores que afectan y dañan la carretera para un deterioro prematuro y del nivel de servicio que ofrece al usuario

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes Internacionales

AMAYA CAMARGO, Andrés Fernando (2017) – Colombia, en su tesis de investigación titulada: “Análisis Comparativo Entre Metodologías V.I.Z.I.R. Y P.C.I. Para La Auscultación Visual De Pavimentos Flexibles En La Ciudad De Bogotá” Universidad Santo Tomás. El objetivo principal de la investigación fue realizar el análisis comparativo entre las metodologías de auscultación visual V.I.Z.I.R. (Francia) y P.C.I. (E.E.U.U.), para un tramo vial, construido en pavimento flexible y ubicado en la ciudad de Bogotá D.C, con el fin de verificar cuál de las metodologías se ajusta mejor al estado real del pavimento. Para ello se ha aplicado los métodos de evaluación V.I.Z.I.R. y P.C.I. en la auscultación de la Avenida Boyacá entre calle 26 y calle 9.3.A. (costado sur – norte), por unidades de muestreo cada 90 metros, también se estableció los porcentajes de daño actuales, a partir de las metodologías mencionadas para generar un cuadro comparativo del diagnóstico funcional de las vías mediante los métodos aplicados, también se evaluó y clasifíco la condición superficial del estado del pavimento utilizando dos metodologías para finalmente realizar un análisis estadístico de los resultados que muestre las diferencias encontradas en los métodos establecidos. Como conclusión presenta que Luego de evaluar y analizar el estado de deterioro del pavimento de la Avenida Boyacá entre calles 26 (Avenida del Dorado) y calle 93A, sentido Sur – Norte, para lo cual se utilizaron las metodologías P.C.I. y V.I.Z.I.R., se consiguieron resultados similares, obteniendo una clasificación promedio general para todo el tramo estudiado. Por la metodología P.C.I. se obtuvo una clasificación excelente, mientras que por la metodología

V.I.Z.I.R. se obtuvo una clasificación buena. Aunque éstas metodologías indican que el pavimento se encuentra en un buen estado, cabe resaltar que los carriles 1 y 2 que conforman la calzada lenta del tramo estudiado necesitan en su mayor parte mantenimiento y en algunos puntos de referencia una rehabilitación total, ya que por estos carriles transitan vehículos de carga pesada y pasajeros. Sin embargo, la serviciabilidad de la vía es buena ya que en gran parte de los puntos de referencia analizados se brinda una buena comodidad y seguridad para los usuarios.

PROVOSTE RÍOS, Jorge Antonio (2014) – Chile, en su tesis de investigación titulada: “Análisis Estadístico de Fallas en Pavimentos flexibles aplicado en tres calles de la Ciudad de Valdivia” Universidad Austral de Chile. El objetivo principal de la investigación fue conocer de forma completa y actualizada la situación en que se encuentran las estructuras de los pavimentos flexibles en tres calles de alto flujo vehicular en la ciudad de Valdivia. Para ello se ha identificado los tipos y componentes de una estructura de pavimento rígido y se clasificó las tipologías de fallas a las que se puede ver afectado una estructura de pavimento rígido mediante revisión bibliográfica, así mismo se presentó las posibles causas que puedan generar las distintas tipologías de fallas en los pavimentos de rígidos, también se realizó una inspección visual por las calles General Lagos, Ramón Picarte y Santiago Bueras las cuales poseen un gran tráfico vehicular con el fin de registrar las fallas más frecuentes encontradas a simple vista en los pavimentos rígidos, también se realizó un análisis estadístico con todos los datos recopilados con el fin de analizar la presencia de las fallas más frecuentes encontradas en las tres calles a estudiar mediante diferentes variables a considerar. Como conclusión presenta que mediante inspección visual, la cual es una técnica de evaluación no invasiva utilizada para conocer el estado real de las estructuras de pavimentos en las calles General Lagos, Ramón Picarte y Santiago Bueras, se puede determinar que las patologías más frecuentes que afectan a estas calles, quedan simplificadas en dos fallas generales: grietas longitudinales y grietas transversales. Durante la inspección de las

estructuras de pavimento en las tres calles en estudio, se realizó el recuento, medición (para su nivel de severidad) y clasificación de fallas, además de catalogar el desgaste de la losa en bajo, medios y altos (mediante las presencias de áridos en la superficies, patologías conocidas como pulimento de agregado), para poder ser considerado como medida de antigüedad en la construcción de cada estructura .

SIERRA DIAZ, Cristian Camilo (2016) – Colombia, en su tesis de investigación titulada: “Aplicación Y Comparación De Las Diferentes Metodologías De Diagnostico Para La Conservación Y Mantenimiento Del Tramo Pr 00+000 – Pr 01+020 De La Vía Al Llano (Dg 78 Bis Sur – Calle 84 Sur) En La Upz Yomasa” Universidad Católica De Colombia. El objetivo principal de la investigación fue analizar, evaluar y comparar la aplicación de las metodologías V.I.Z.I.R., Y P.C.I. en un pavimento flexible en el tramo P.R. 00+000 – P.R. 01+020 de la vía al llano (D.g. 78 bis sur – calle 84 sur) en la U.P.Z. yomasa. Para ello durante el proceso de investigación se ha comparado las metodologías P.C.I. y V.I.Z.I.R. en el tramo de vía estudiado para la evaluación del pavimento correspondiente a las metodologías V.I.Z.I.R. Y P.C.I. en función de los indicadores que se generen, también se determinó sobre el tramo de vía estudiado, los diferentes tipos de daño que se presentan en el pavimento y catalogarlos de acuerdo a los métodos de clasificación de las metodologías V.I.Z.I.R. P.C.I., así mismo se evaluó la severidad de los daños encontrados, en la vía de estudio, se calificó el estado superficial del pavimento y determinar la condición de pavimento, mediante las metodologías utilizadas, para cada unidad de muestreo, con ello se propone estrategias de intervención a partir de la comparación de las metodologías V.I.Z.I.R. P.C.I., Como conclusión presenta que en el tramo de vía evaluado P.R. 0.0.+0.0.0. – P.R. 0.1.+0.2.0. en el sector de Yomasa de acuerdo con las mediciones realizadas, los datos obtenidos y la evaluación de las condiciones del pavimento para la metodologías P.C.I. y V.I.Z.I.R. se obtuvo como resultado las calificaciones BUENO para la metodología V.I.Z.I.R. el cual obtuvo un valor del índice de deterioro superficial Is de 2 Y Excelente para la metodología P.C.I. que dio como

resultado un valor numérico de 89 , lo que indica que la vía que va desde P.R. 0.0.+0.0.0. hasta P.R. 0.1.+0.2.0. se encuentra en muy buenas condiciones y que por el momento no se requiere intervención alguna ya que así lo determinan los resultados del estado de condición del pavimento de pavimento V.I.Z.I.R. y P.C.I.

ALVARADO ORTIZ, José Ernesto (2015) – Ecuador, en su tesis de investigación titulada: “Propuesta De Un Programa De Mantenimiento De La Vía Izambapillaro, Provincia De Tungurahua” Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. El V.I.Z.I.R. P.C.I., objetivo V.I.Z.I.R. P.C.I., principal de la V.I.Z.I.R. P.C.I., investigación fue V.I.Z.I.R. P.C.I., elaborar un programa de V.I.Z.I.R. P.C.I., mantenimiento de la vía V.I.Z.I.R. P.C.I., Izamba (Yacupamba) – Píllaro (Redondel de ingreso), provincia de Tungurahua, para prolongar la vida útil del pavimento. Para ello se determinó las condiciones de la capa de rodadura y demás elementos, también se estableció los tipos de fallas existentes y el Índice de Condición del Pavimento para proyectar el mantenimiento preventivo, así también para elaborar el presupuesto referencial para el mantenimiento vial. Como conclusión presenta que de la información recolectada se puede deducir que se trata de una vía Clase III, sobre terreno montañoso, correspondiente a la red vial cantonal. Cuya sección transversal está provista de dos carriles de tráfico vehicular , de 4,47 m promedio cada uno.

PALOMINO SAAVEDRA, Cesar Augusto (201) – Colombia, en su tesis de investigación titulada: “Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52^a A 53C comparando los metodos V.I.Z.I.R. Y P.C.I.” Universidad Militar Nueva Granada. El objetivo principal de la investigación fue evaluar y comparar los métodos V.I.Z.I.R. y P.C.I. en un pavimento flexible urbano de la calle 134 entre cra 52^a y 53c. Para ello durante el proceso de investigación se ha evaluado un pavimento flexible urbano con los métodos V.I.Z.I.R. y P.C.I, así mismo de comparo los métodos de auscultación visual propuestos describiendo sus ventajas y desventajas para presentar resultados obtenidos con cada uno de los

métodos, Una de las herramientas necesarias para conocer el estado de un pavimento, es la auscultación superficial o visual. Consiste en una técnica de fácil aplicación, que realiza un levantamiento de daños, con el fin de darle una calificación a la superficie o capa de rodadura y definir las necesidades que requiere para reestablecer sus condiciones iniciales de servicio. Como conclusión presenta que la vía evaluada de la calle 134 entre cara 52a y 53c, con las metodologías P.C.I. y V.I.Z.I.R., se obtuvieron datos de calificación muy parecidos, para la auscultación con el método P.C.I el resultado promedio fue de 0.65, un estado BUENO y para el método V.I.Z.I.R. el índice de deterioro superficial fue de 2, un estado B.U.E.N.O. también, los resultados, demuestran que para este ejercicio la evaluación por los dos métodos, califica la vía en un buen estado, que los daños superficiales son menores, de igual manera las reparaciones o mantenimiento, a pesar de que las metodologías aplican procedimientos muy diferentes, su resultado fue muy parecido, pero para la auscultación y desarrollo del proceso completo, V.I.Z.I.R. tiene unos parámetros más sencillos de aplicar, se entienden más fácil, su calificación es muy práctica, diferencia los tipos de daños estructurales como tipo A y los daños funcionales como tipo B.

Antecedentes Nacionales

RABANAL PAJARES, Jaime Enrique (2014) – Lima, realizo la tesis: "Análisis Del Estado De Conservación Del Pavimento Flexible De La Vía De Evitamiento Norte, Utilizando El Metodo Del Índice de Condición Del Pavimento. Cajamarca – 2014". El objetivo del presente trabajo de investigación fue realizar el análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento. Para ello se realizar el inventario de las diferentes tipos de fallas y se determinó el nivel de severidad de cada una de los tipos de fallas y el índice de condición del pavimento para cada tramo homogéneo, una de las consecuencias del crecimiento acelerado del parque automotor de la ciudad, así como vehículos de carga pesada, que

con el paso del tiempo producen las fallas en las calles, los cuales se reflejan mediante agrietamientos y deformaciones, que producen el entorpecimiento y retardo de la velocidad normal que debe llevar el vehículo. Como conclusión presenta que el pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte entre el Jr. San Ginez y la Antigua Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca en el año 2.0.1.4., según la evaluación mediante el método del Índice de la condiciones del Pavimentos (P.C.I.) tiene una valor de P.C.I. = 49 y en concordancia con la escala de evaluación del P.C.I., se concluyen que el estados actuales de dichos pavimentos es Regular.

ALLENDE GARCIA, Fabrizio (2017) – Cusco, realizo la tesis: “Evaluación Comparativa De La Serviciabilidad De Las Vías: Saphi-Saqsaywaman, Saqsaywaman-Abra Ccorao, Abra Ccorao-Ccorao Y Ccorao-Rayaniyoc; Según La Determinación Del Índice De Condición Del Pavimento (P.C.I.) Y El Índice De Rugosidad Internacional (IRI)”. El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue determinar cómo varia la serviciabilidad mediante la medición del índice de condición del pavimento (P.C.I.) y el índice de rugosidad internacional (I.R.I.) y determinar cuál será la relación de equivalencia entre ambos resultados numéricos y cualitativos de las vías Saphis-Saqsaywamsan, Saqsayswaman-Abra Ccohrao, Abra Ccorsao-Ccsorao y Cscorao-Rsayaniyoc. Para ello se determinó el Índice de condición del pavimento (P.C.I.) promedio de los tramos Saphi-Saqsaywsaman, Saqsasywaman-Abrsa Ccsorao, Abra Ccsorao-Ccsorao y Ccsorao- Rasyaniyoc, así mismo se determinó el Índice de rugosidad internacional (I.R.I.) promedio de los tramos, para desarrollar la relación de equivalencia de los resultados numéricos que existe entre el índice de condición del pavimento (P.C.I.) y el índice de rugosidades internacionales (I.R.I.) para el análisis del grado de serviciabilidad de las vías. Como conclusión presenta que la serviciabilidad de cuatros tramos de vías de primer orden para nuestra región se encuentran en buenas condiciones, ya que son vías principales y de prioridad para el turismo en la ciudad del cusco , mediante dos métodos de análisis de pavimentos flexibles,

relativamente nuevos para nuestro país, para tramos largos de carretera utilizadas actualmente por muchos países, estos métodos nos facilitan el trabajo de análisis de pavimentos flexibles.

MORI GRANDEZ, David Jhonatan (2018) – Lima, realizo la tesis: “Estudio comparativo de las fallas del pavimento asfaltico con los manuales del PCI y de mantenimiento o conservación vial del MTC en la av. Pedro Beltran - Ventanilla”. El objetivo del presente trabajo de investigación es investigar las metodologías del manual de Mantenimiento o Conservación Vial del MTC y del manual del Pavement Condition Index (P.C.I.) para determinar el índice de condición en los pavimentos asfalticos de la Av. Pedro Beltrán con el fin de elegir un manual que sea de aplicación sencilla para la inspección visual de los pavimentos asfalticos y así lograr alcanzar un estándar ideal. Para ello se investigó las normas de estudio para identificar el Índice de Condición de las vías urbanas y se determinó el estado de condición de la Av. Pedro Beltrán aplicando los métodos del manual de Mantenimiento o Conservación Vial del M.T.C. y del Pavement Condition Index (P.C.I.) para calcular el Índice de Condición para analizar y comparar la facilidad de aplicación de los métodos del manual (P.C.I.) para determinar el Índice de Condición y proponer su estándar de aplicación. Como conclusión presenta que el manual del P.C.I. es de uso más práctico y sencillo para evaluar las fallas en un pavimento asfaltico, comparado con el manual de mantenimiento o conservación vial del M.T.C. debido al uso del software U.N.A.L. P.C.I.A. y al uso prácticos del manuales.

MUÑOZ SALAZAR, Luis Angel (2018) – Lima, realizo la tesis: “Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible Del Tramo 3 De La Carretera Interoceánica Norte Perú – Brasil Aplicando El Método PCI”. El objetivo del presente trabajo de investigación fue establecer el diagnóstico del pavimento flexible del Tramo 3 de Carretera Interoceánica Norte Perú - Brasil, mediante la aplicación del método del PCI . Para ello se identificó los tipos de fallas presentes en el pavimento flexible a través de inspecciones

visuales así mismo se determinó los niveles de severidad y cantidad de las fallas existentes, para poder calcular el índice de condición de pavimento para cada sección de pavimento. Como conclusión presenta que tras la evaluación, se identificaron 10 tipos de fallas en el pavimento de la vía en estudio, de los cuales, el 97,2% corresponden a las fallas del tipo: grietas longitudinales y transversales, parches y acometidas de servicios, desnivel carril/berma, grietas de borde y piel de Cocodrilo, el 59,3% de las fallas localizadas en el pavimento son de baja severidad (L), lo que indica que la mayor parte de la vía sufre daño superficial, ya que estas fallas solo causan deterioro a la capa de rodadura; por otra parte, las fallas de mediana severidad (M), que abarcan el 28,5%, podrían estar causando deterioro a la estructura del pavimento, para lo cual se debe realizar las acciones de mantenimiento y evitar que su severidad sea mayor; por ultimo están las fallas de alta severidad (H) con el 12,3%, siendo el 9,7% del tipo parches y acometidas de servicios, a este nivel de severidad, el deterioro de la estructura del pavimento es mayor, por lo que los trabajos de rehabilitación pueden ser necesarios.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Definición de pavimento

Se define como pavimento al conjunto de capas de materiales seleccionados y adecuadamente compactados, distribuido de forma horizontal y estratificado, apoyadas sobre la subrasante, que se encarga de recibir todas las cargas de tránsito y transmitir las a las capas inferiores, proporcionando resistencia de forma adecuada a los esfuerzos generados por estas cargas durante el periodo de diseño. Con el objeto de facilitar el tránsito de vehículos de una manera rápida, cómoda, segura, eficiente y económica.

2.2.2. Características de un pavimento

Para cumplir adecuadamente con sus funciones, un pavimento debe tener las siguientes características:

- Resistencias frente a las cargas de tránsito.
- Regularidades su superficie en sentido transversal como longitudinales.
- Resistencias frente al intemperismo.
- Económicos.
- Adecuadas condiciones de drenaje.
- Adecuados niveles de ruidos que generados por los tránsitos de los vehículos ya que afecta tanto a pasajeros como el entorno.
- Colores adecuados

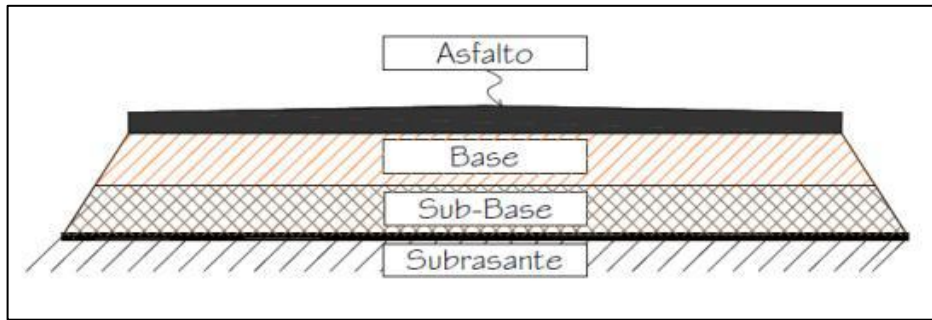
2.2.3. Tipos de pavimentos

Los pavimentos se clasifican de acuerdo al material del que estén constituidos y de la manera en que se estratifican, para esto han sido divididos en cuatro (4) grupos, que se menciona a continuación:

A) Pavimentos flexibles.

Este tipo de pavimento está formado por una carpeta bituminosa que generalmente va apoyada sobre dos (2) capas no rígidas (base y sub-base). Se caracteriza por admitir grandes deformaciones al momento en que se le aplica la carga sin que haya rotura de la carpeta asfáltica.

Figura N° 04: Sección de un pavimento flexible



Fuente: Cruz, C., Y Palacios (2012)

Los daños en los pavimentos flexibles se deben a múltiples causas, entre las cuales se encuentran las debidas a la mala calidad de las mezclas asfálticas, ocasionadas por fallas en los procesos industriales de su fabricación o a los materiales usados en la producción de las mismas, ya sean los áridos de base o subbase o los ligantes, y por los procesos constructivos, por lo que se exige un mayor control de calidad que se debe aplicar desde el diseño y construcción de la estructura.

Periodo de Diseño

Este periodo tiene que ver con el tiempo total de cual se dispone para el diseño y ejecución de las obras, asumiendo los recursos y herramientas requeridos; ello en función de las diferentes alternativas y las características de cada carretera o vía, como se señala a continuación:

- Pavimento Flexible: 10 años (Periodo inicial) y de 10 a 20 años.

B) Pavimentos semi-rígidos.

También conocido como pavimento semi-flexible, conserva básicamente la misma estructura a la de un pavimento flexible, además tiene una o más de sus capas rigidizada artificialmente empleando aditivos (asfalto, cal, cemento, emulsión, químicos). El empleo de estos “aditivos se realiza con el fin de corregir o alterar las propiedades mecánicas de los materiales que no se han aptos para la construcción de las capas de pavimentos.

C) Pavimento rígido.

Este tipo de pavimentos está constituido principalmente por losas de concreto hidráulico, apoyadas directamente en la subrasante o sobre una capa de materiales seleccionados (sub-base del pavimento rígido). Por la alta rigidez del concreto hidráulico las deflexiones producidas por el tránsito son prácticamente nulas debido a que la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia y al alto módulo de elasticidad de sus materiales.

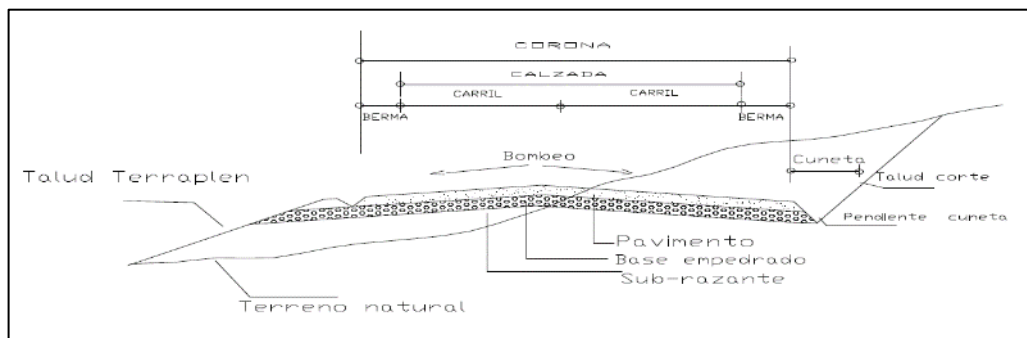
D) Pavimento articulado.

Estos tipos de pavimentos está compuesto por una capa de rodadura constituida por bloques de concretos prefabricados (adoquines) que cuentan con espesor y medidas iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual puede ir apoyada sobre una capa de base granular o directamente sobre la sub-rasante.

2.2.4. Partes de una carretera

Los factores que forman parte e identifican una vía son los siguientes: ancho de zona o derecho de vía, corona, calzada, bermas o espaldones, carriles, cunetas, talud de corte y terraplén, entre otros; a los cuales se hará referencia a continuación.

Figura Nª 05: Localización del departamento



Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Perú (2013)

A) Ancho de zona o derecho de vía.

Es la parte que se dispone para la construcción, mantenimiento, rehabilitación, y ampliación de la vía en momentos futuros que lo requieran; siempre en función del tránsito de vehículos, la seguridad, el ambiente físico y ambiental, entre otros aspectos relacionados.

B) Bermas o espaldones.

Se trata de las fajas adyacentes a la calzada que, se encuentran entre los bordes y las líneas que definen el comienzo de las carreteras. Su ancho está en función del tráfico y el servicio que brindará de carretera, y puede cambiar de acuerdo al tipo de vía, terreno y velocidad. Entre sus propósitos fundamentales están: las posibilidades de detenimientos ocasionales de los vehículos,

el tránsito de los peatones y ciclistas, para que permitan la circulación segura y tranquila de los automóviles y otros vehículos de motor. Por otra parte, constituye un soporte lateral, mejora la visión en las zonas de curvas, y aumenta el ancho de la calzada.

C)Corona.

Es las agrupaciones de las calzadas con las áreas de la vías pavimentadas o acondicionadas con otra tipología de materiales y recursos.

D)Rasante.

Se tratan de los espacios pavimentados que se encarga de establecer las cotas del eje de referencia de la geometría de la carretera, y se identifica a través de un punto que debe coincidir con la determinación del giro de peralte .

E)Pendiente Transversal.

Es la pendiente que se le otorga al eje de la corona y también de la subrasante de plataforma normal , e incluyen a su veces a los elementos que se muestran a continuaciones.

1. Peralte

En este caso se trata de la pendiente que se le da a la corona, en relación a la curva que se forma, para compensar en alguna medida el impacto de la fuerza centrífuga de los carros en curvas de tipo horizontal.

2. Bombeo

Es la pendiente que se le da también a la corona, en las curvas de tipo horizontal, pero esta vez para impedir el depósito constante de agua sobre la vía, así como disminuirse a los fenómenos de hidropneumáticos; de lo que se trata es de lograrse unos desagües adecuados de dichos líquidos.

F) Cuneta.

Son aquellas zanjas que se desarrollan a ambos lados de la vía, para actuar como canalizadoras de las aguas; su estructuración depende de las condiciones y cálculos hidrológicos e hidráulicos, en relación con las lluvias del área, la naturaleza y el ambiente cercano, la pendiente, y el espacio de desagüe. En cuanto a la seguridad del terreno y la vía, normalmente adquieren una forma de trapecio, con taludes suaves, fondos amplios y aristas redondeadas, en concordancia con la corona; de acuerdo a las particularidades constructivas, disponen generalmente de una sección triangular.

G) Talud.

Son planos también laterales que delimitan la explanada, y su inclinación depende de la tangente del ángulo que se forma en relación a la línea vertical de cada sección de la vía; la definición de su pendiente tiene que ver con la seguridad del usuario de la vía y su transporte, y su estabilidad se vincula a la altura y la naturaleza del suelo o roca.

2.2.5. Daño de los pavimentos flexibles

Los tipos de daños que afectan al pavimento flexible se deben a diferentes factores, como el clima, el tránsito, mala calidad de los materiales utilizados y a los procesos constructivos. Estos factores según la severidad clasifican el daño el cual puede ser estructural o superficial.

El daño de un pavimento es una condición o un conjunto de condiciones generadas por el tránsito, el medio ambiente, la construcción o los materiales que afectan las características funcionales o estructurales del mismo. Se pueden presentar una causa o una combinación de ellas como origen del daño. La gran mayoría de los daños evolucionan en su nivel de severidad convirtiéndose en otros de mayor importancia para los usuarios o para la estabilidad estructural del pavimento. La naturaleza del pavimento determina los tipos de daños que se presentan ligados a la estructura o a la funcionalidad. Se pueden realizar diferentes clasificaciones respecto a los daños según el parámetro u objetivo elegido.

- Una clasificación consiste en dividirlos en funcionales o estructurales. Los primeros son aquellos que afectan la seguridad o comodidad del usuario de la vía y los otros deterioran la capacidad estructural del pavimento.
- Según el origen, causa inicial o principal, se tienen los generados por repetición de las cargas vehiculares (tránsito) y otros producidos por factores ambientales, diseño, construcción o materiales.
- Según la forma o geometría del área deteriorada se pueden clasificar en fisuras o grietas (aisladas o interconectadas) y en deformaciones (transversal o longitudinal).
- Según las capas en las cuales se localizan o se inician los daños se presentan daños superficiales, de interfaces capas

granulares – capas cementadas, capas granulares o subrasantes.

Las fallas o daños se identifican por la apariencia o aspecto del área deteriorada, buscando que el término usado genere una imagen fácilmente identificable. En algunos casos se abusa de términos cuyo significado es de aplicación local lo cual dificulta el uso de la información de un inventario de daños. Para obtener una información transportable lo mejor es utilizar un catálogo de daños de amplia difusión, el cual incluya la descripción de cada daño acompañada de fotografías y establezca niveles de severidad y forma de medirlos. Un buen catálogo de daños debe contener un sistema de calificación del estado del pavimento en función del tipo, severidad y magnitud en forma objetiva y no sólo descriptiva o subjetiva.

2.2.6. Descripciones, causas y opciones de reparación de fallas

A) Grietas de fatiga o piel de cocodrilo

Se trata de un conjunto de grietas que están interconectadas por fatiga de la capa de rodamiento, bajo el impacto reiterado de las cargas de tránsito. Comienza en la base de la capa asfáltica, en la que los esfuerzos y desperfectos unitarios de tensión son superiores ante la acción del tráfico. Este es un perjuicio estructural significativo que, normalmente aparece acompañado de ahuellamientos.

Primeramente, las grietas se distribuyen y expanden a la superficie como grietas longitudinales paralelas, después de sistemáticas influencias de la fuerza del tránsito; dichas grietas se unen en forma de polígonos con ángulos agudos que, asemejan una malla de gallinero o piel de cocodrilo; de ahí su denominación.

Nivel de severidad.

- Nivel de severidad bajo (L). - Se trata de grietas finas capilares y longitudinales que, se forman paralelamente y sin interrelación alguna. No están descascaradas y no muestran pérdida de material a sus lados.

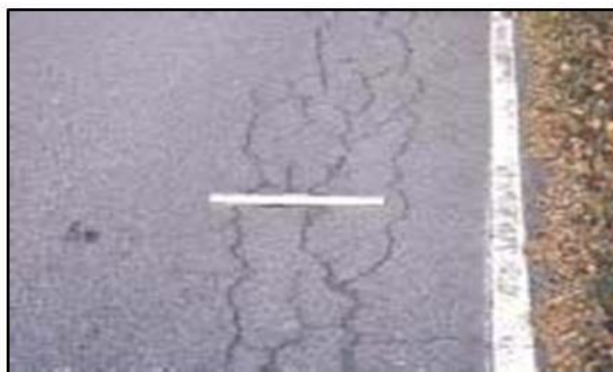
Figura Nª 06: Piel de Cocodrilo, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Niveles de severidades medio (M). Es el desarrollo posterior de grietas en patrón o red de grietas que, suelen estar ligeramente descascaradas, y comienza el proceso de interconexión.

Figura Nª 07: Piel de Cocodrilo, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corroses, Urbáezes, & Corredores, 2009

- Nivel de severidad alto (H). Es un modelo de grietas, en el cual las partes están bien definidas, así como cada uno de sus bordes. Algunos de estos trozos pueden desplazarse en función del impacto del tránsito , y estar complementadas por ahuellamiento.

Figura Nª 08: Piel de Cocodrilos, Niveles de severidades (Hs.)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Se determina en metros cuadrados (metros cuadrados), según la zona que se encuentra dañada; su principal problema tiene que ver con la combinación de varios niveles de gravedad, en un mismo espacio afectado. No obstante, cuando estas partes pueden distinguirse con sencillez, entonces deben calcularse e indicarse de forma independiente; pues en caso contrario, la totalidad del espacio afectados debe ser evaluadas en los máximos niveles de severidades que se presentes.

Opciones de reparaciones.

- L: No se ejecutan ninguna acciones, solo se coloca un sello superficial, y la sobre-carpeta

- M: Se hace un parcheo parcial o total
- H: Se lleva a cabo el parcheo parcial, la sobre-carpeta, y la rehabilitación

B)Grietas de contracción (bloques)

Son aquellas grietas que se interrelacionan entre sí, y dividen el pavimento en porciones, más o menos rectangulares. Esta formación en bloques, puede asumir diferentes tamaños que, oscilan de 0.31 metros x 0.31 metros a 3.5 metros x 5.0 metros. Se producen fundamentalmente, debido a que la contracción del asfalto y la variación de la temperatura regular, no se vinculan a las fuerzas ejercidas por el tránsito y tampoco reflejan la dureza y fortaleza del material utilizado .

Su diferencia principal con las grietas tipo piel de cocodrilo, radica en que las fracciones que se constituyen en estas últimas, son más diminutas, de muchos lados y con ángulos agudos; además de que, sí se produce por la acción reiterada de las cargas del tránsito.

Nivel de severidades.

- Nivel de severidad bajo (L)
 - Grietas sin rellenos de anchos inferiores a 10.0 milímetros.
 - Grietas rellenas de diversas anchuras.

Figura Nª 09: Grietas de contracción (Bloque), Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad medio (M)
 - Grieta sin relleno, espaciado entre 10.0 milímetros. y 76.0 milímetros
 - Grietas sin rellenos, anchos superiores a 76.0 milímetros., que están cercadas por otras grietas circundantes, de tamaño inferior.

Figura Nª 10: Grietas de contracción (Bloque), Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad alto (H)
 - Grietas rellenas o no, rodeadas de las grietas adyacentes pequeñas
 - Grietas sin rellenos de más de 75.0 milímetros. de anchos, en las que pocas pulgadas de los pavimentos a sus alrededores, están grave mentes dañadas

Figura Nª 11: Grietas de contracción (Bloque), Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición

Metros cuadrados (m²) de área afectada.

Opciones de reparación.-

- L: Sellados de grietas con anchos superior a 3.0 mm, riego de sellos
- M: Sellados de grietas, reciclados superficiales, escarificados en calientes y sobres-carpetas

- H: Sellados de grietas, reciclados superficiales, escarificados en calientes y sobres-carpetas.

C)Grietas de borde

Se trata de grietas paralelas que, se forman a una longitud entre 0.30 y 0.60 m del borde externo de la carretera. Son ocasionadas producto del estado del clima, la falta de soporte lateral o la existencia de terraplenes contruidos con materiales expansivos. El deterioro de la falla se acrecienta por el impacto de las cargas de tránsito.

Niveles de severidad.-

- Niveles de severidades bajos (Los).- Grietas sin disgregaciones.

Figura N^a 12: Grietas de Borde, Niveles de severidades (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Niveles de severidades medios (M).- Grietas con algo de disgregación y rotura de bordes .

Figura N^a 13: Grietas de Bordes, Niveles de severidad (M.)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Niveles de severidades altos (H). - Considerables roturas de borde y disgregación en grietas.

Figura N^a 14: Grietas de Borde, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Las grietas de bordes se miden en metros lineales.

Opciones de reparación.

- L: No se adoptantes de ningunas medidas, solos se sellan las grietas superiores a 3 mi litros de ancho
- M: Se sellan todas las grietas, y se colocan parches parciales y profundos
- H: Se realizan un parcheon parciales profundos.

D)Grieta de bordes

Es la afectación que ocurre únicamente en pavimentos asfálticos que, se construyen encima de una losa de concreto de cemento Portland, no se tienen en cuenta las que ocurren producto de otros tipos de materiales, como cemento o cal. Su origen está dado esencialmente debido al movimiento de la estela de concreto de cemento, provocado por el cambio de temperatura o la humedad; no se vincula a las cargas del tránsito, pero estas sí suelen ocasionar las fracturas del concretos asfálticos cerca de las grietas.

Niveles de severidad. -

- Niveles de severidades bajo (L)
 - Grietas sin rellenos, inferior a los 10.0 miligramos de ancho
 - Grietas rellenas de cualesquiera anchos

Figura Nª 15: Grietas de Reflexión de Juntas, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Niveles de severidades medios (M)
 - Grieta sin rellenos con ancho entre 11.8 y 75.2 milagros., que están cercadas por grietas adyacentes de menores tamaños.
 - Grietas rellenas de cualesquieras anchos, en cuyos alrededores se presentan otras grietas más pequeñas.

Figura Nª 16: Grietas de Reflexión de Juntas, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidades alto (H).-
 - Cualesquiera grietas rellenas o no, que contienen otras grietas más pequeñas a su alrededor.
 - Grietas de cualesquieres anchos, pocas pulgadas de pavimentos alrededores de la mismas están gravemente fracturadas

Figura Nª 17: Grietas de Reflexión de Juntas, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.-

Se realizan en los metros lineales, teniéndose en cuentas que la extensiones y la gravedades de caídas grietas deberán reflejarles indistinta mentes, pues una grieta de 15.0 metros puedes contenerse 2.0 m de grietas de alta gravedad.

Opciones de Reparaciones. -

- L: Se recurre a sellas cuandos se tratan de grietas mayores a 3.0 milímetros de amplitudes.
- M: Se sellan todas las grietas y se colocan parches de profundidades parciales.

- H: Parcheos de profundidades parciales, se rehabilitan todas las juntas.

E) Fisuras longitudinales y transversales

Las fisuras se distribuyen por toda la carretera, en ángulos aproximadamente rectos, no están vinculadas a las fuerzas e impactos del tráfico, y suelen estar provocadas por:

- 1. Unas juntas de carriles de las carreteras que se hallen contruidos débil mentes.
- 2. Las contracciones de los asfaltos, productos de las bajas temperaturas o el deterioro de los materiales con los tiempos.
- 3. Unas grietas de reflexiones que ocurres debidos a las grietas en la capa base.

Niveles de severidad.-

- Nivel de severidades bajos (L)
 - Fisuras sin rellenos de anchos inferiores a los 10.0 milímetros
 - Fisura rellena de cualquier ancho

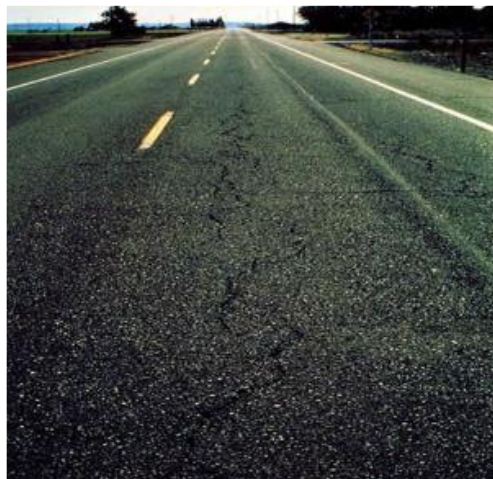
Figura N^a 18: Grietas de Borde, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad medio: M
 - Fisuras sin rellenos de anchos entre 11.0 milímetros y 75.0 milímetros.
 - Fisuras sin rellenos de cualquier ancho, cercada por grietas de menor tamaño.

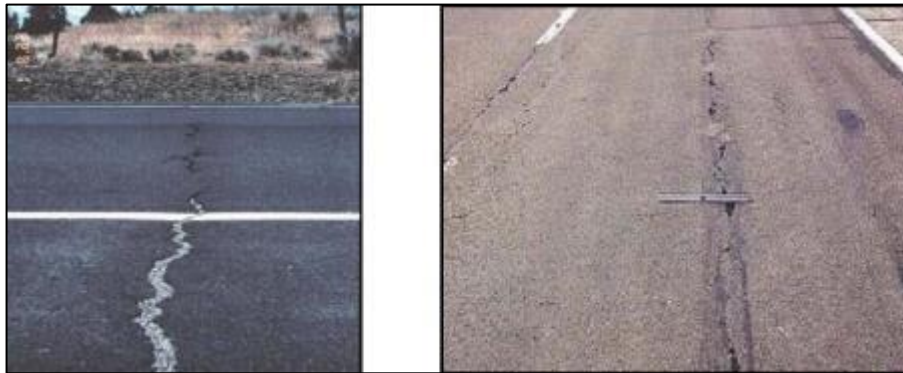
Figura N^a 19: Grietas de Borde, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad alto (H)
 - Cualquier grieta rellena o no, que su alrededor presenta grietas más pequeñas.
 - Fisura sin relleno de más de 78.0 milímetros de ancho o cualesquiera anchos, los pavimentos alrededores está gravemente quebrantado.

Figura N^a 20: Grietas de Borde, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición

Metros lineales, la longitud y severidad deben indicarse luego de su determinación. Si la grieta no tiene igual nivel de gravedad en toda su extensión, cada índice debe registrarse por separado.

Opciones de reparación.-

- L: No se adopta ningunas estrategias de restauración, solo se sellan aquellas grietas que sean de ancho superior a 3.0 milímetros.

- M: Se sellan las totalidades de las grietas.
- H: Sellado de grietas, parcheas parciales.

F) Abultamientos y/o Hundimientos

“Los abultamientos son pequeños movimientos hacia arriba, que ocurren en la superficie de la carretera, y son producidos debido a la inconsistencia de algunos pavimentos y a aspectos” como:

- “Levantamiento de algunas planchas de concreto de cemento Portland, con una” sobre-carpeta de asfalto
- Extensiones debido a las congelaciones.
- Introducciones y prominencias de los materiales en unas grietas en concordancias con las fuerzas del tráfico

En cambio, los hundimientos son desplazamientos hacia debajo de la superficie del pavimento, son pequeños, pero al mismo tiempo abruptos .

Aquellas distorsiones o desplazamientos que suceden encima de grandes zonas del pavimento, y que provocan extensas o largas depresiones, se denominan “ondulaciones” (hinchamiento). En el caso de que estas, se muestren en un modelo perpendicular a la dirección del tránsito y estén separadas a menos de 3.0 m, el daño producido se denomina corrugación. (Vásquez, 2002, pág. 16)

Niveles de severidad.

- Niveles de severidades bajos (L): No provocas consecuencias importantes en la calidad del rodamiento.

- Niveles de severidades medios (M): Producen unos impactos medio en las calidades de los rodamientos.

Figura Nª 21: Abultamientos y/o Hundimientos, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad altos (H): Ocasiones impactos muy marcados en la calidad del rodamiento.

Figura Nª 22: Abultamientos y/o Hundimientos, Nivel de severidad (H)

Fuente: Corrohs, Urbáhez, & Corrhedor, 2009



Medición.

Metros lineales, en caso de que el abultamiento se origine en combinación con una grieta, esta también se indica .

Opciones de reparación.

- L: No se adopta ninguna medida de restauraciones .
- M: Se recurre al reciclado en frío, parcheo profundo o parciales
- H: "Se ejecuta el reciclado en frío, el parcheo profundo o parcial, y la sobre carpeta.

G) Corrugación

Se trata de un conjunto de elevaciones y depresiones muy juntas que, se dan a intervalos bastante regulares, y normalmente ocurren a una profundidad inferior a los 3.0 metros. Las elevaciones son perpendiculares a la dirección en la que circula el tráfico, y esta afectación es provocada fundamentalmente debido a la combinación de la acción del tránsito y una carpeta o base inconsistente.

Niveles de severidades. -

- Nivel de severidad bajo (L): No tienen consecuencias importantes en el rodamiento.

Figura Nª 23: Corrugaciones, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad medio (M): Producen unos impactos medios en las calidades de rodamiento.

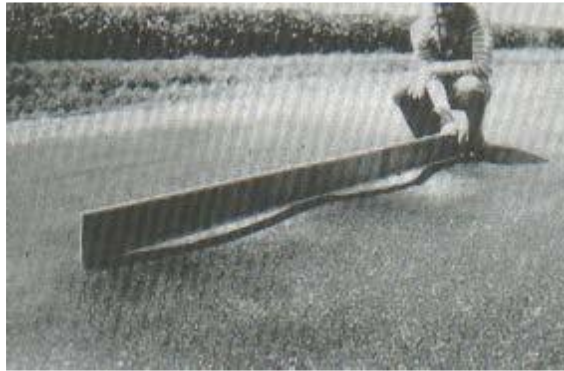
Figura Nª 24: Corrugaciones, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Niveles de severidades alto (H): Producen unos efectos muyes marcado en el rodaje.

Figura N^a 25: Corrugaciones, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Metros cuadrados (m²) de área afectada.

Opciones de reparación.

- L: No se realiza ninguna acción de reparación
- M: Se procede a la rehabilitación
- H: Reconstrucción

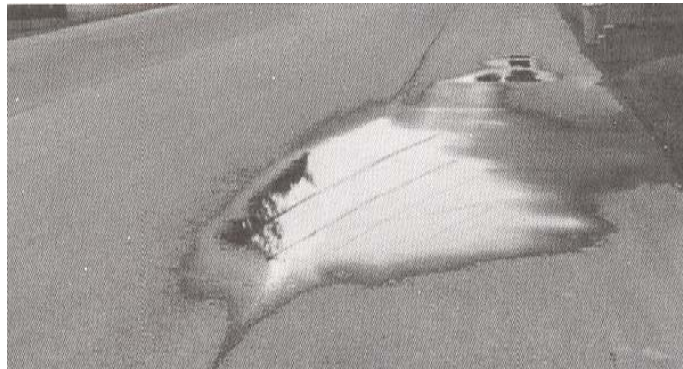
H)Depresiones

Son zonas ubicadas en el pavimento, con niveles levemente más bajos a su alrededor; estas son observables luego de las lluvias, cuando el agua forma empozamientos. Se originan debido al asentamiento de la subrasante o por una construcción inadecuada; provocan asperezas en las vías y su profundidades o rellenos de aguas, pueden provocarse el hidropneumáticos.

Niveles de severidad.

- Niveles de severidades bajo (L): Máximas profundidades de depresiones: 14.0 a 26.0 milímetros.
- Nivel de severidad medios (M): Máximas profundidades de depresiones: 24.0 a 50 milímetros. (Vásquez, 2002, pág. 20)

Figura Nª 26: Depresiones, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidades altas (H): Profundidad de la depresión más de 51 milímetros.

Figura Nª 27: Depresiones, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Metros cuadrados (m²) del área afectada.

Opciones de reparaciones.

- L: No se adoptan ninguna medida
- M: Se realizan el parcheas superficiales, parciales o profundos
- H: Parcheo superficial, parcial o profundo

I) Ahuellamientos

Son depresiones en la superficie de las marcas de los neumáticos, produciendo también el levantamiento de la carretera a ambos lados del ahuellamiento; en la mayoría de los casos es observable luego de las precipitaciones, en los momentos en que las marcas creadas contienen agua. Surgen debido a un desperfecto estable en cualquiera de las capas de la carretera, que ocurre debido al fortalecimiento o desplazamiento lateral de los materiales, debido a la fuerza ejercida por el tráfico.

Cuando el ahuellamiento es significativo, puede ocasionar conducir una falla estructural considerable. La profundidad promedio se mide al ubicar una regla perpendicular a la orientación del ahuellamiento, usando las medidas independientes obtenidas para calcular su profundidad promedio.

Niveles de severidades.

Dependen de las profundidades de ahuellamientos:

- Nivel de severidad bajo (L): 5,8 a 12,0 milímetros.

Figura Nª 28: Ahuellamientos, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbháez, & Chorrador, 2009

- Nivel de severidad medio (M): $M > 12,0$ mm a 24,0 milímetros.

Figura Nª 29: Ahuellamientos, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbháez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidades altas (H): $H > 24,0$ milímetros.

Figura N° 30: Ahuellamientos, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Metros cuadrados (metros cuadrados) de áreas afectadas, sus gravedades de identifica por las profundidades medias de las huellas.

Opciones de reparación.

- L: No se realizan ningunas acciones, fresados y sobre-carpetas
- M: Bacheos superficiales, parciales o profundos, fresados y sobre-carpeta
- H: Bacheos superficiales, parciales o profundos, fresados y sobre-carpetas.

J) Grietas de Desplazamiento

Las grietas parabólicas por desplazamiento son en forma de media luna creciente, con las puntas hacia el flujo del tránsito. Esta afectación se origina cuando hay una mezcla asfáltica entre la superficie y la capa siguiente en la estructura del pavimento de deficiente fortaleza, o de un riego de adherencia grande, y en algunas ocasiones débil.

Niveles de severidad.

- Nivel de severidades bajas (L): Anchos de las grietas inferiores a 10,0 milímetros.

Figura N^a 31: Desplazamientos, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Niveles de severidades medias (M): Anchos promedios de las grieta entre 10,0 milímetros y 37,0 milímetros. El área que rodea a la grieta está fragmentada en pequeñas porciones ajustadas. (Corros, Urbáez, & Corredor, 2009, pág. 84)
- Nivel de severidad alto (H): Ancho promedio de la grieta es mayor de 37,0 mm milímetros La zona alrededor de la grieta está dividida en pedazos cómodamente removibles .

Figura N° 32: Desplazamientos, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Metros cuadrados (metros cuadrados), se evalúan de acuerdo a los niveles de las severidades más alto presente.

Opciones de reparación.

- L: No se realiza ningunas acciones de reparaciones
- M: Parcheo parcial
- H: Bacheo parcial (localizados)

K)Hinchamientos

Se trata de una flexión hacia arriba de la superficie de la carretera, con una onda extensa de longitud superior a los 3,0 metros.; y suele estar complementada por un agrietamiento superficial. Normalmente es provocado por suelos potencialmente expansivos.

Niveles de severidad.

- Nivel de severidad bajo (L).- Un hinchamiento de poca severidad puede ser descubierto, cuando los usuarios de la vía conducen a la velocidad máxima permitida a través de la carretera; si perdura el hinchamiento entonces se producirá un desplazamiento hacia arriba del vehículo.
- Nivel de severidad medio (M) Perjudica las calidades de tránsitos con severidades medias.

Figura Nª 33: Hinchamientos, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Niveles de severidades altos (H).- Daña las calidades de tránsitos con alta severidades.

Figura Nª 34: Hinchamientos, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Metros cuadrados (m²) de área afectada.

Opciones de reparación. -

- L: No se adopta ninguna medida
- M: No realiza ninguna acción o se procede a la restauración
- H: Reconstrucción

L) Bache (hueco)

Son depresiones mínimas en la superficie de la carretera, con diámetros menores a 0,90 m; tienen bordes de ángulos agudos y lados verticales en cercanías del área superior. El aumento de los huecos se acrecienta, debido a la acumulación de agua de lluvia. Se originan cuando el tráfico remueve pequeñas porciones de la superficie del pavimento, y comúnmente son fallas vinculadas a la condición de la estructura, por lo que no deben confundirse con el desprendimiento. Cuando se deben a las grietas de tipos pieles de cocodrilos de altas gravedades, deberán registrarse como huecos.

Niveles de severidad.

Los niveles de severidades para los huecos de diámetros inferiores a 762 milímetros, están apoyados en la profundidad y los diámetros.

- Niveles de severidades bajos (L).- La profundidades son menores que 25,0 milímetros.

Figura Nª 35: Baches, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- - Nivel de severidad medio (M).- La profundidad es menor o igual que 25,0 milímetros.

Figura Nª 36: Baches, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidades altas (H).- La profundidades son mayores que 25, 0 milímetros.

Figura Nª 37: Baches, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Los huecos se miden contabilizando los que son de severidades bajas, medias y altas, registrándolos independientemente.

Opciones de reparación.

- L: No se adoptan ningunas medidas, o se realizan el parcheos parciales o profundos
- M: Bacheo parcial o profundo
- H: Bacheo profundo.

M) Peladura por interperismo y desprendimiento de agregados

Se trata de la disgregación y desprendimiento de agregados por desgaste de la superficie del pavimento, a causa de la pérdida del ligante asfáltico. Esta falla muestra que dicho ligante asfáltico se ha hecho resistente o que la mezcla es de poca calidad. El ablandamiento de la superficie y el desgaste de los agregados,

provocado por el derramamiento de aceites se identifican también como desprendimiento.

Niveles de severidad.

- Nivel de severidad bajo (L).- Empiezan a producirse pérdidas de los agregados o el ligante, y en algunas zonas la superficie se comienza a hundir .

Figura Nª 38: Peladura por Interperismo, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad medio (M).- Es cuando se pierden los agregados o el ligante, y la textura superficial es medianamente rugosa y “ahuecada” .

Figura N^o 39: Peladura por Interperismo, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad alto (H).- Se han perdido significativamente los agregados o el ligante, en el caso de la textura superficial está se torna gravemente rugosa y ahuecada. Las zonas ahuecadas tienen diámetros menores a 10,0 milímetros, y profundidades menores a 13,0 milímetros, aquella de mayores longitudes y profundidades, se identifican como huecos.

Figura N^o 40: Peladura por Interperismo, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Metros cuadrados (metros cuadrados) de áreas afectadas.

Opciones de reparaciones.

- L: No se realiza ninguna acciones
- M: donde se colocan unos sellos superficiales; se hace tratamiento superficial; o sobre-carpeta
- H: Tratamientos superficiales; sobre-carpeta; reciclajes; restauraciones.

N)Manchas en pavimentos (exudación)

Se trata de lámina de material bituminoso en la superficie de la carretera, la que crea una zona brillante y reflectiva que normalmente es adherente. Esta es ocasionada debido a la magnitud y volumen de asfalto en la mezcla o exceso de aplicación de un sello asfáltico; a elevadas temperaturas ambientales, surge y se extiende a la superficie.

Niveles de severidad.

- Niveles de severidades bajos (L). - Las manchas se ocasionan en unos niveles muy leves, observándose pocos días durante el año. Los asfaltos no se pegan a los zapatos.

Figura N^a 41: Mancha en pavimentos (exudación), Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad medio (M).- Las manchas se originan cuando los asfaltos se pegan a los zapatos y los carros, solamente durante algunas semanas del año.

Figura N^a 42: Mancha en pavimentos (exudación), Nivel de severidad (M)

Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009



- Nivel de severidad alto (H).- Las manchas se producen de formas extendidas y una gran cantidad de asfaltos se pegan a los zapatos y carros.

Figura N^a 43: Manchas en pavimentos (exudaciones), Nivel de severidad (L)



Fuente: Corrohs, Urbháez, & Cohrredor, 2009

Mediciones.

Metros cuadrados (metros cuadrados) de área afectada. Si se calcula la mancha no se debe calcular el pulimento de agregados .

Opciones de reparación.

- L: No se adoptan ningunas medidas de reparaciones
- M: Se adicionan arena/agregados y compactaciones; lavados
- H: Se usa arenas/agregados y compactaciones (precalentando si fuera necesario); lavado.

O) Agregado Pulido

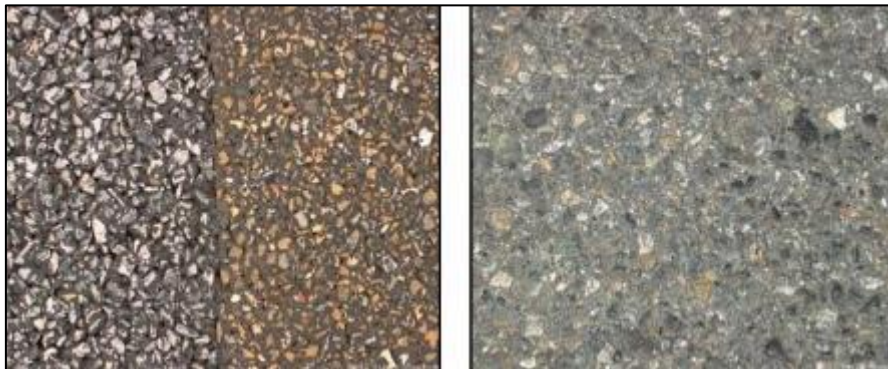
Es originado debido a la reiteración del impacto o fuerza del tránsito, cuando el material que se añade a la superficie se torna suave al tacto, la adherencia con las llantas del carro disminuye significativamente. Se refleja en la medida en que le índice de

ensayo de firmeza al deslizamiento es bajo o ha decrecido en grandemente, a partir de una valoración anterior.

Niveles de severidad.

En este caso no se identifica ningún nivel de gravedad, el valor de limado deberá ser considerable antes de ser introducido en una valoración de dicho estado.

Figura Nª 44: Agregado Pulido



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Metros cuadrados (metros cuadrados) de zona dañada afectada. Si se tiene en cuenta la mancha del pavimento (exudación), no asume el pulimento de agregados . (Vásquez, 2002, pág. 66)

Opciones de reparaciones.

Tratamiento superficial; sobre-carpeta; fresado y sobre-carpeta.

P) Desnivel carril - berma

Se trata de una divergencia de niveles entre el borde de la carretera y el hombrillo, dicha falla es ocasionada por la erosión o asentamiento del hombrillo, o la colocación de sobre-carpetas en la calzada, sin que se incremente el nivel del hombrillo; de ahí la diferencia.

Niveles de severidad.

- Nivel de severidad bajo (L).- Las diferencias de elevaciones entre los bordes de la carreteras y la berma, es entre 25 y 51 milímetros.

Figura Nª 45: Desnivel de Carril – Berma, Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad medio (M).- La diferencias de las elevaciones entre el borde de la carretera y hombrillo está entre 50 y 101 milímetros.

Figura Nª 46: Desnivel de Carriles – Bermas, Niveles de severidades (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Niveles de severidades altos (H).- La distinciones en cuanto a la elevación entre el borde de la carretera y el hombrillo, es superior a los 102 milímetros

Figura Nª 47: Desniveles de Carriles – Bermas, Nivel de severidades (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición

Metros lineales. (Sánchez, 2010, pág. 90)

Opciones de reparación.

L., M., H.: Relleno del hombrillo para concordar con el nivel del canal. (Sánchez, 2010, pág. 90)

Q) Bacheos y zanjas reparadas (parches)

Un bache es una zona del pavimento que, se sustituye con material nuevo para rehabilitar el pavimento existente. Se registra como un desperfecto, con independencia de su buenos comportamientos.

Nivel de severidades.

- Nivel de severidad bajo (L). - El bache se encuentra en buen estado y es adecuado, su influencia sobre la calidad del tránsito se califica como de deficiente gravedad o mejor.

Figura Nª 48: Bacheo y Zanjas reparadas (Parches), Nivel de severidad (L)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad medio (M).- El bache está medianamente dañado o el impacto sobre la calidad del tránsito, se evalúa como de severidad medias.

Figura Nª 49: Bacheo y Zanjas reparadas (Parches), Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidad alto (H).- los baches están muy arruinados o las calidades del tránsito se evalúan como de altas gravedades, de maneras que demandas un rápidos reemplazos.

Figura Nª 50: Bacheo y Zanjas reparadas (Parches), Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

En metros cuadrados (metros cuadrados) de zonas dañada, si un solo bache tiene áreas de diversa severidad, deben calcularse e indicarse de forma independiente. Si un número considerable de pavimento se ha reemplazado, no se debe reflejarse como unos baches sino como un nuevos pavimentos.

Opción para reparaciones.

- L.: No se adoptas ningunas medidas
- M.: No se hacen nada, sustituciones de los baches
- H.: Reemplazos de los baches.

R)Desplazamiento

Es unos desplazamientos constantes de una zona ubicada en la superficie del pavimento, provocado por las cargas de la circulación de vehículos. En el momento en que las cargas del tránsito ejercen una fuerza considerable sobre la carretera, entonces se produce una ondulación corta e infranqueable en la superficie, estas fallas ocurren solamente en pavimentos con mezclas inconsistentes de asfaltos líquidos.

Nivel de severidades.

- Niveles de severidad bajo (L).- No tienen significación en calidad de rodamiento .
- Niveles de severidad medio (M) – Provocan un impacto medio en la calidad de rodamiento .

Figura Nª 51: Desplazamiento, Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Nivel de severidades altos (H).- Ocasionalen un impactos muy marcados en la calidades de rodamientos.

Figura Nª 52: Desplazamiento, Nivel de severidad (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Metros cuadrados (metros cuadrados) de área dañada. Las distorsiones que se producen en baches, se tienen en cuenta para el inventario de fallas como baches.

Opciones de reparación.

- L: No se ejecutan ningunas estrategias de reparaciones, fresado.
- M: Fresados, parcheos parciales o profundos.
- H: Fresados, parcheo parciales o profundos.

S)Cruce de sumideros de rejilla (cruce de rieles)

Los daños asociados a la intersección de sumideros de rejilla, son hundimientos o prominencias en el punto de relación, entre el pavimento de la carretera y el sumidero, que influyen desfavorablemente en la calidad de rodamiento.

Nivel de severidades

- Niveles de severidades bajos (L).- No tienen unas consecuencias en las calidades de rodamientos.
- Niveles de severidad medio (M).- Provocante una afectaciones medias en la calidades de rodamientos.

Figura Nª 53: Cruce de sumideros de rejilla (cruce de rieles), Nivel de severidad (M)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

- Niveles de severidades alto (H). - Ocasionalmente ocasionan un daño muy marcado en la calidad de los rodamientos.

Figura Nª 54: Cruces de sumideros de rejilla (cruces de rieles), Niveles de severidades (H)



Fuente: Corros, Urbáez, & Corredor, 2009

Medición.

Metros cuadrados (metros cuadrados) de zonas afectadas. Si los cruces no dañan las calidades de tránsito, no se indicará.

Opción de reparaciones.

- L.: No se adoptan ninguna estrategia
- M.: Bacheos superficiales o parciales de la intersección, nivelaciones totales del pavimentos.
- H.: Bacheos superficiales o parciales de los cruces, nivelaciones totales de los pavimentos.

2.2.7. Carpeta asfáltica

Es la capa que protege al resto de las capas, ya que esta estará expuesta al medio ambiente al contacto directo con los vehículos. Para el tema se tomará en cuenta el pavimento flexible para ello es necesario tener un estricto control de calidad en la temperatura, elaboración de la mezcla y su proceso constructivos.

Para la conservación de la carpeta asfáltica y evitar el deterioro prematuro, esta será dada un mantenimiento constante, cuyo objetivo es proteger a la estructura del pavimento y esta debe ser resistente a la abrasión producida por el tráfico y las condiciones meteorológicas a las que estará sometida cuya principal función es de proteger la estructura.

A) Materiales de la carpeta asfáltica

Están conformados por agregados o áridos, y asfaltos líquidos, los cuales al ser combinados mediante distintos métodos forman las mezclas asfálticas, y estas mezclas a su vez pueden ser frías o en caliente, según la forma en que son preparadas.

3. Agregados.

Es cualquier material mineral duro e inerte usado, en forma de partículas graduadas o fragmentos, como parte de un pavimento de mezclas asfálticas en caliente. Los agregados típicos incluyen arena, grava, piedra triturada”, “escoria y polvo de roca. El comportamiento de la mezcla se ve altamente influenciado por la selección apropiada del agregado, debido a que el mismo proporciona la mayoría de las características de capacidad portante.

En “los concretos asfálticos, los agregados normalmente constituyen del 90 al 95% del peso total o entre el 80 y el 85% del volumen de la mezcla. Son los principales responsables de la capacidad de soportar las cargas de las mezclas asfálticas; por ello se hace necesario realizar un análisis de sus propiedades para el buen diseño y comportamiento de las mezclas asfálticas.

4. Agregados Gruesos

El agregado grueso (M.T.C. E.2.0.7.) es la fracción del Agregado que queda retenida en el tamiz N° 8. Y este debe tener las siguientes propiedades características:

- Deben estar limpios y no deben tener más del 5%, de sus pesos, de trozos alargados o planos.
- Los porcentajes de desgastes, determinados según la norma M.T.C. E.2.0.7. no debe ser mayores del 25% para las mezclas asfálticas usadas en carpeta de rodamiento, ni mayor de 40% para mezclas asfálticas usadas como carpeta intermedia o como carpeta base.

5. Agregado Fino.

Equivalente de arena (A.S.T.M. D.-.2.4.1.9.).

Este método de ensayo asigna un valor empírico a la cantidad relativa, finura y características del material fino presente en una muestra de ensayo formado por suelo granular que pasa el tamiz N°4 (4.75 mm). El término Equivalente de Arena transmite el concepto que la mayoría de los suelos granulares y agregados finos son mezcla de partículas gruesas, arenas y generalmente finos.

Para determinar el porcentaje de finos en una muestra, se incorpora una medida de suelo y solución de cloruro de calcio (C.a. C.I.2.) en una probeta plástica graduada que luego de ser agitada separa el recubrimiento de finos de las partículas de arena; después de un período de tiempo, se pueden leer las alturas de arcilla y arena en la probeta. El equivalente de las arenas es la relación de las alturas de arenas respecto a la altura de arcilla, expresada en porcentaje.

Determinación de los pesos específicos del agregado fino (A.S.T.M. D.1.2.8.).

Este ensayo tiene como objetivo la determinación del peso específico aparente, lo mismo que la cantidad de agua que se absorbe en el agregado fino cuando se sumerge en agua por un periodo de 25 horas, expresada como un porcentaje en peso.

El peso específico aparente es la relación entre el peso al aire del sólido y el peso del agua correspondiente a su volumen aparente.

El procedimiento para realizar este ensayo es el descrito en la norma A.S.T.M. D.-1.2.8..

Análisis granulométrico (A.S.T.M. D.-4.2.2.).

El análisis granulométrico tiene como objeto, que las partículas de agregado estén dentro de un cierto margen de tamaños y que cada tamaño de partículas esté presente en la mezcla de pavimentación en ciertos porcentajes.

Esta distribución de varios tamaños de partículas dentro del agregado es comúnmente llamada graduación del agregado o graduación de la mezcla.

El método utilizado para determinar la graduación de los agregados es por tamizado seco, el mismo que tiene las siguientes características:

- Las muestras para el tamizado son reducidas por medio de un “cuarteador” de muestras.
- Los materiales finos y gruesos son separados utilizando un tamiz de 2.36 milímetros m (N°8).
- Las muestras son secadas en el horno hasta un peso constante.
- Las muestras finas y las muestras gruesas son tamizadas separadamente.
- El peso de las fracciones (porciones) retenidas en cada tamiz, y el platón que está al final de los tamices es registrado, así como la graduación de cada muestra (parte fina y parte gruesa).

Para la elaboración de las mezclas asfálticas de investigaciones se va a trabajarse con los agregados de las canteras respectivamente de la ciudad de Satipo.

2.2.8. Importancia de las metodologías de auscultación visual de pavimentos

Las diferentes metodologías de auscultación visual de pavimentos, usadas para la inspección y diagnóstico de éste, sirven para detectar los daños que estén perjudicando la funcionalidad de la vía y establecer los procedimientos de mantenimiento para la estructura, reduciendo y/o eliminando los daños, los cuales afectan la comodidad del usuario, generando ineficiencia e inseguridad.

La aplicación de estas metodologías permite realizar una evaluación del estado del pavimento por medio de una inspección visual; con esta inspección, que puede ser realizada de forma manual o mecanizada, se establece una serie de daños. Los daños son clasificados según su origen y tipo, recibiendo un nombre y abreviatura para su rápida identificación, además se describen de forma detallada, su posible causa, la forma y unidades para realizar la medición y la severidad.

Por medio de la clasificación e información que establecen estas metodologías, se puede identificar los deterioros superficiales de un pavimento de forma rápida y sencilla para su posterior evaluación, lo cual permite detectar las necesidades de mantenimiento que requiere la vía para su conservación y establecer cuál es el programa de mantenimiento vial más acorde respecto a sus necesidades.

Por esto, estas metodologías son herramientas útiles que permiten estandarizar los daños de los pavimentos flexibles, siendo su aplicación algo sencilla y práctica, que permite obtener la

información necesaria para las planificaciones y ejecuciones de obras de mantenimientos.

T) Tipos de fallas en los pavimentos

Existe una gran diversidad de factores de riesgo que, actúan como causales determinantes en las fallas que, se pueden producir durante el periodo de servicio que brinda el pavimento a los usuarios, desde el punto de vista de la seguridad, la comodidad y la economía. Entre estas causas, se pueden mencionarse las siguientes:

- Fines del tiempo de diseño original y falta de actividades de rehabilitación y restauración a lo largo de este, en dicho caso la falla que se produce en el pavimento es la prevista o esperada.
- Aumentos del tránsito, en relación con previsiones realizadas durante el periodo de diseño de la vía.
- Dificultades evidentes durante la construcción del pavimento, tanto en la metodología empleada como en los materiales utilizado.
- Diseño inadecuado, se producen fallas en la estimación del tránsito o de las características de los materiales usado.
- Elementos del clima que se producen de manera imprevista, como es el caso del drenaje superficial y/o subterráneo.
- No se llevan a cabo los procesos de mantenimiento y/o rehabilitación de los pavimentos, o se hace de manera insuficiente.

Por otras partes, se plantea que existen dos clasificaciones para las fallas que se producen en el pavimento, estas pueden ser funcionales superficiales y estructurales, las cuales serán detalladas a continuación:

1. Fallas superficiales

La falla se presenta en la superficie de la capa asfáltica.

2. Fallas Estructurales

En este caso, se trata de defectos en una o más capas que componen el pavimento, las cuales se encargan de resistir y distribuir los esfuerzos que actúan como impactos directos del tráfico; de ahí que a las capas más inferiores llegue menos esfuerzos y bien repartidos.

2.2.9. Importancia de la clase de daño

Como los daños afectan al usuario y a la estructura del pavimento se pueden jerarquizar por su importancia respecto a la prioridad de su reparación (usuario) y su información respecto a la condición estructural del pavimento.

- **Prioridad de la reparación:** Huecos, desprendimiento / desintegración, piel de cocodrilo, grietas parabólicas, grietas en bloque, grietas de borde, grietas de reflexión de junta, grietas transversales, grietas longitudinales, desnivel carril berma, parche, depresión, ondulación, desplazamiento, ahuellamiento, exudación y pulimento de agregados.
- **Condición estructural del pavimento:** Piel de cocodrilo, ahuellamiento, huecos, parches, grietas en bloque, grietas longitudinales y otros.

Cabe notar que, aunque el ahuellamiento es uno de los criterios que resalta en los métodos de diseño de pavimentos no es uno de los tipos de daño que más afecte al usuario y por ende se encuentra en los últimos lugares en la lista de prioridad de reparación, esto asegura más el concepto de serviciabilidad con respecto a la comodidad del usuario.

En gestión de pavimentos es importante asociar el tipo de daño a la causa que lo produce la tabla 3 sirve como guía general para identificar las causas más comunes que producen los daños, para cada caso deberá hacerse un análisis de la situación para determinar las causas reales que produjeron los daños y que alternativas existen para rectificar estos

En la tabla se pueden ver las causas más comunes y las soluciones más frecuentes a diversos tipos de daños.

Tabla Nª 01: Causas y soluciones para los daños más frecuentes

CLASE DE DAÑOS	CAUSAS POSIBLES	ALTERNATIVAS DE REPARACIONES
Desprendimientos	Bajos contenidos de asfaltos.	Emulsiones diluida o sello rejuvenecedor.
	Excesivos vacíos de aire en la mezcla.	Riego de sello con agregados.
	Endurecimientos de los asfaltos.	Lechada asfáltica.
	Susceptibilidades a las aguas.	Sobre carpeta delgada.
	Características de los agregados.	
	Durezas y durabilidad de los agregados.	
Exudación	Altos contenidos de asfalto.	Sobre carpetas de gradación abierta.
	Densificaciones excesivas de las mezclas por los tránsitos.	Riegos de sellos (Bienes diseñado, con buen control de calidad durante la construcción).
	Bajos contenidos de vacíos de aire en la mezcla.	Fresados en frios con o sin riegos de sellos o sobres carpeta delgada.
	Susceptibilidades térmicas de los asfaltos (Asfalto blando en altas temperaturas)	Calentamientos superficiales y cilindrados con aplicación de agregado grueso.
	Aplicaciones en excesos de sellos negros o de rejuvenecedores.	
	Susceptibilidades a las aguas de las capas subyacentes estabilizadas con asfalto.	
Grietas transversales	Endurecimientos de los cementos asfáltico.	Selo de grietas.
	Rigidez de las mezclas.	Riego de sellos.

	Cambios volumétricos en la base y/o la sub-base.	Sobres carpetas con tratamiento especial para el sello de las grietas y minimizar la reflexión de las mismas.
	Propiedades inusuales de la sub-rasante.	Aplicación de la película de asfalto-caucho con sello con agregados o sobre carpetas delgadas.
		Escarificación en caliente con sobre carpeta delgada.
Rugosidad	Presencias de daños físicos (Agrietamientos, ahuellamientos, corrugaciones, parches, huecos, etc.).	Sobre carpeta.
	Cambios volumétricos en los terraplenes o en las subrasantes.	Reciclados en frios con os con sobre carpetas.
	Construcciones no uniformes.	Escarificación en caliente con sobre carpeta especial para áreas con corrugaciones.
		Reciclado (Planta central o in situ).
CLASE DE DAÑO	CAUSAS POSIBLES	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
Grietas piel de cocodrilo	Deficiencia estructural.	Riego de sello.
	Excesivos vacíos de aire en la mezcla asfáltica.	Sustituciones (Excavaciones y reemplazo en toda la profundidad con mezcla asfáltica en las áreas falladas).
	Propiedades del cemento asfáltico.	Sobre carpetas con espesor variable con o sin tratamiento para control de reflexión de grietas.
	Desprendimiento del asfalto de los agregados.	Reciclado y reconstrucción.
	Deficiencias de construcción.	
Grietas longitudinales	A.S.O.C.I.A.D.A.S. A C.A.R.G.A.S.	Selo de grietas.
	Deficiencia estructural.	Riego de sellos (Aplicado a las áreas con grietas).
	Vacíos excesivos en la mezcla asfáltica.	Sustituciones (Excavaciones y reemplazos de las áreas dañadas).
	Propiedades del cemento asfáltico.	Sobres carpetas delgadas con tratamiento sespeciaesl para sellarse y minimizar la reflexión de grietas.
	Desprendimiento del asfalto de los agregados.	Aplicaciones películas de asfaltos cauchos con sellos con agregados o sobres carpetas delgadas.
	Deficiencia de construcción.	Escarificaciones en calientes y sobres carpetas delgada.
	NO "ASOCIADAS A LAS CARGAS: Cambios volumétricos potenciales en los suelos de la" subrasante.	
	Estabilidad de los taludes.	
	Asentamientos de los terraplenes o de las materiales in situ como	

	consecuencia del incremento de las cargas.	
	Segregación debida al equipo de compactación.	
	Malas construcciones de las juntas.	
Ahuellamiento	Deficiencias estructurales.	Fresados en fríos incluyéndose perfilado, con o sin sobres carpetas.
	Diseños de las mezclas asfálticas.	Escarificaciones en calientes con tratamientos superficial.
	Propiedades del cemento asfáltico.	sustitución (Corrugaciones en áreas localizadas).
	Estabilidades de las capas asfálticas.	
	Compactaciones de las capas.	

Fuente: PINILLA Valencia, Julián. Auscultación, Calificación Del Estado Superficial (2007)

2.2.10. Metodología P.C.I. (pavement condition index)

Es una metodología de origen norteamericano, correspondiente a la norma americana A.S.T.M. D.6.4.3.3.-.1.1. El índice de condición del pavimento (PCI, por su sigla en inglés) es considerado como la metodología más completa para la evaluación de los pavimentos, ya sean flexibles o rígidos. Su aplicación es sencilla y no requiere de herramientas especializadas para el diagnóstico más allá de las que constituyen el sistema.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones 13. Para superar esta dificultad se introdujeron los valores deducidos, con el objetivo de indicar el nivel de afectación de cada combinación de los tres factores ya que influyen en la condición del pavimento.

El P.C.I. varía desde cero (0), para pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100), para un pavimento en excelente estado. A continuación, se presentan los rangos de P.C.I. que contempla la metodología:

Tabla Nª 02: Rangos de calificación del P.C.I.

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

Fuente: A.S.T.M. 5340-98 Método de Evaluación del P.C.I

La siguiente Tabla. Se resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del P.C.I. calculados para caídas vías. Se aprecian además el estado de los pavimentos asociados a éstos mismos valor.

Tabla Nª 03: Acciones a tener en cuenta de acuerdo al P.C.I.

PCI	Estado	Intervención
0 - 30	malo	reconstrucción
31 - 70	regular	rehabilitación
71 - 100	bueno	mantenimiento

Fuente: A.S.T.M. 5.3.4.0.-.9.8. Método de Evaluación del P.C.I.

El cálculo de P.C.I. es el resultado de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se determina la clase, severidad y cantidad de cada daño encontrado. En la siguiente tabla se relacionan los daños que están descritos en la metodología, juntos a sus unidades de medidas, para vías con superficies en los concretos asfáltico:

Tabla N^a 04: Daños en vías con superficie asfáltica

# de Daño	Daño	Unidad de Medida
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en bloque	m ²
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de borde	m
8	Grietas de reflexión de junta	m
9	Desnivel camil/ berma	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parqueo y acometida de servicios públicos	m ²
12	Pulimento de agregados	m ²
13	Huecos	m ²
14	Cruce de vía férrea	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Desplazamiento	m ²
17	Grietas parabólicas	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	desprendimiento de agregados	m ²

Fuente: (I.N.G.E.P.A.V., Ingeniería de pavimentos. Luis Ricardo Vásquez).

A) Modos de valoraciones de las condiciones de los pavimentos.

En estos sentidos, se planea que la valoración del estado del pavimento incluye dos momentos fundamentales: una fase de trabajo de campo, en la que se determinan los perjuicios, en función de su clase, severidad y extensión; y una etapa posterior que, se relaciona con el cálculo numérico. Cada uno de estos indicadores se describirán a continuaciones:

Las clases

Se vinculan a los tipos de deterioros que se han producidos en las superficies de los pavimentos, entre estos: piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, etc; lo cual se detallan a lo largo del presente proyecto investigativos.

Las severidades

Tiene que ver con la condición del deterioro, en función de su crecimiento, pues en la medida en la que el daño sea más severo, entonces las estrategias que se adopten para su restauración deben ser más significativas. En este punto, es necesario que se evalúe la apreciación que tiene el usuario de la calidad de su tránsito por la vía, en cuanto a velocidad. Los diferentes grados de severidades son:

- Bajo, (B): Cuándo los usuarios sufren vibraciones en sus vehículos, producto de las fallas en el pavimento, pero no es necesario que disminuya su velocidad. También pueden aparecer abultamientos y hundimientos individuales que, provocan un leve rebote del carro, pero no ocasionan incomodidad para el usuario.
- Medios, (M): En estos casos los estremecimientos del vehículo son relevantes e implican una disminución de la velocidad, y provocan incomodidad para el usuario.
- Altos, (A): Se tratan de enormes vibraciones en el vehículo que, demandan una disminución significativa de la velocidad;

produciéndose, además, una gran incomodidad, peligro y daño para el usuario de la vías.

Las extensiones

Tiene que ver con el espacio o la longitud que se está dañada por cada tipo de deterioro identificado; en el caso de la valoración de pavimentos, dicha tipificación dependerá del número de veces que se repita la falla .

B)Procedimientos de evaluaciones de las condiciones del pavimento:

Los primeros que se deben realizarse es el trabajo de campo, con el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la C.L.A.S.E., S.E.V.E.R.I.D.A.D. Y E.X.T.E.N.S.I.Ó.N. de los mismos. La información. debe quedar registrada en formatos adecuados.

C)Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o unidades de muestreo, las dimensiones varían según el tipo de vía y de la capa de rodadura. Para carreteras de capa de rodadura asfáltica se debe tener en cuenta lo siguiente:

Carreteras de capa de rodadura asfáltica y ancho menor a 7.30 m; el área de su unidad debe estar entre 231.0 ± 92.0 m². En la siguiente tabla se muestran algunas relaciones longitud-ancho de calzada:

Tabla N^a 05: Unidades de muestreo

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: (I.N.G.E.P.A.V., Ingeniería de pavimentos. Luis Ricardo Vásquez).

D) Cálculos del P.C.I. de las Unidades de Muestreos:

Al realizarse y completarse las inspecciones de campo, la información de los daños se utiliza para el cálculo del P.C.I. Estos cálculos pueden ser manuales o computarizados y se basa en los valores deducidos de caídas daños de acuerdo a las cantidades encontradas y a la severidad de cada una. A continuación, se presenta como se realiza el cálculo del P.C.I. para carreteras con capas de rodaduras asfálticas.

Etapas 1. Cálculo de valores deducidos :

1. Totalizar cada daño y nivel de severidad del mismo y regístrelo el total. Cada daño puede medirse en área, longitud o por número.
2. Dividir la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje, esta recibe el nombre de Densidad del daño.
3. Determinar el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad.

Etapla 2. Cálculos de los números máximos admisible de valores deducidos:

3. Si ningún valores o solo uno de los valores deducidos es mayor que 2, se debe usar el Valor deducido total en lugar del mayarse.
4. Listen los valores deducidos individuales de mayores a menores.
5. Determine el Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m), usando la siguiente ecuación:

Ecuación 2 Número máximo admisible de los “valores deducidos”

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Donde:

- m_i = Número máximo admisible de valores deducidos.
- H.D.V.i.= el mayor valor deducido individual para unidad de muestreo m_i .

Etapla 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, C.D.V.

1. Determinen el número de valores deducidos q, mayores a 2.0
2. Determinen los valores deducidos totales, sumandos todos los valores deducidos.
3. Determinen el C.D.V. con q.
4. Reduzcas a 2.0 en los menores de los valores deducidos individuales que sea mayor a 2.0 y repitas esos procesos en 1 y 2, hasta que q sea igual 1.
5. El máximo C.D.V. es el mayor de los C.D.V. obtenidos.

Etapa 4. Cálculos del P.C.I. de la unidad restando de 100 el máximo C.V.D. obtenido en la etapa 3.

2.2.11. Procedimientos y metodologías de análisis

La auscultación de vías se constituye en un elemento esencial en la gestión de pavimentos, razón por la cual se hace necesario realizar un seguimiento del estado actual de las redes viales a través de inspecciones visuales, con el fin de determinar los comportamientos de las estructuras de pavimentos.

A partir de la selección de un tramo de vía construida en pavimento flexible, localizado en la ciudad de Bogotá D.C. Se pretende recopilar información, con el fin de realizarse las calificaciones adentro de los parámetros de funcionalidad y así determinar el estado superficial en que se encuentra la estructura de pavimento. Para esto se realizarán las siguientes actividades:

- Trabajos de campos
- Estructuras del análisis
- Informes finales

A) Trabajo de campo

Consiste en la selección de las vías objeto de estudio, teniendo en cuenta la longitud total del tramo. Luego, se realiza la auscultación visual de acuerdo con las patologías establecidas por las metodologías a emplear. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin.

B) Estructura del análisis

Parte de la recopilación y el procesamiento de los datos obtenidos en campo para cada una de las metodologías evaluadas, con el fin de realizar el análisis y comparación de los resultados en las vías objeto de estudio.

El análisis es efectuado a través de la determinación del porcentaje de daños existente, además de la influencia de la diferencia en los tipos de patologías implícitas en cada una de las metodologías estudiadas y la evaluación de los tramos seleccionados en función del cálculo del índice de estado superficial.

C) Informes finales

Una vez termina el procesamiento, se efectúa el diagnóstico de las vías, realizando una comparación de los resultados obtenidos, con el fin de dar un punto de vista con respecto a cuál de las dos metodologías empleadas se ajusta mejor el estado real del pavimento.

D) Parámetros de los inventarios viales

El trabajo que se desarrolla en el campo de acción, posibilita la observación y evaluación de las características y condiciones de la vía; para ello se emplea el Manual para Inventariar Vías que, es presentado por Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, con algunas transformaciones, pero que en esas esencias que conducen a las determinaciones de las particularidades de las vías de que se traten.

En estos sentidos, los parámetros que se deben de tener en cuentas para realizarse los inventarios viales y estarse en mejores condiciones de desarrollarse las actividades de los mantenimientos y conservaciones, a los siguientes:

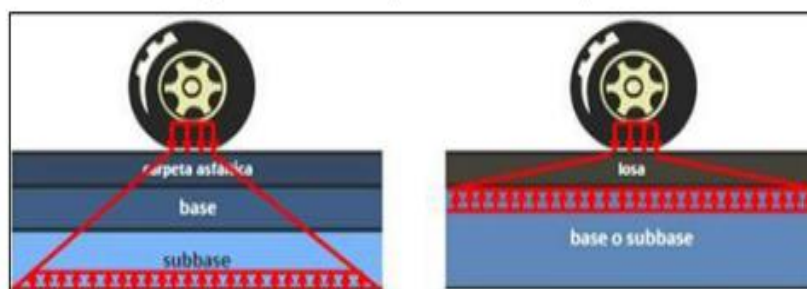
- Localización y descripción del área de influencia directa, poblados, puentes, entre otros.

- Extensión de los tramos y medida de áreas en las que se ejecutará el inventario, a lo cuales se denomina: abscisados manual.
- Anchos de las calzadas.
- Ancho de las bermas, que se extiende hasta el área de estacionamiento emergente, la cual se encuentra localizada en la región exterior de la calzadas.
- Sistemas de drenajes: cunetas, alcantarillas, pasos de agua.
- Señalizaciones y seguridad vial.
- Otros elementos: guardavías, muros, sistemas de contención vehicularh.

2.2.12. Comportamientos del pavimentos frente a cargas de los tránsitos

Se entiende que el pavimento está compuesto por varias capas, cuya calidad aumenta en la medida en la que se ubique cerca de la superficie de rodamiento; se estima además que, su variedad depende del tipo de materiales que lo conforman, y su estructuración; mientras otros expertos en el tema señalan que, la diferencia estriba en la manera de distribuir las cargas sobres las sub-rasantes.

Figura Nª 55: Comportamiento del pavimento



Fuente: (Olivera, 1998)

2.2.13. Factor que influyen en los diseños de los pavimentos flexibles.

Teniendo en cuenta que los pavimentos flexibles son un conjunto o sistema bien estructurado, entonces es importante asumir la prevalencia de los siguientes factores en su composiciones:

A)Resistencias estructurales.

Los métodos utilizados para evaluarse de los niveles de resistencias de los pavimentos, provienen de las mecánicas de los suelos, y como teorías de mayor relevancia, aparéjense de los esfuerzos cortantes; las cuales se repítanse en los casos de los pavimentos flexibles.

Adicionalmente a dichos esfuerzos, actúan otros que se originan debido a la aceleración y frenaje de los carros que circulan por el pavimento, y también aquellos esfuerzos de tensión que, se producen en las capas superiores de la estructura. En la identificación de la resistencia de los materiales utilizados para el diseño y ejecución del pavimento, intervienen el tipo de suelo y su tratamiento, su interacción con el impacto de la intemperie y el agua.

Las valoraciones de resistencias de dichos materiales, es importante a partir de dos puntos de vista esenciales:

- La capacidad de carga de las capas que conforman el pavimento, en función de la garantía de soporte de las cargas del tránsito.
- Específicamente, la capacidad de carga de la subrasante; como vínculo determinante entre el pavimento y la terracería, actuando como soporte de los esfuerzos transmitidos y como emisor de dichos esfuerzos a las capas correspondientes.

B) Deformabilidades.

Estos aspectos son de gran significación en las conformaciones de los pavimentos, debido a: las informaciones que brindan acerca de las fallas asociadas, y las imposibilidades de funcionamiento de los pavimentos, ante los cuales es necesario adoptarse medidas de restauraciones y rehabilitaciones.

Por otros lados, se plantean las existencias de dos tipos de deformaciones, las elásticas que son de recuperación instantánea, y ocurren ante materiales de poca resistencia a la tensión que, son ubicados en el espacio superior de la estructura; y las plásticas que, por el contrario, tardan a solucionarse, incluso pueden desaparecer los factores causantes de las deformaciones, alcanzándose niveles insostenibles.

C) Durabilidades.

Estos factores se relacionan con diversos elementos de orden económicos y sociales de los mismos terrenos; cuando se trata de unos caminos de muchos tránsitos y grandes repercusiones económicas, entonces se deben estructurar pavimentos de elevadas durabilidades que, eviten inversiones significativas en restauraciones e interrupciones de unos tráficos relevantes. En estos sentidos, aparecen algunos inconvenientes relacionados con el impacto del clima y el tránsito, así como tampoco se dispone de algún método que evalúe la durabilidad del terreno, desde el punto de vista más cuantitativo, racional y objetivo.

D)Costos.

Este aspecto tiene que ver con la valoración y el equilibrio alcanzado entre la resistencia, estabilidad, durabilidad y calidad del terreno, y el momento de dinero invertido al respecto; resaltando que su diseño y ejecución serán adecuados, cuando satisfagan al mismo tiempo los requisitos de estructuración y de gastos monetarios.

De acuerdo con ellos, resulta significativo la selección del tipo de pavimento que sería conveniente implementar, analizando cada uno comparativamente; se entiende que los rígidos requieren poca inversión en mantenimiento y restauración, pero sí en cuanto a su construcción inicial, demandando materiales específicos y un equipo altamente cualificado para llevarlos a cabo.

Los flexibles, implicaban unas menores inversiones previas, pero sus preservaciones son mucho más elevadas; y los semirrígidos resultan útiles cuando se cuentan con recursos, que los hacen convenientes. Es importante señalar que las elecciones más acertadas deben conjugarse con las características de la situación de que se traten.

E)Requerimientos de conservaciones. -

En cuanto a los factores que intervienen en la valoración de las necesidades de conservación de un espacio determinado, son: el clima, la magnitud del tránsito en la zona, las condiciones de drenaje y subdrenaje; todo ello con la intención de prevenir situaciones futuras de fallas, deformaciones o derrumbes que, exijan metodologías de conservación. Otro de los elementos que intervienen se refieren a: la degradación estructural de las capas

constituidas por carga repetida, para evitar los elevados costos en conservación o las necesidades de reconstrucción cuando no existen otras alternativas, por la degradación del terreno.

F) Comodidad.

Está relacionada esencialmente con el buen servicio que se le debe brindar a los usuarios de la vía, en cuanto a calidad del rodamiento y la velocidad; se incluyen: la seguridad y la estética, teniendo en cuenta su impacto en las reacciones psicológicas del chofer. Algunos ejemplos causantes de incomodidad son las deformaciones longitudinales de un pavimento.

2.3. Definición de términos básicos

✓ **Abrasión.**

Desgaste de un material causado por agentes externos ocasionados por agentes físicos y químicos.

✓ **Compactación:**

Acto de comprimir un volumen de material en uno más pequeño.

✓ **Deformación:**

Es cualquier cambio que presenta un pavimento respecto a su forma inicial.

✓ **Granulometría.**

Análisis y distribución del material por las mallas normadas de acuerdo el uso que se dará al material sea para asfalto, concreto o para suelos.

✓ **Pavimento flexible:**

Está constituido por capas que permiten transmitir cargas de tránsito hacia el terreno natural sin que ese se deforme.

✓ **Tramo de pavimento:**

Un tramo es una parte identificable de la red de pavimento que es una sola entidad y tiene una función específica. Por ejemplo, cada camino o estacionamiento es un tramo separado.

✓ **Sección:**

Es un área de pavimento contigua 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:**

Es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar de 20 losas contiguas (+/-8 losas, si el número total de losas en la sección no es exactamente divisible entre 20 o para acomodar condiciones de campo específicas) para pavimentos de concreto.

✓ **Muestra al azar:**

Unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para la inspección mediante técnicas de muestreo aleatorio, tales como el uso de una tabla de números al azar o procedimientos aleatorios sistemáticos.

✓ **Grado de la condición del pavimento:**

Es una descripción verbal de la condición del pavimento como una función del valor de P.C.I. que varía entre “fallado” hasta “excelente”.

✓ **Conos de seguridad vial:**

Para aislar el área de calle en estudio, ya que el tráfico representa un peligro para los inspectores que tienen que caminar sobre el pavimento

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La evaluación superficial por el método Pavement Condition Index presenta resultados positivos garantizando la correcta evaluación del estado superficial de la carretera Mazamari- Pangoa- Cubantía.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) El óptimo desarrollo del índice de condición del pavimento en términos de su integridad superficial, estructural cumple con los requerimientos y especificaciones de calidad de evaluación del pavimento.
- b) El eficiente desarrollo de la metodología PCI presenta resultados confiables y adecuados como propuesta técnica para la conservación del pavimento.
- c) El desarrollo del inventario cumple satisfactoriamente en la evaluación permitiendo calificar y resaltar los factores que afectan y dañan presentando su grado de deterioro del pavimento en su totalidad.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable Independiente (X):

- Método Pavement Condition Index (PCI)

El P.C.I. es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado, el cálculo del P.C.I. se fundamenta en los resultados de un intervalo visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño presenta. El P.C.I. se desarrollaron para obtenerse unos índices de las integridades estructurales de los pavimentos y de las condiciones operacionales de las superficies.

Variable Dependiente (Y):

- Evaluación Superficial del Pavimento Flexible

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

2.5.2. Definición operacional de las variables

La variable independiente: Método Pavement Condition Index (P.C.I.), está en relación con la variable dependiente: Evaluación Superficial del Pavimento Flexible, puesto que para los resultados confiables y correctos se necesitan que los inventarios para la

evaluación superficial sean verídicos y cumplan con los requerimientos de calidad que nos exigen el manual del P.C.I. y el manual de conservación vial.

2.5.3. Operacionalización de las Variables

Tabla N° 06: Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	indicadores	Instrumento
Método pavement Condition Index (P.C.I.)	El P.C.I. es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado, el cálculo del P.C.I. se fundamenta en los resultados de un intervalo visual de la condición del pavimento en el cual se establecen C.L.A.S.E., S.E.V.E.R.I.D.A.D. y CANTIDAD de cada daño presenta. El P.C.I. se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. (Vásquez, 2002, pág. 02).	Evaluación y calificación del pavimento	Deterioro del pavimento	Evaluaciones curvas ASTM
			Índice de Condición	
		Parámetros de Evaluación	Clase	Evaluación toma de datos de campo
			Severidad	
			Cantidad	
		Condición del Pavimento	Escala de clasificación P.C.I.	Recopilación y el cálculo de P.C.I. estandarizado por ASTM
Condición según la escala				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 07: Variable dependiente

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Evaluación Superficial del Pavimento Flexible	La evaluación de pavimento consiste en un estudio, en el cual se presenta el estado en el que se halla la estructura y la superficie del pavimento, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de conservación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil del pavimento, en este sentido es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que se objetiva al medio en que se encuentre (Leguía y Pacheco, 2016, pág. 35)	Evaluación superficial	Defectos del pavimento	hojas de cálculo, cuadros de diseño según ASTM
			Grado de daño en el pavimento	
		Evaluación estructural	Agotamiento del pavimento	hojas de cálculo, cuadros de diseño según ASTM
			Comportamiento del paquete estructural	
			Deterioro de la estructura	
		Defectos del pavimento	Frecuencia de fisuras, grietas, ahuellamiento y otros.	Recopilación y el cálculo de PCI estandarizado por ASTM
Daños producidos por las cargas o clima.				

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de la investigación

El desarrollo de esta tesis se realiza mediante la investigación científica y como método específico se utilizó la deducción e inducción que se basan en un enfoque general para comprender lo específico, por otra parte, la experimentación y la observación se basan en sacar conclusiones de un hecho, determinando sus cualidades y características y emplear las variables.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de estudio fue el aplicado, ya que se basa en la aplicación de la teoría a la solución de problemas y circunstancias objetivas, para ello se utiliza los conocimientos adquiridos de los manuales que determinará la condición del pavimento, es decir de la teoría a la práctica.

3.3. Nivel de la investigación

El presente trabajo de investigación tuvo un nivel descriptivo ya que describe hechos y circunstancias propios de la evaluación y diseño teniendo en cuenta los aspectos técnicos, así mismo las variables se encuentran relacionadas afectando uno de ellos al alterar la otra variable.

3.4. Diseño de investigación

El tipo de diseño fue el no experimental ya que se ocupa de la descripción de las características de los diferentes componentes y su relación con sus comportamientos concretos como se visualiza en la realidad.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población.

Para la presente investigación la población de estudio estuvo constituida por la carretera Mazamari – Pangoa - Cubantía que comprende 3.4.+5.3.0. kilómetros, ubicado en el departamento de Junín, provincia de Satipo y afecta a los distritos de Mazamari y Pangoa.

3.5.2. Muestra.

Los tipos de nuestros fue el nos aleatorios o dirigidos, y que para este informe se seleccionó el tramo que comprende de los kilómetros 0+000 al km 10+000, siendo este tramo de 10 kilómetros.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas se hará una primera inspección visual del lugar en estudio, también se utilizará cámara fotográfica, cuaderno para la toma de apuntes para desarrollar el inventario, entre otros.

Los instrumentos de investigación utilizados son los requeridos para la evaluación y análisis de la carretera. Para el caso de la variable dependiente se hizo uso del Formato de Evaluación PCI como instrumento de recolección de datos, el cual fue diseñado en base al formato que la

Norma ASTM D 6433-03, con algunas modificaciones acorde a nuestra realidad de evaluación. Para la variable independiente se recolecto datos haciendo uso de cuestionarios con preguntas acerca de la metodología PCI para cada unidad de muestra.

3.7. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de datos se utilizaron cuadros de cálculos para presentar resultados del desarrollo de cada etapa del desarrollo de la investigación. Se hizo uso de hojas de cálculo elaborado bajo los lineamientos que establece la metodología PCI en la Norma ASTM D 6433-03, asimismo el análisis del procedimiento se hizo empleando gráficos, tablas y otros que reflejen los resultados del análisis de los datos tomados en campo. El Software que se utilizó principalmente fue el Excel, para compararse los resultados obtenidos y la presentaciones de las tablas que nos permitirán se analizarse los datos obtenidos.

3.8. Técnicas y análisis de datos

En esta etapa se determina como analizar los datos obtenidos de la recolección, los cuales fueron mediante los siguientes softwares:

Se utilizó Microsoft Excel que permite obtener hojas de cálculo, gráficos estadísticos, cuadros comparativos con los datos extraídos, y brinda resultados específicos. Para facilitar el procesamiento se hará uso de tablas, gráficos que nos permitirán desarrollar la evaluación del pavimento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. integridad superficial

Para el estudio de la presente investigación, se tomó la carretera Mazamari, Pangoa, Cubantía, con una longitud de 34+530 km, para ello tomamos el tramo inicial que consta de 10 kilómetros con mayor tránsito, con 20 muestras para su evaluación de condición del pavimento, cabe mencionar que la vía fue inaugurada el año 2018, también se indica que esta vía fue diseñada y construida con un periodo de 20 años de vida útil, se identificó que para su ejecución el 80% de la carretera en su totalidad fue mejora con material de cerro por la lejanía de las canteras de río, si bien es cierto este material de cerro cumple con las especificaciones de materiales de mejoramiento de carretera, esta está muy por el límite de lo establecido.

Frente a ello se hace la evaluación de condición del pavimento por el método Pavement Condition Index (P.C.I.) para la evaluación de la serviciabilidad del pavimento con la finalidad de calificar el estado de la vía y realizar los mantenimientos necesarios de acuerdo al estado actual. Así mismo se menciona que la carretera por estar ubicada en la selva central presentó niveles freáticos durante su proceso constructivo que para ello se realizó espolones para drenar el agua filtrante, es por ello que se realiza la evaluación detallada en los tramos seleccionados.

A continuación, se presenta la evaluación por tramos:

A) Evaluación P.C.I. para la sección 1

1. Características generales

- Longitud: 33,23 m.
- Ancho de calzada: 6,90 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

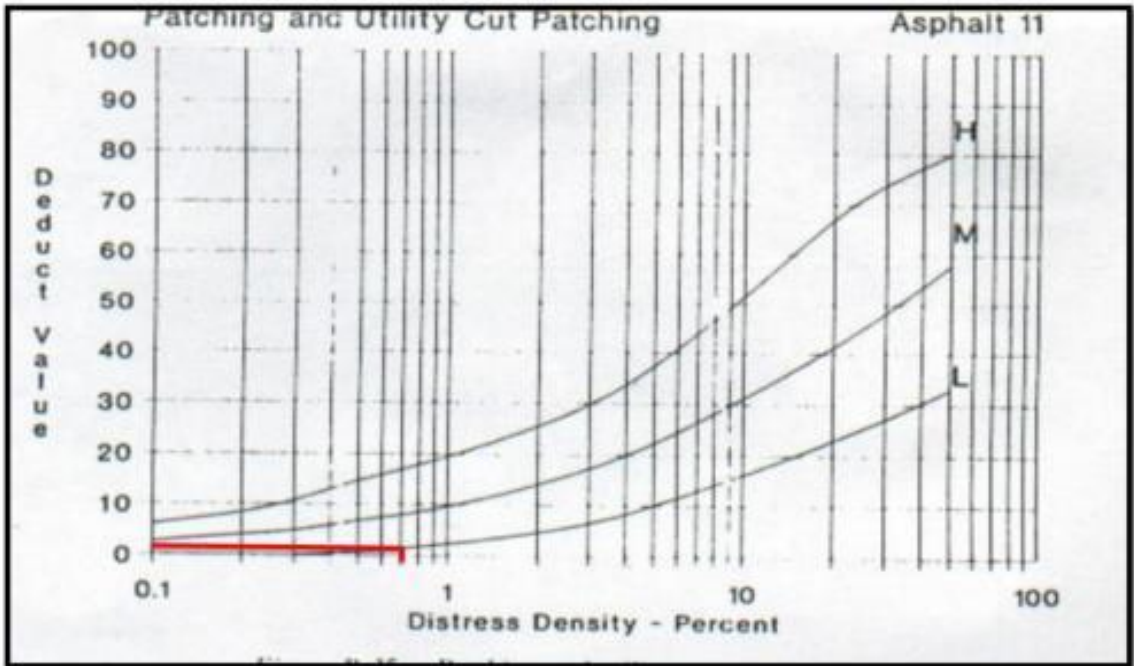
Tabla N° 08: Levantamiento de fallas (Seccion 1)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea
5. Corrugación	15. Ahuellamiento
6. Depresión	16. Desplazamiento
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados
10. Grietas longitudinales y transversales	
Severidad	

a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
Sección	1							
Progresiva de (Inicio)	km 00+080							
Progresiva de (Final)	km 00+113							
Unidad de muestra	m2							
Área de unidad e muestra	229							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11L	2,33	1,73	-	-	-	4,06	1,77	2
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	2

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 01: Curva - 11L Parcheo de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 09: Clasificación del PCI

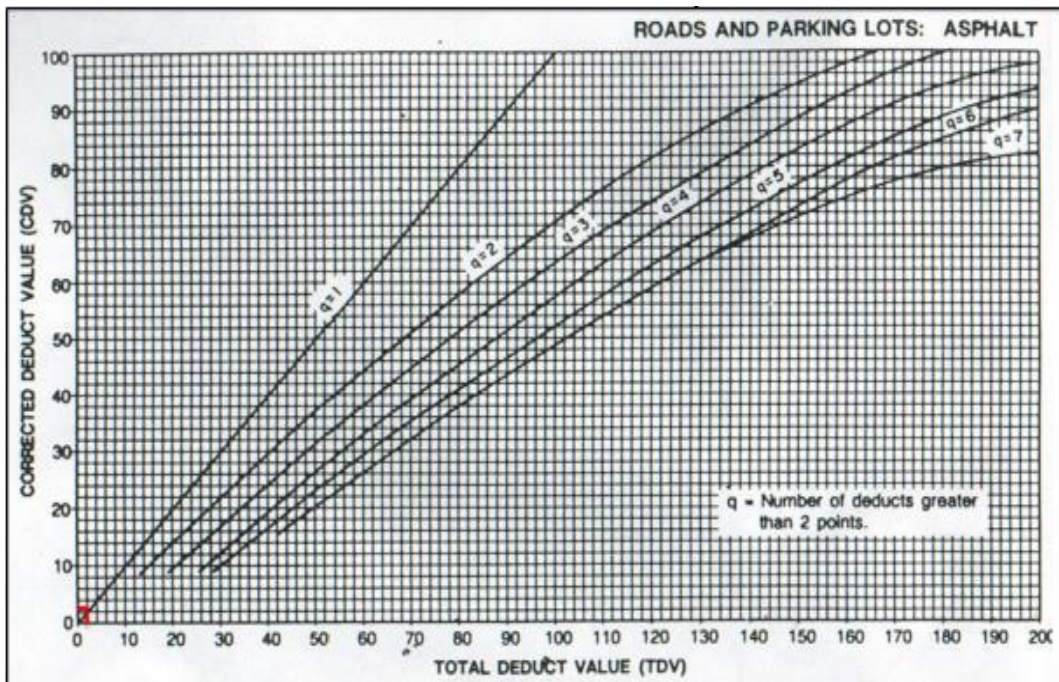
mi	10,00	0,00						
Valor deducido	2,00	-	-					
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	2,00	-	-					
#	Valor Deducido					TDV	q	CDV
1	2,00					2,00	1	2,00
							Max CDV	2,00

MAX CDV	2,0
PCI	98,0
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 02: Curva valor deducido para sección 1



Fuente: Elaboración Propia.

B) Evaluación PCI para la sección 2

1. Características generales

- Longitud: 39 m.
- Ancho de calzada: 5,80 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

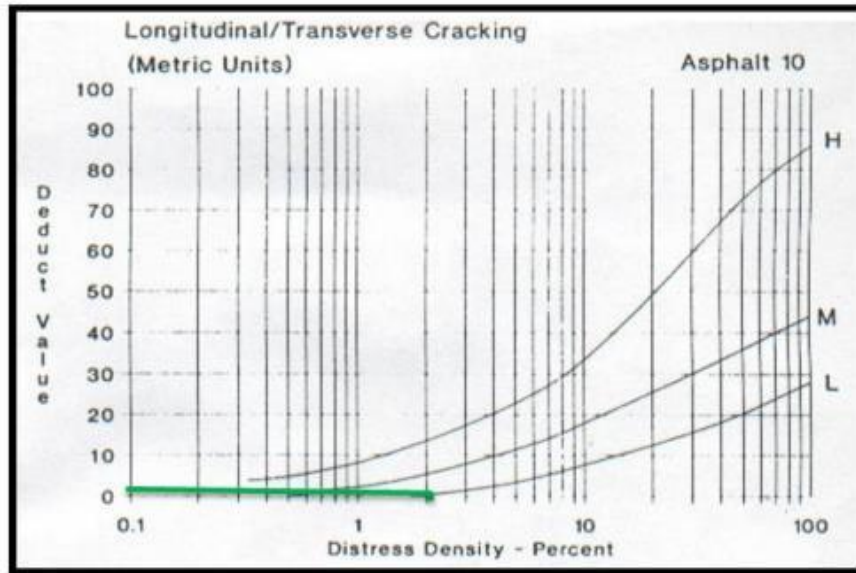
2. Evaluación PCI

Tabla N° 10: Levantamiento de fallas (Sección 2)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS										
Tipos de fallas										
1. Piel de Cocodrilo					11. Parcheo y acometidas de servicios					
2. Exudación					12. Pulimento de Agregado pulido					
3. Agrietamiento en Bloque					13. Huecos					
4. Abultamientos y Hundimientos					14. Cruce de Vía Férrea					
5. Corrugación					15. Ahuellamiento					
6. Depresión					16. Desplazamiento					
7. Grieta de Borde					17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento					
8. Grieta de Reflexión de Junta					18. Hinchamiento					
9. Desnivel Carril-Berma					19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales										
Severidad										
a) Low - Bajo (L)										
b) Medium Medio (M)										
c) High - Alto (H)										
Sección	2									
Progresiva de (Inicio)	km 00+480									
Progresiva de (Final)	km 00+519									
Unidad de muestra	m ²									
Área de unidad e muestra	226									
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
10L	11,20	-	-	-	-	11,2	4,95	0,6		
11L	2,93	-	-	-	-	2,93	1,30	1		
						MAYOR VALOR DEDUCIDO	1			

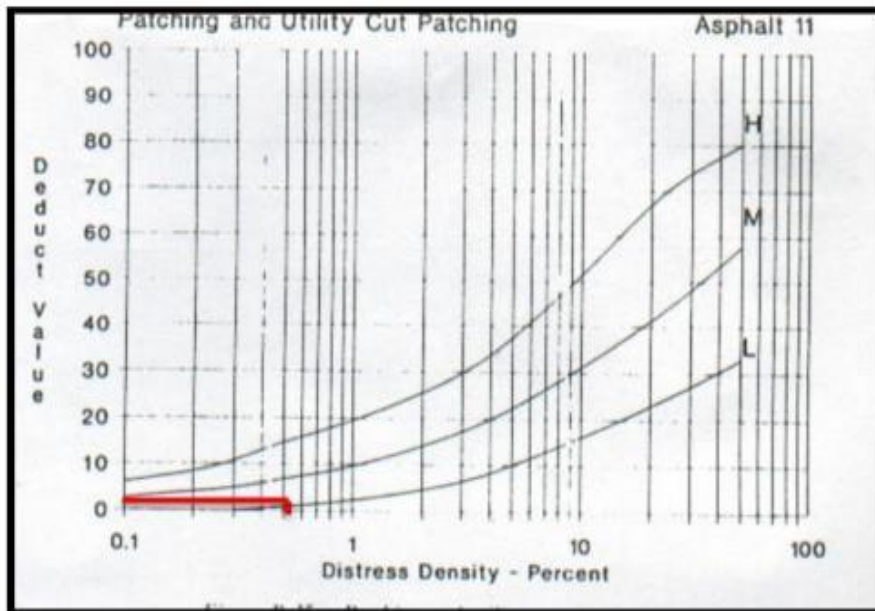
Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 03: Curva - 10 L Grietas de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 04: Curva - 11L Parcheo de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 11: Clasificación del PCI

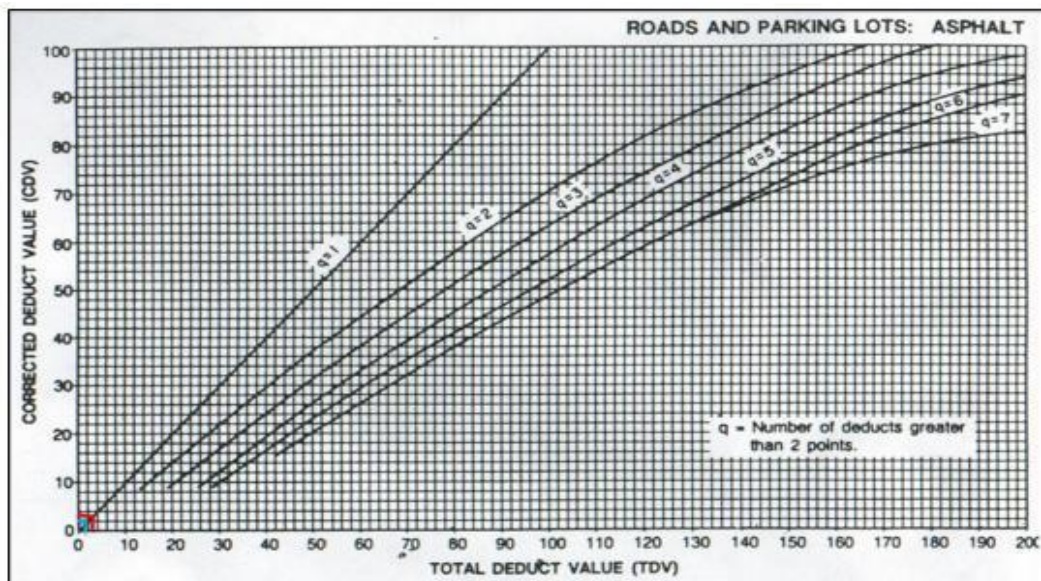
mi	10,09	0,09					
Valor deducido	0,60	1,00	-	-			
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	1,00	0,60	-	-			
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	1,00	0,06			1,06	1	1,30
2	1,00				1,00	1	1,00
						Max CDV	1,30

MAX CDV	1,3
PCI	98,7
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 05: Curva valor deducido para sección 2



Fuente: Elaboración Propia.

C) Evaluación PCI para la sección 3

1. Características generales

- Longitud: 34,25 m.
- Ancho de calzada: 6,30 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

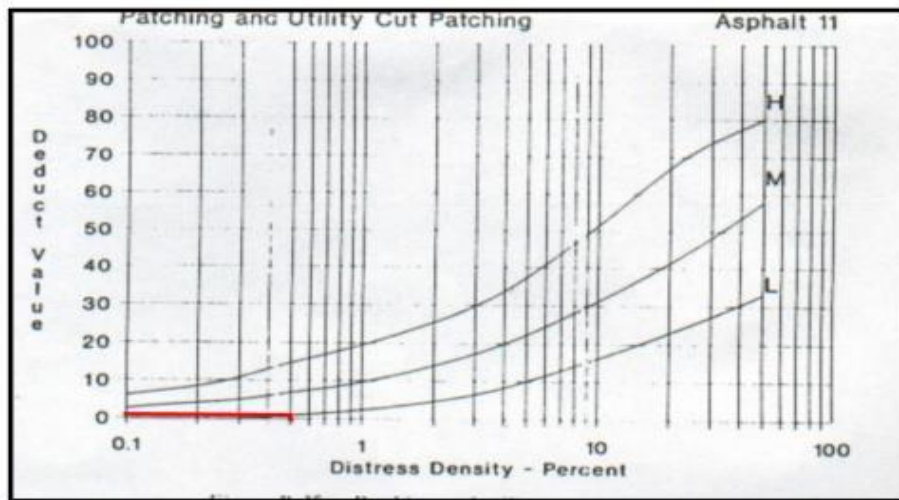
2. Evaluación PCI

Tabla N° 12: Levantamiento de fallas (Sección 3)

Tipos de fallas								
1. Piel de Cocodrilo							11. Parcheo y acometidas de servicios	
2. Exudación							12. Pulimento de Agregado pulido	
3. Agrietamiento en Bloque							13. Huecos	
4. Abultamientos y Hundimientos							14. Cruce de Vía Férrea	
5. Corrugación							15. Ahuellamiento	
6. Depresión							16. Desplazamiento	
7. Grieta de Borde							17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento	
8. Grieta de Reflexión de Junta							18. Hinchamiento	
9. Desnivel Carril-Berma							19. Meteorización/Desprendimiento de agregados	
10. Grietas longitudinales y transversales								
Severidad								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
Sección	3							
Progresiva de (Inicio)	km 00+830							
Progresiva de (Final)	km 00+864							
Unidad de muestra	m2							
Área de unidad e muestra	216							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11L	1,95	0,61	-	-	-	2,5594	1,19	1
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	1

Fuente: Elaboracion Propia.

Gráfico N° 06: Curva - 11L Parcheo de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 13: Clasificación del PCI

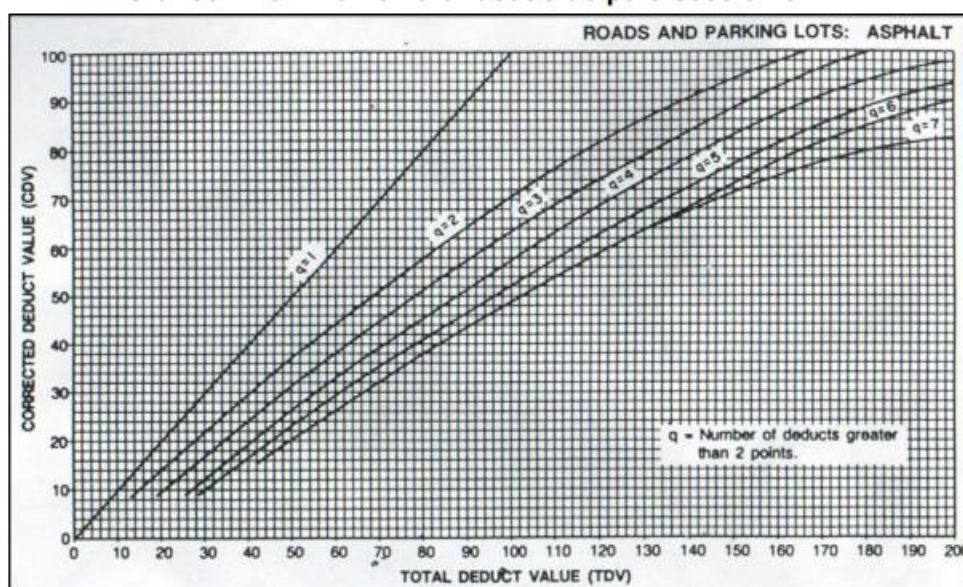
mi	10,09	1,00					
Valor deducido	1,00	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	1,00	-	-				
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	1,00				1,00	1	0,30
						Max CDV	0,30

MAX CDV	0,3
PCI	99,7
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 07: Curva valor deducido para sección 3



Fuente: Elaboración Propia.

D) Evaluación PCI para la sección 4

1. Características generales

- Longitud: 34,78 m.
- Ancho de calzada: 6,40 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

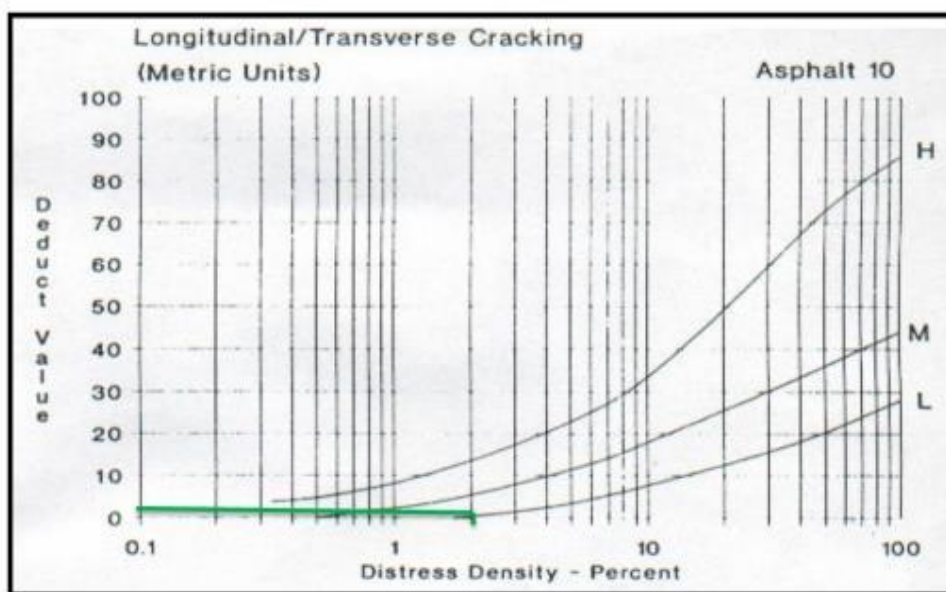
Tabla N° 14: Levantamiento de fallas (Sección 4)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea
5. Corrugación	15. Ahuellamiento
6. Depresión	16. Desplazamiento

7. Grieta de Borde		17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento						
8. Grieta de Reflexión de Junta		18. Hinchamiento						
9. Desnivel Carril-Berma		19. Meteorización/Desprendimiento de agregados						
10. Grietas longitudinales y transversales								
Severidad								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
Sección	4							
Progresiva de (Inicio)	km 01+590							
Progresiva de (Final)	km 01+625							
Unidad de muestra	m2							
Área de unidad e muestra	223							
FALLA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
10L	5,10	4,86	-	-	-	9,96	4,47	0,2
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	0,2

Fuente: Elaboracion Propia.

Gráfico N° 08: Curva - 10 L Grietas de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 15: Clasificación del PCI

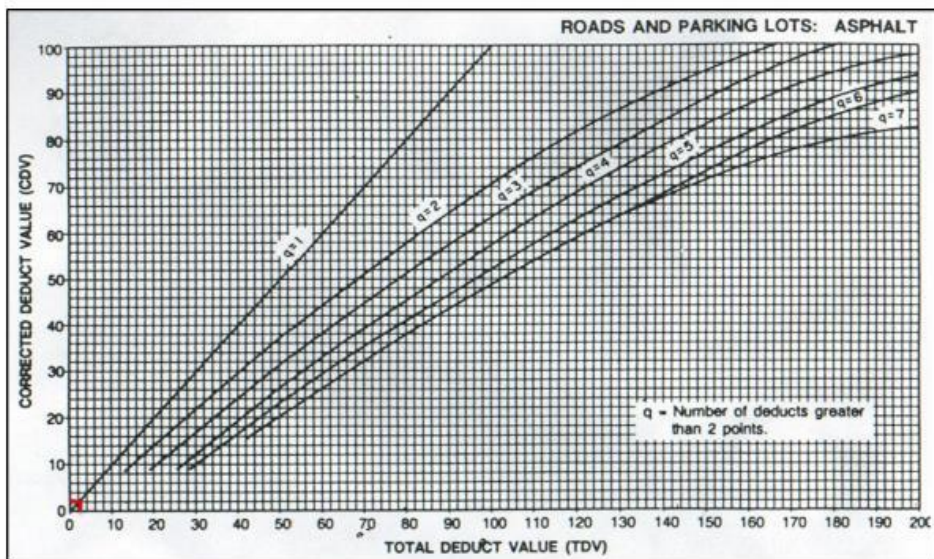
mi	10,17	0,17					
Valor deducido	0,20	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	0,20	-	-				
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	0,20				0,20	1	0,40
						Max CDV	0,40

MAX CDV	0,4
PCI	99,6
CALIFICACIÓN	Regular

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 09: Curva valor deducido para sección 4



Fuente: Elaboración Propia.

E) Evaluación PCI para la sección 5

1. Características generales

- Longitud: 44,15 m.
- Ancho de calzada: 5,20 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

Tabla N° 16: Levantamiento de fallas (Sección 5)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
Tipos de fallas								
1. Piel de Cocodrilo					11. Parcheo y acometidas de servicios			
2. Exudación					12. Pulimento de Agregado pulido			
3. Agrietamiento en Bloque					13. Huecos			
4. Abultamientos y Hundimientos					14. Cruce de Vía Férrea			
5. Corrugación					15. Ahuellamiento			
6. Depresión					16. Desplazamiento			
7. Grieta de Borde					17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento			
8. Grieta de Reflexión de Junta					18. Hinchamiento			
9. Desnivel Carril-Berma					19. Meteorización/Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales								
Severidad								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
Sección	5							
Progresiva de (Inicio)	km 02+670							
Progresiva de (Final)	km 02+714							
Unidad de muestra	m ²							
Área de unidad e muestra	230							
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
11L	5,99	-	-	-	5,98676	2,61	3	
						MAYOR VALOR DEDUCIDO	3	

Fuente: Elaboracion Propia.

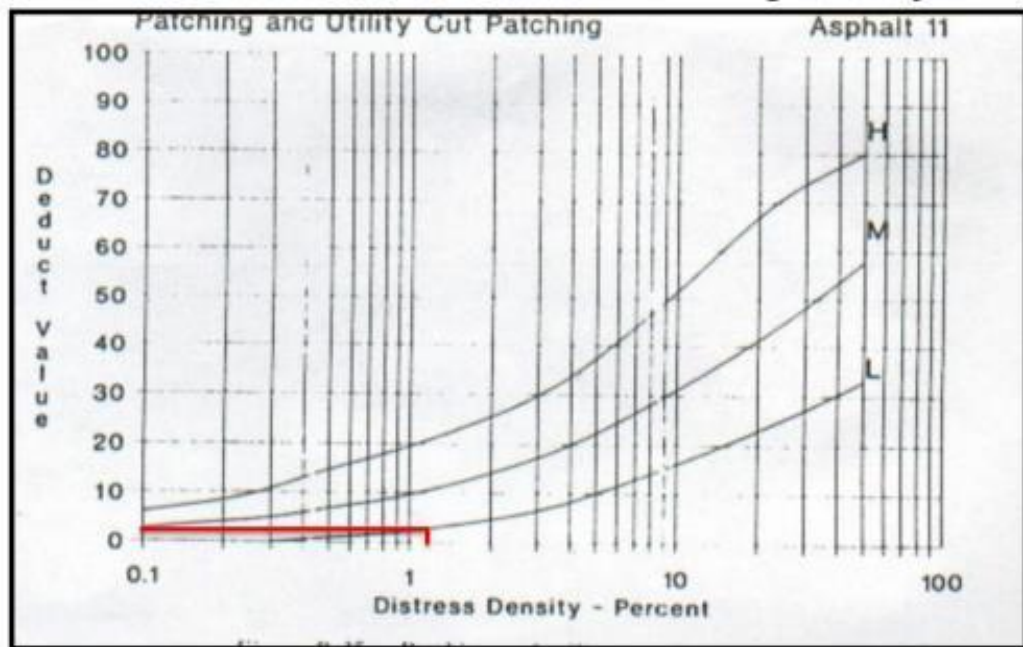


Gráfico N° 10: Curva - 11L Parcheo de grado bajo

Fuente: Elaboración Propia.

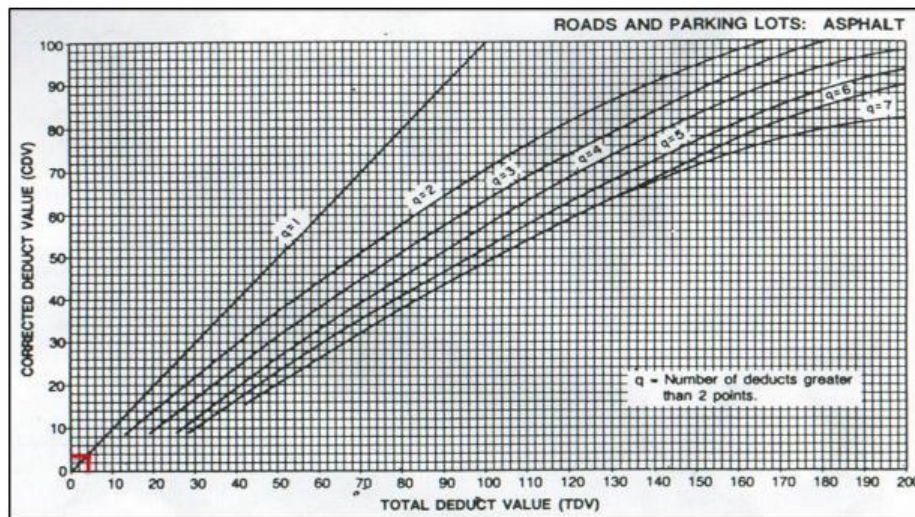
Tabla N° 17: Clasificación del PCI

mi	9,91	0,91					
Valor deducido	3,00	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	3,00	-	-				
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	3,00				3,00	1	3,00
						Max CDV	3,00
MAX CDV	3,0						
PCI	97,0						
CALIFICACIÓN	Excelente						

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 11: Curva valor deducido para sección 5



Fuente: Elaboración Propia.

F) Evaluación PCI para la sección 6

1. Características generales

- Longitud: 40,9 m.
- Ancho de calzada: 5,60 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

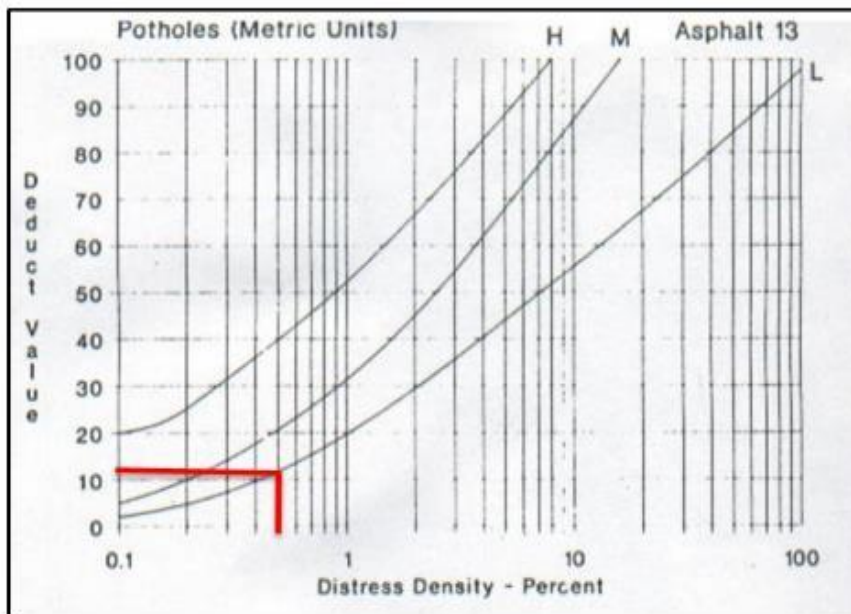
Tabla N° 18: Levantamiento de fallas (Sección 6)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea
5. Corrugación	15. Ahuellamiento

6. Depresión	16. Desplazamiento						
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento						
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento						
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados						
10. Grietas longitudinales y transversales							
Severidad							
a) Low - Bajo (L)							
b) Medium Medio (M)							
c) High - Alto (H)							
Sección	6						
Progresiva de (Inicio)	km 02+900						
Progresiva de (Final)	km 02+941						
Fecha	19/01/2019						
Unidad de muestra	m2						
Área de unidad e muestra	229						
2	CANTIDA D	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
13L	2,2764	-	-	-	2,2764	0,99	10
13M	0,272	0,3552	1,3281	-	1,9553	0,85	16
						MAYOR VALOR DEDUCIDO	16

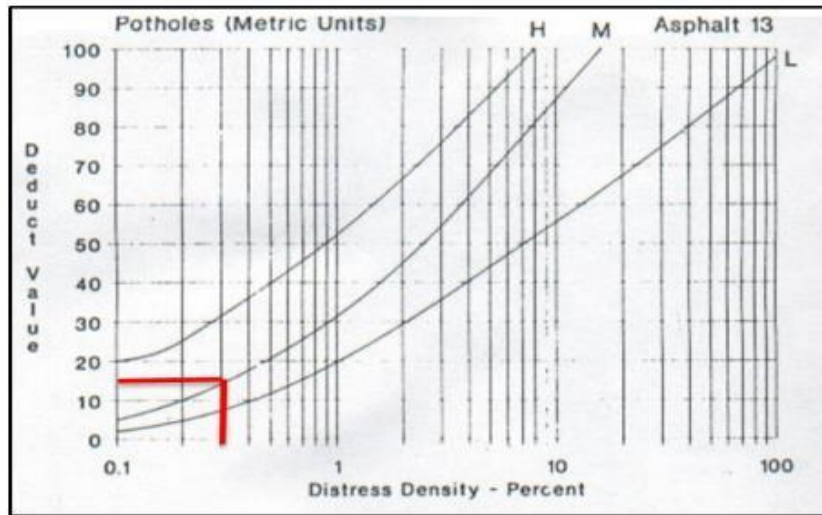
Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 12: Curva - 13M Huecos de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 13: Curva - 13M Huecos de grado medio



Fuente: Elaboración Propia.

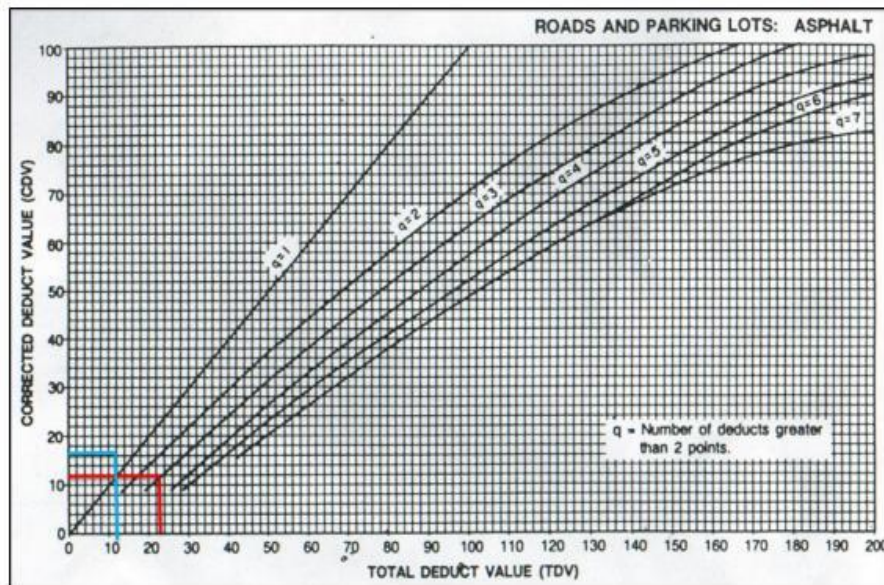
Tabla N° 19: Clasificación del PCI

mi	8,71	0,71					
Valor deducido	10,00	16,00	-	-			
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	16,00	10,00	-	-			
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	16,00	7,14			23,14	3	13,00
2	16,00	2,00			18,00	1	17,00
						Max CDV	17,00
MAX CDV	17,0						
PCI	83,0						
CALIFICACIÓN	Muy bueno						

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 14: Curva valor deducido para sección 6



Fuente: Elaboración Propia.

G) Evaluación PCI para la sección 7

1. Características generales

- Longitud: 35,61 m.
- Ancho de calzada: 6,40 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

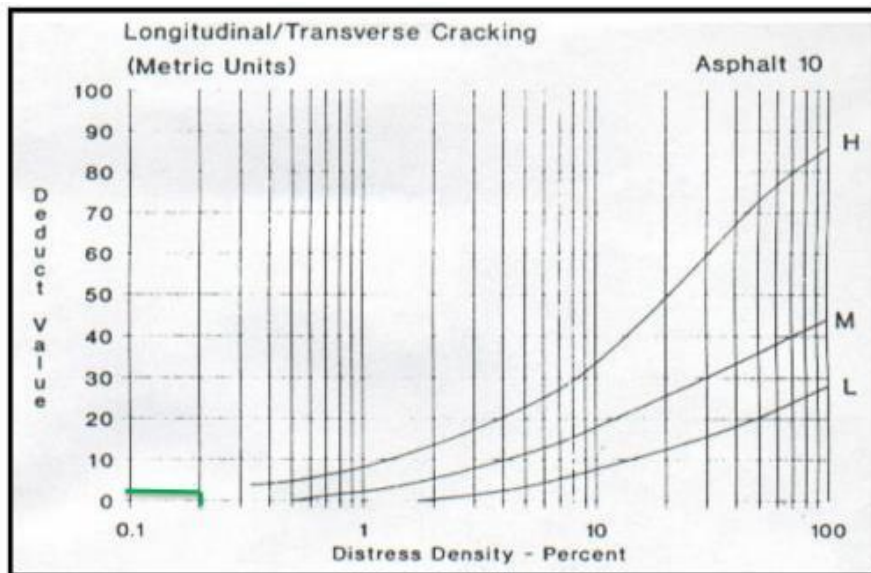
Tabla N° 20: Levantamiento de fallas (Sección 7)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea
5. Corrugación	15. Ahuellamiento

6. Depresión	16. Desplazamiento							
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento							
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento							
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados							
10. Grietas longitudinales y transversales								
Severidad								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
Sección	7							
Progresiva de (Inicio)	km 04+780							
Progresiva de (Final)	km 04+816							
Unidad de muestra	m2							
Área de unidad e muestra	228							
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO				
10L	10,62	-	-	-	10,62	4,66	0,2	
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	0,2

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 15: Curva - 10 L Grietas de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 21: Clasificación del PCI

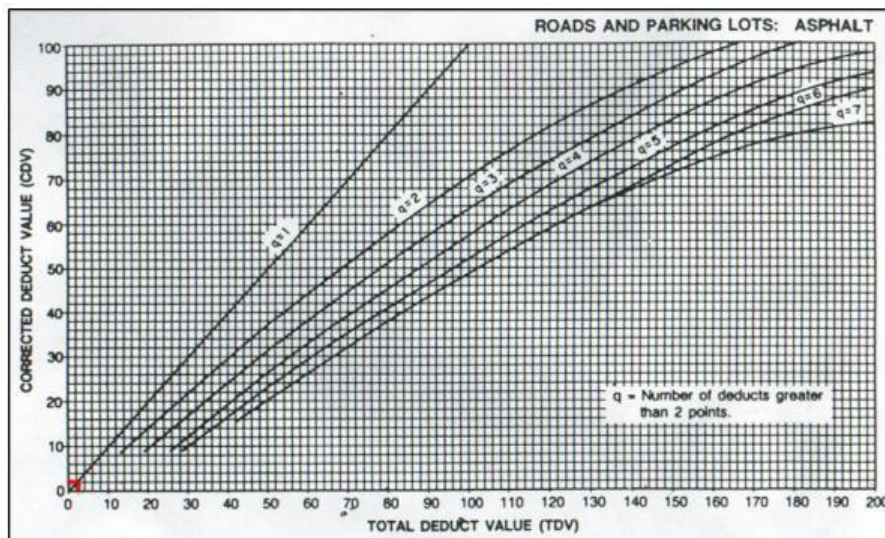
mi	10,17	0,17					
Valor deducido	0,20	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	0,20	-	-				
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	0,20				0,20	1	0,20
						Max CDV	0,20

MAX CDV	0,2
PCI	99,8
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 16: Curva valor deducido para sección 7



Fuente: Elaboración Propia.

H) Evaluación PCI para la sección 8

1. Características generales

- Longitud: 43,65 m.
- Ancho de calzada: 5,00 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

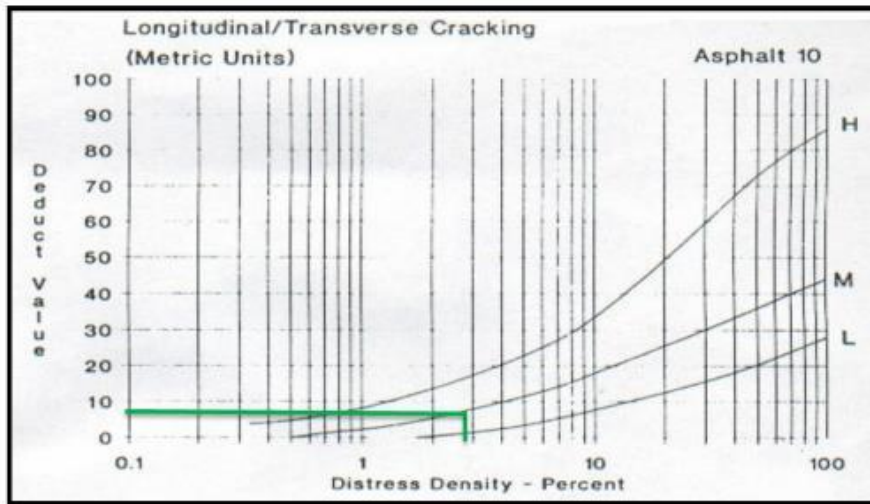
2. Evaluación PCI

Tabla N° 22: Levantamiento de fallas (Sección 8)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS									
Tipos de fallas									
1. Piel de Cocodrilo					11. Parcheo y acometidas de servicios				
2. Exudación					12. Pulimento de Agregado pulido				
3. Agrietamiento en Bloque					13. Huecos				
4. Abultamientos y Hundimientos					14. Cruce de Vía Férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Grieta de Borde					17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento				
8. Grieta de Reflexión de Junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel Carril-Berma					19. Meteorización/Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
Severidad									
a) Low - Bajo (L)									
b) Medium Medio (M)									
c) High - Alto (H)									
Sección	8								
Progresiva de (Inicio)	km 04+900								
Progresiva de (Final)	km 04+944								
Unidad de muestra	m ²								
Área de unidad e muestra	218								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10L	10,40	-	-	-	-	10,4	4,77	0,5	
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	0,5	

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 17: Curva - 10 L Grietas de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 23: Clasificación del PCI

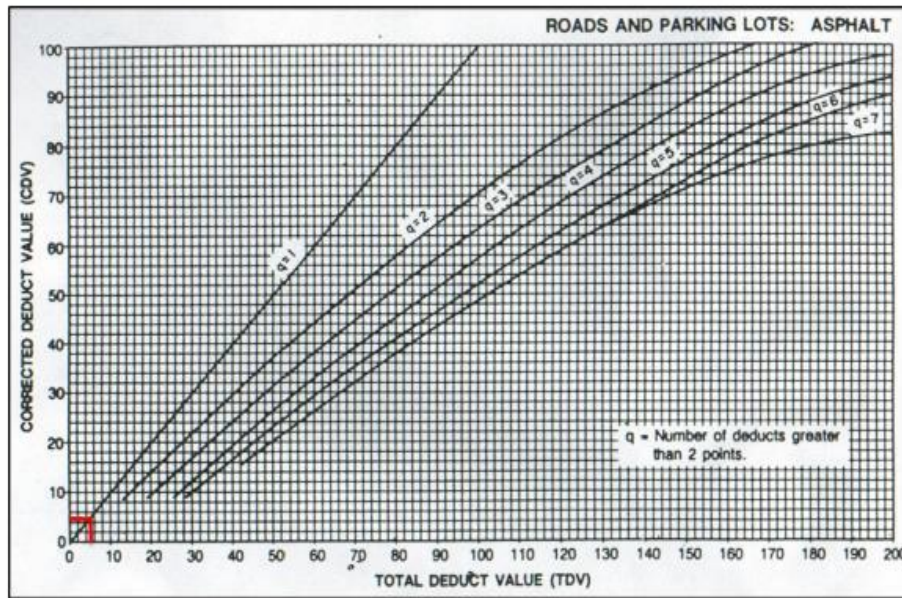
mi	10,14	0,14					
Valor deducido	0,50	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	0,50	-	-				
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	0,50				0,50	1	0,50
						Max CDV	0,50
MAX CDV	0,5						
PCI	99,5						
CALIFICACIÓN	Excelente						

Cuadro 1.
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Gráfico N° 18: Curva valor deducido para sección 8



Fuente: Elaboración Propia.

I) Evaluación PCI para la sección 9

1. Características generales

- Longitud: 43,21 m.
- Ancho de calzada: 5,30 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

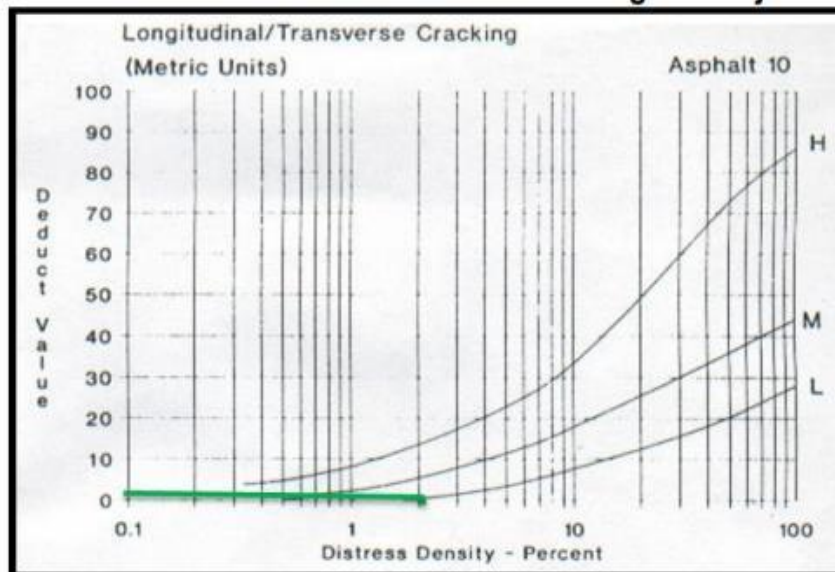
Tabla N° 24: Levantamiento de fallas (Sección 9)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea
5. Corrugación	15. Ahuellamiento

6. Depresión	16. Desplazamiento			
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento			
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento			
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales				
Severidad				
a) Low - Bajo (L)				
b) Medium Medio (M)				
c) High - Alto (H)				
Sección	9			
Progresiva de (Inicio)	km 05+480			
Progresiva de (Final)	km 05+523			
Unidad de muestra	m ²			
Área de unidad e muestra	229			
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10L	10,55 - - - -	10,55	4,61	0,2
			MAYOR VALOR DEDUCIDO	0,2

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 19: Curva - 10 L Grietas de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 25: Clasificación del PCI

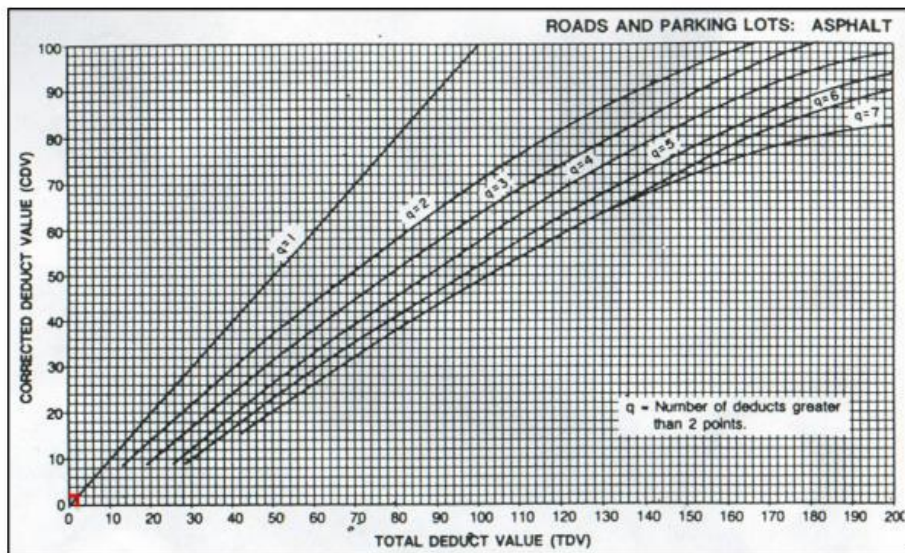
mi	10,17	0,17					
Valor deducido	0,20	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	0,20	-	-				
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	0,20				0,20	6	0,40
						Max CDV	0,40

MAX CDV	0,4
PCI	99,6
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 20: Curva valor deducido para sección 9



Fuente: Elaboración Propia.

J) Evaluación PCI para la sección 10

1. Características generales

- Longitud: 40,5 m.
- Ancho de calzada: 5,50 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

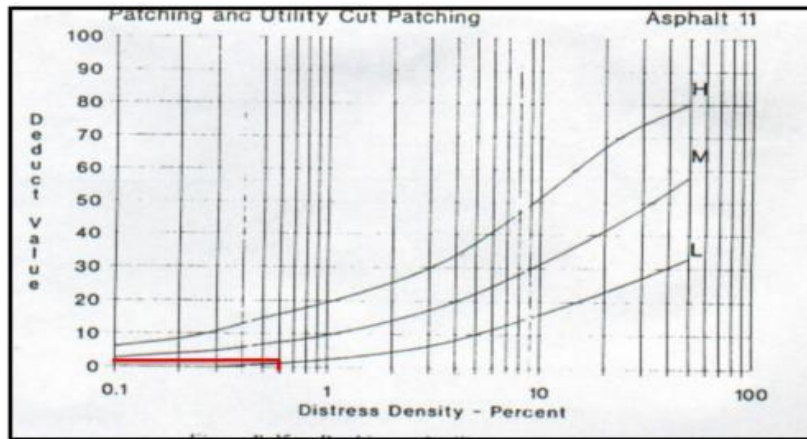
2. Evaluación PCI

Tabla N° 26: Levantamiento de fallas (Sección 10)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS									
Tipos de fallas									
1. Piel de Cocodrilo					11. Parcheo y acometidas de servicios				
2. Exudación					12. Pulimento de Agregado pulido				
3. Agrietamiento en Bloque					13. Huecos				
4. Abultamientos y Hundimientos					14. Cruce de Vía Férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Grieta de Borde					17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento				
8. Grieta de Reflexión de Junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel Carril-Berma					19. Meteorización/Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
Severidad									
a) Low - Bajo (L)									
b) Medium Medio (M)									
c) High - Alto (H)									
Sección	10								
Progresiva de (Inicio)	km 05+600								
Progresiva de (Final)	km 05+641								
Unidad de muestra	m2								
Área de unidad e muestra	223								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
11L	2,48	0,36	-	-	-	2,8352	1,27	1	
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	1	

Fuente: Elaboracion Propia.

Gráfico N° 21: Curva - 11L Parcheo de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 27: Clasificación del PCI

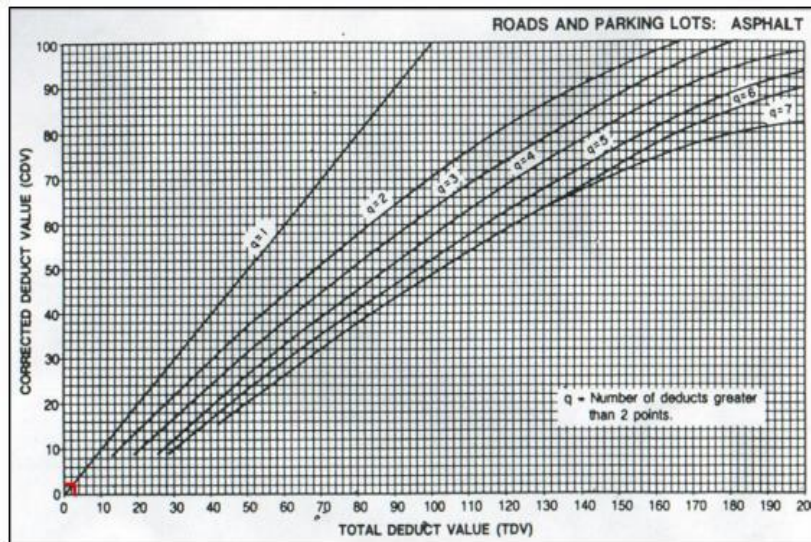
mi	10,09	0,09						
Valor deducido	1,00	-	-					
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	1,00	-	-					
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV	
1	1,00				1,00	6	0,50	
						Max CDV	0,50	

MAX CDV	0,5
PCI	99,5
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 22: Curva valor deducido para sección 10



Fuente: Elaboración Propia.

K) Evaluación PCI para la sección 11

1. Características generales

- Longitud: 37,24 m.
- Ancho de calzada: 6,15 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

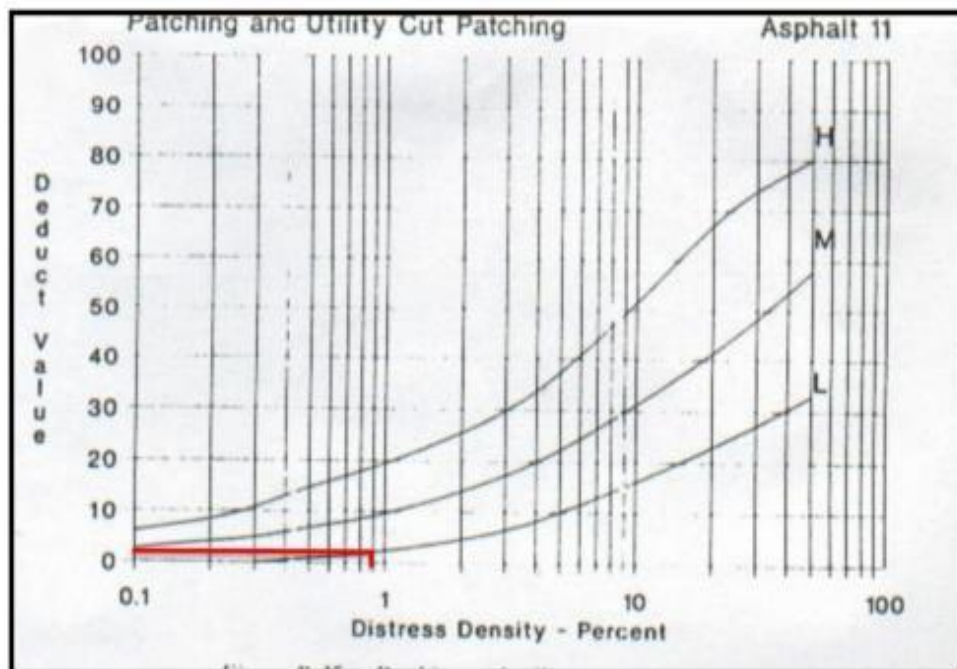
Tabla N° 28: Levantamiento de fallas (Sección 11)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea
5. Corrugación	15. Ahuellamiento

6. Depresión	16. Desplazamiento			
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento			
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento			
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales				
Severidad				
a) Low - Bajo (L)				
b) Medium Medio (M)				
c) High - Alto (H)				
Sección	11			
Progresiva de (Inicio)	km 05+910			
Progresiva de (Final)	km 05+947			
Unidad de muestra	m2			
Área de unidad e muestra	229			
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11L	4,96 - - - -	4,956	2,16	2
			MAYOR VALOR DEDUCIDO	2

Fuente: Elaboracion Propia.

Gráfico N° 23: Curva - 11L Parcheo de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 29: Clasificación del PCI

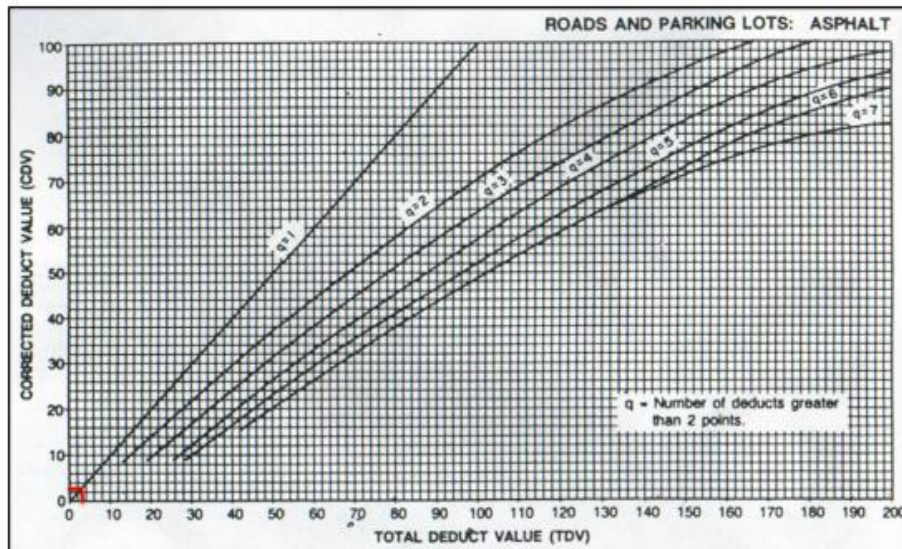
mi	10,00	0,00					
Valor deducido	2,00	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	2,00	-	-				
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	2,00				2,00	6	4,00
						Max CDV	4,00

MAX CDV	4,0
PCI	96,0
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 24: Curva valor deducido para sección 11



Fuente: Elaboración Propia.

L) Evaluación PCI para la sección 12

1. Características generales

- Longitud: 44,3 m.
- Ancho de calzada: 5,00 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

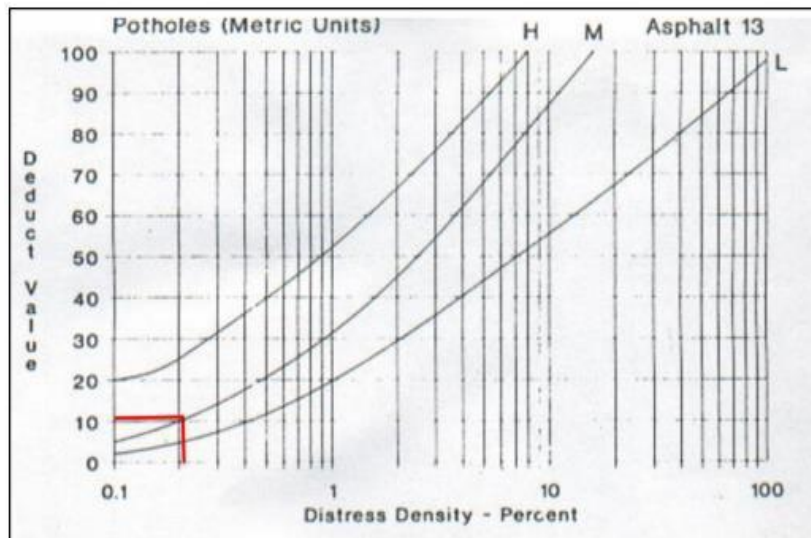
2. Evaluación PCI

Tabla N° 30: Levantamiento de fallas (Sección 12)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS							
Tipos de fallas							
1. Piel de Cocodrilo				11. Parcheo y acometidas de servicios			
2. Exudación				12. Pulimento de Agregado pulido			
3. Agrietamiento en Bloque				13. Huecos			
4. Abultamientos y Hundimientos				14. Cruce de Vía Férrea			
5. Corrugación				15. Ahuellamiento			
6. Depresión				16. Desplazamiento			
7. Grieta de Borde				17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento			
8. Grieta de Reflexión de Junta				18. Hinchamiento			
9. Desnivel Carril-Berma				19. Meteorización/Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales							
Severidad							
a) Low - Bajo (L)							
b) Medium Medio (M)							
c) High - Alto (H)							
Sección	12						
Progresiva de (Inicio)	km 06+110						
Progresiva de (Final)	km 06+154						
Unidad de muestra	m2						
Área de unidad e muestra	222						
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13M	1,1926	-	-	-	1,1926	0,54	11
						MAYOR VALOR DEDUCIDO	11

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 25: Curva - 13M Huecos de grado medio



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 31: Clasificación del PCI

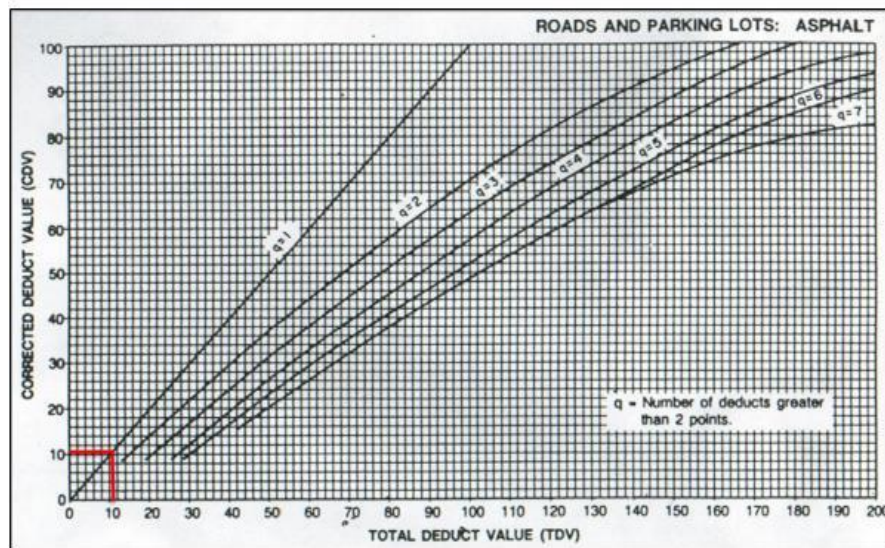
mi	9,17	0,17					
Valor deducido	11,00	-	-	-			
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	11,00	-	-	-			
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	11,00				11,00	1	11,15
						Max CDV	11,15

MAX CDV	11,2
PCI	88,9
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 26: Curva valor deducido para sección 12



Fuente: Elaboración Propia.

M) Evaluación PCI para la sección 13

1. Características generales

- Longitud: 40,83 m.
- Ancho de calzada: 5,40 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

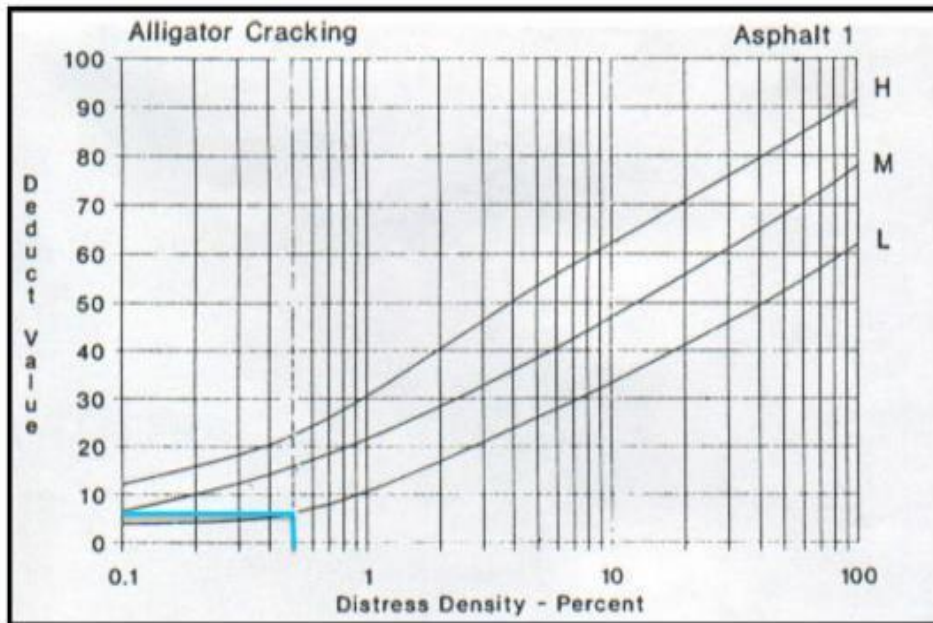
Tabla N° 32: Levantamiento de fallas (Sección 13)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea

5. Corrugación	15. Ahuellamiento			
6. Depresión	16. Desplazamiento			
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento			
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento			
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales				
Severidad				
a) Low - Bajo (L)				
b) Medium Medio (M)				
c) High - Alto (H)				
Sección	13			
Progresiva de (Inicio)	km 06+340			
Progresiva de (Final)	km 06+381			
Unidad de muestra	m2			
Área de unidad e muestra	220			
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	2,52 - - -	2,52	1,14	6
			MAYOR VALOR DEDUCIDO	6

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 27: Curva - 1L Piel de cocodrilo de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 33: Clasificación del PCI

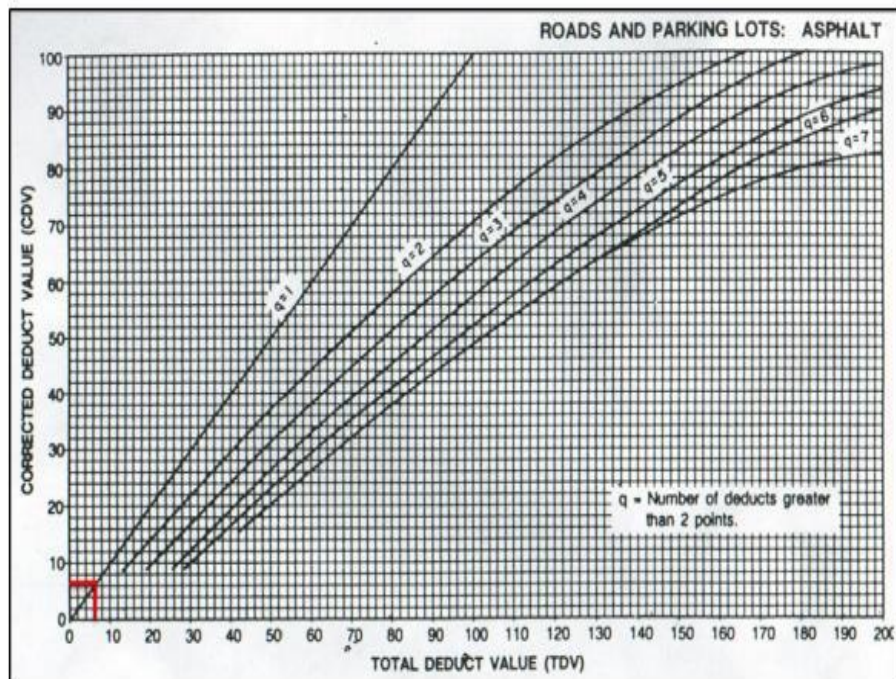
mi	9,63	0,63					
Valor deducido	6,00	-					
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	6,00	-					
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	6,00				6,00	1	7,00
						Max CDV	7,00

MAX CDV	7,0
PCI	93,0
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 28: Curva valor deducido para sección 13



Fuente: Elaboración Propia.

N) Evaluación PCI para la sección 14

1. Características generales

- Longitud: 40,66 m.
- Ancho de calzada: 5,40 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

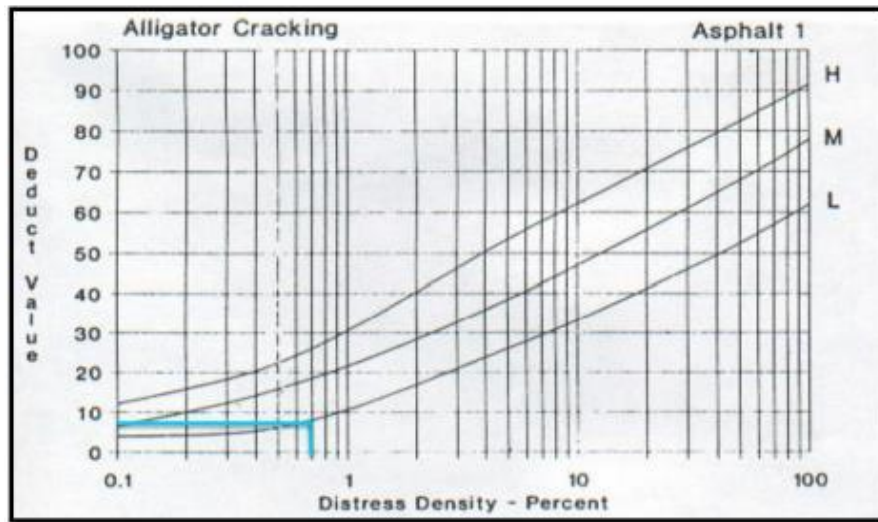
2. Evaluación PCI

Tabla N° 34: Levantamiento de fallas (Sección 14)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS							
Tipos de fallas							
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios						
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido						
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos						
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea						
5. Corrugación	15. Ahuellamiento						
6. Depresión	16. Desplazamiento						
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento						
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento						
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados						
10. Grietas longitudinales y transversales							
Severidad							
a) Low - Bajo (L)							
b) Medium Medio (M)							
c) High - Alto (H)							
Sección	14						
Progresiva de (Inicio)	km 07+450						
Progresiva de (Final)	km 07+491						
Unidad de muestra	m2						
Área de unidad e muestra	220						
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	3,12	-	-	-	3,124	1,42	7
						MAYOR VALOR DEDUCIDO	7

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 29: Curva - 1L Piel de cocodrilo de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 35: Clasificación del PCI

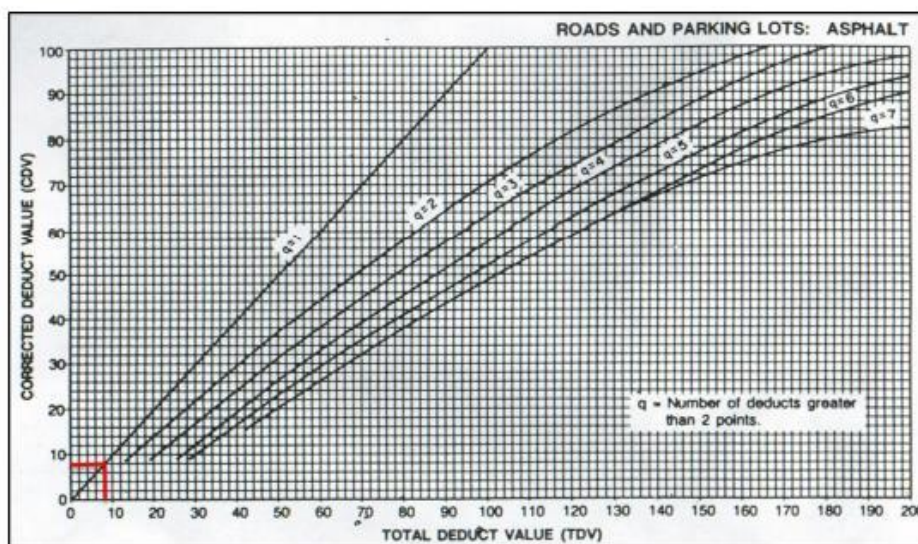
mi	9,54	0,54					
Valor deducido	7,00	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	7,00	-	-				
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	7,00				7,00	1	8,00
						Max CDV	8,00

MAX CDV	8,0
PCI	92,0
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 30: Curva valor deducido para sección 14



Fuente: Elaboración Propia.

O) Evaluación PCI para la sección 15

1. Características generales

- Longitudes: 45,62 m.
- Anchos de calzadas: 5,00 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

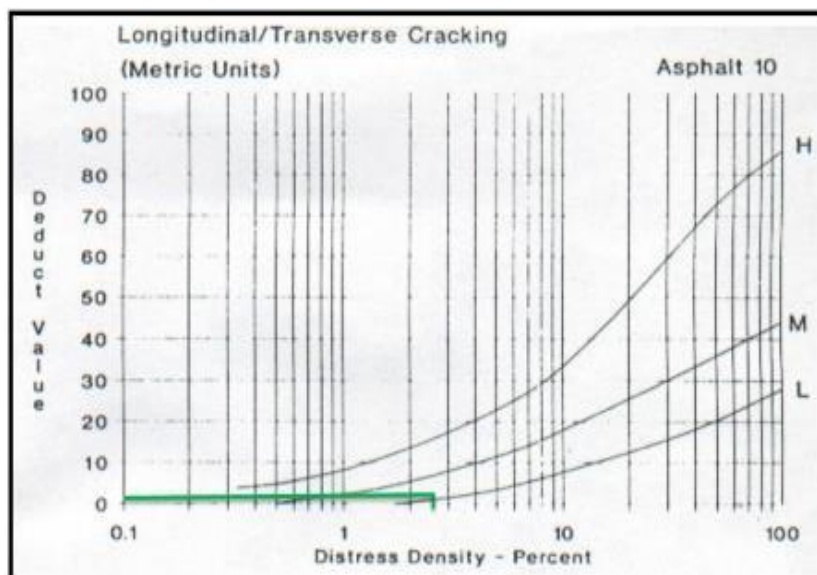
Tabla N° 36: Levantamiento de fallas (Sección 2)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea

5. Corrugación	15. Ahuellamiento			
6. Depresión	16. Desplazamiento			
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento			
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento			
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales				
Severidad				
a) Low - Bajo (L)				
b) Medium Medio (M)				
c) High - Alto (H)				
Sección	15			
Progresiva de (Inicio)	km 07+770			
Progresiva de (Final)	km 07+816			
Unidad de muestra	m2			
Área de unidad e muestra	228			
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10L	6,43 7,30 - -	13,73	6,02	1
			MAYOR VALOR DEDUCIDO	1

Fuente: Elaboracion Propia.

Gráfico N° 31: Curva - 10 L Grietas de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 37: Clasificación del PCI

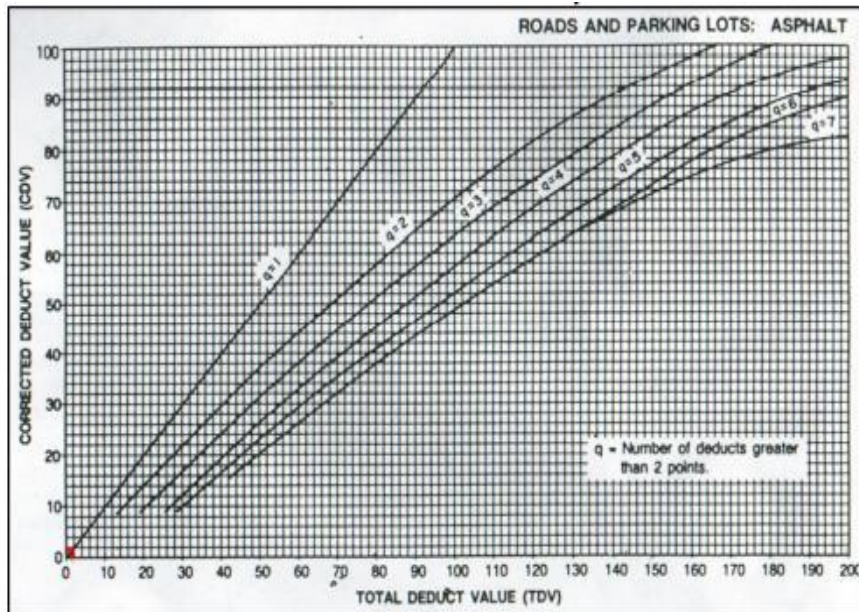
mi	10,09	0,09					
Valor deducido	1,00	-	-	-			
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	1,00	-	-	-			
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	1,00				1,00	1	0,60
						Max CDV	0,60

MAX CDV	0,6
PCI	99,4
GALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 32: Curva valor deducido para sección 15



Fuente: Elaboración Propia.

P) Evaluación PCI para la sección 16

1. Características generales

- Longitud: 44,51 m.
- Ancho de calzada: 5,00 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

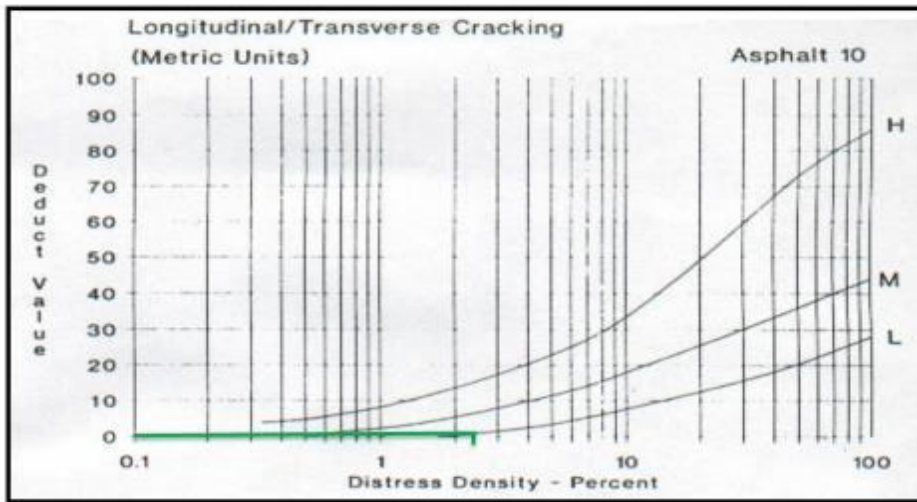
2. Evaluación PCI

Tabla N° 38: Levantamiento de fallas (Sección 16)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
Tipos de fallas								
1. Piel de Cocodrilo					11. Parcheo y acometidas de servicios			
2. Exudación					12. Pulimento de Agregado pulido			
3. Agrietamiento en Bloque					13. Huecos			
4. Abultamientos y Hundimientos					14. Cruce de Vía Férrea			
5. Corrugación					15. Ahuellamiento			
6. Depresión					16. Desplazamiento			
7. Grieta de Borde					17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento			
8. Grieta de Reflexión de Junta					18. Hinchamiento			
9. Desnivel Carril-Berma					19. Meteorización/Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales								
Severidad								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
Sección	16							
Progresiva de (Inicio)	km 08+110							
Progresiva de (Final)	km 08+155							
Unidad de muestra	m ²							
Área de unidad e muestra	223							
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10L	7,10	6,45		-	-	13,55	6,09	2
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	2

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 33: Curva - 10 L Grietas de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

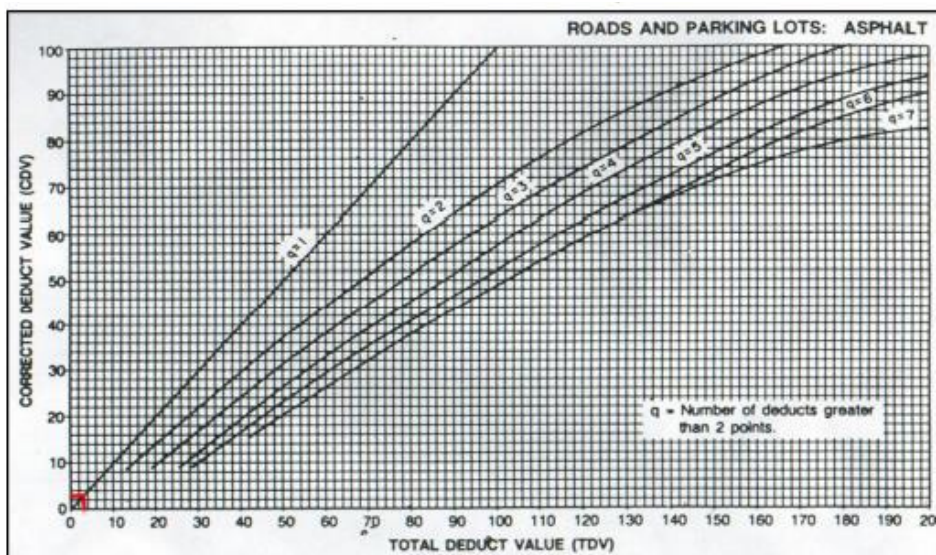
Tabla N° 39: Clasificación del PCI

mi	10,00	0,00					
Valor deducido	2,00	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	2,00	-	-				
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	2,00				2,00	1	3,00
						Max CDV	3,00
MAX CDV	3,0						
PCI	97,0						
CALIFICACIÓN	Excelente						

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 34: Curva valor deducido para sección 16



Fuente: Elaboración Propia.

Q) Evaluación PCI para la sección 17

1. Características generales

- Longitud: 34,59 m.
- Ancho de calzada: 6,40 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

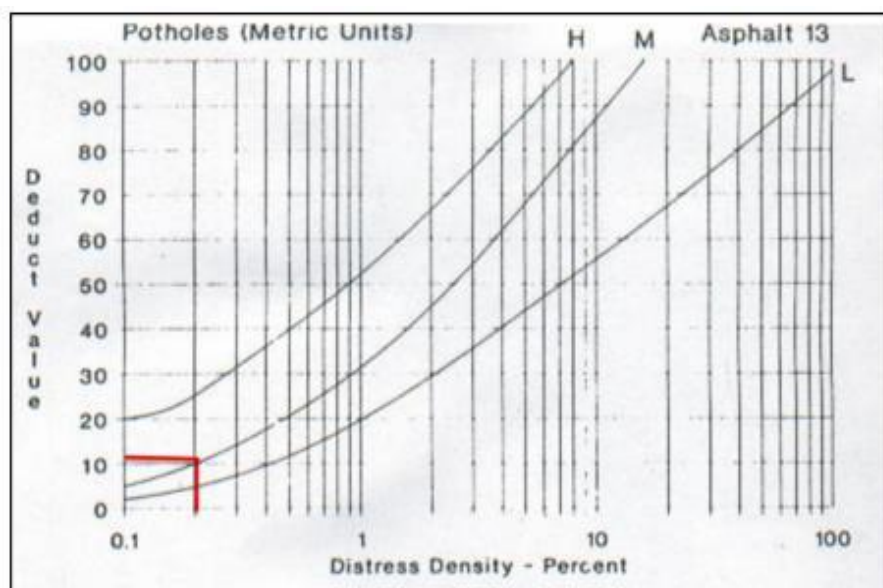
Tabla N° 40: Levantamiento de fallas (Sección 17)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea

5. Corrugación	15. Ahuellamiento							
6. Depresión	16. Desplazamiento							
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento							
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento							
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados							
10. Grietas longitudinales y transversales								
Severidad								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
Sección	17							
Progresiva de (Inicio)	km 08+550							
Progresiva de (Final)	km 08+585							
Unidad de muestra	m2							
Área de unidad e muestra	221							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	AREA							
13M	1,197	-	-	-	-	1,197	0,54	11
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	11

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 35: Curva - 13M Huecos de grado medio



Fuente: Elaboración Propia.

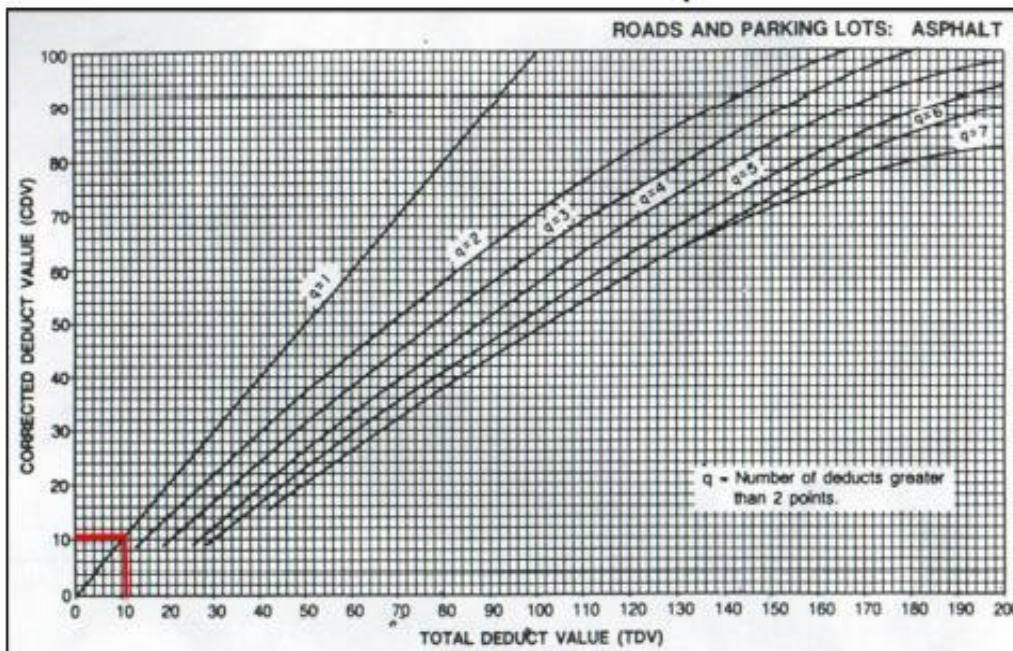
Tabla N° 41: Clasificación del PCI

mi	9,17	0,17						
Valor deducido	11,00	-	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	11,00	-	-	-				
#	Valor Deducido					TDV	q	CDV
1	11,00					11,00	1	11,24
							Max CDV	11,24
MAX CDV						11,2		
PCI						88,8		
CALIFICACIÓN						Excelente		

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 36: Curva valor deducido para sección 17



Fuente: Elaboración Propia.

R) Evaluación PCI para la sección 18

1. Características generales

- Longitud: 34,64 m.
- Ancho de calzada: 6,60 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

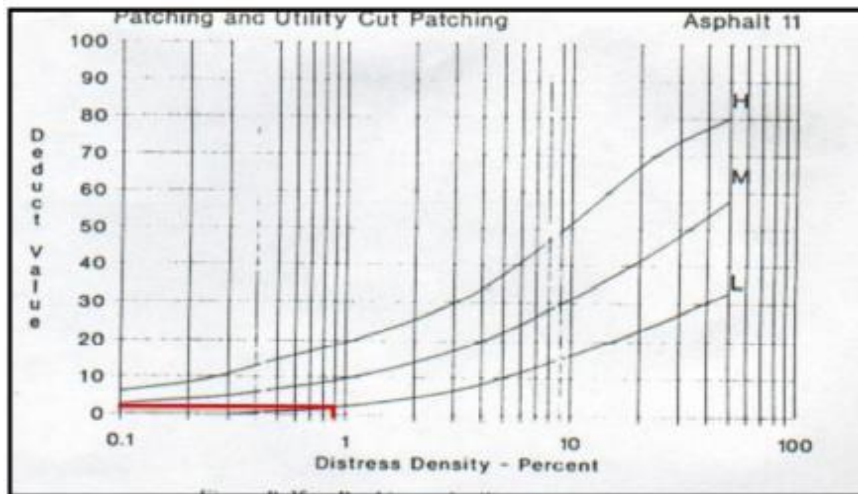
2. Evaluación PCI

Tabla N° 42: Levantamiento de fallas (Sección 18)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
Tipos de fallas								
1. Piel de Cocodrilo					11. Parcheo y acometidas de servicios			
2. Exudación					12. Pulimento de Agregado pulido			
3. Agrietamiento en Bloque					13. Huecos			
4. Abultamientos y Hundimientos					14. Cruce de Vía Férrea			
5. Corrugación					15. Ahuellamiento			
6. Depresión					16. Desplazamiento			
7. Grieta de Borde					17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento			
8. Grieta de Reflexión de Junta					18. Hinchamiento			
9. Desnivel Carril-Berma					19. Meteorización/Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales								
Severidad								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
Sección	18							
Progresiva de (Inicio)	km 08+720							
Progresiva de (Final)	km 08+755							
Unidad de muestra	m ²							
Área de unidad e muestra	229							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11L	2,12	2,7		-	-	4,8575	2,12	2
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	2

Fuente: Elaboracion Propia.

Gráfico N° 37: Curva - 11L Parcheo de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 43: Clasificación del PCI

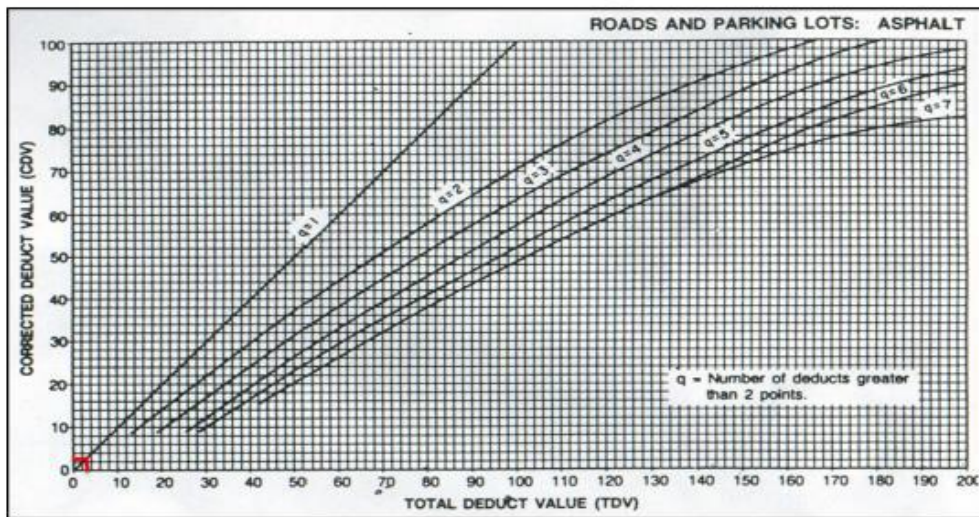
mi	10,00	1,00					
Valor deducido	2,10	-					
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	2,10	-					
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	2,10				2,10	1	4,00
						Max CDV	4,00
MAX CDV	4,0						
PCI	96,0						
CALIFICACIÓN	Excelente						

Cuadro 1.
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 38: Curva valor deducido para sección 18



Fuente: Elaboración Propia.

S) Evaluación PCI para la sección 19

1. Características generales

- Longitud: 48,55 m.
- Ancho de calzada: 5,60 m (promedio).
- Carriles: dos carriles.

2. Evaluación PCI

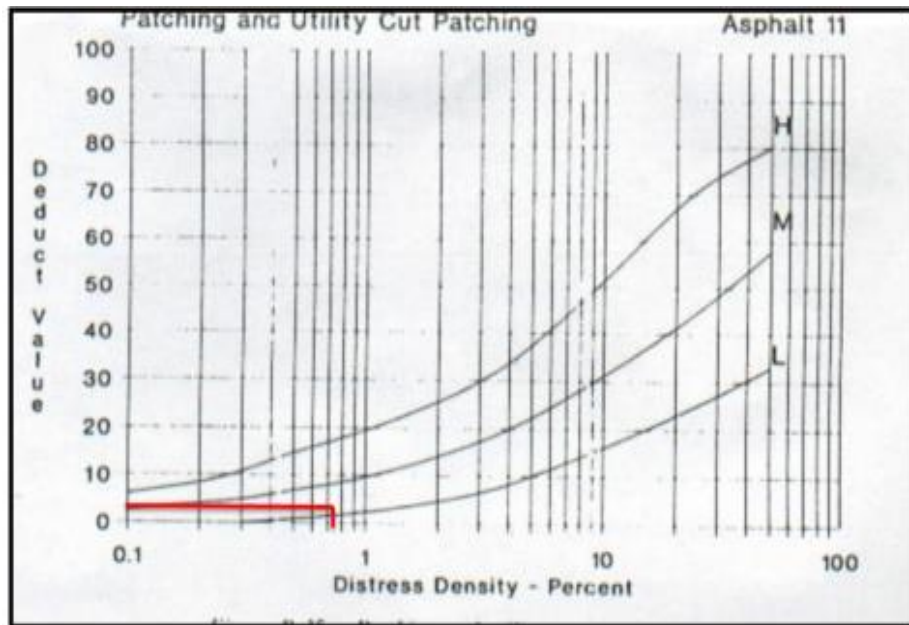
Tabla N° 44: Levantamiento de fallas (Sección 19)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	
Tipos de fallas	
1. Piel de Cocodrilo	11. Parcheo y acometidas de servicios
2. Exudación	12. Pulimento de Agregado pulido
3. Agrietamiento en Bloque	13. Huecos
4. Abultamientos y Hundimientos	14. Cruce de Vía Férrea

5. Corrugación	15. Ahuellamiento			
6. Depresión	16. Desplazamiento			
7. Grieta de Borde	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento			
8. Grieta de Reflexión de Junta	18. Hinchamiento			
9. Desnivel Carril-Berma	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados			
10. Grietas longitudinales y transversales				
Severidad				
a) Low - Bajo (L)				
b) Medium Medio (M)				
c) High - Alto (H)				
Sección	19			
Progresiva de (Inicio)	km 09+450			
Progresiva de (Final)	km 09+499			
Unidad de muestra	m2			
Área de unidad e muestra	272			
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11L	1,15 2,3 1,33 - -	4,80	1,76	1,5
			MAYOR VALOR DEDUCIDO	1,5

Fuente: Elaboracion Propia.

Gráfico N° 39: Curva - 11L Parcheo de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 45: Clasificación del PCI

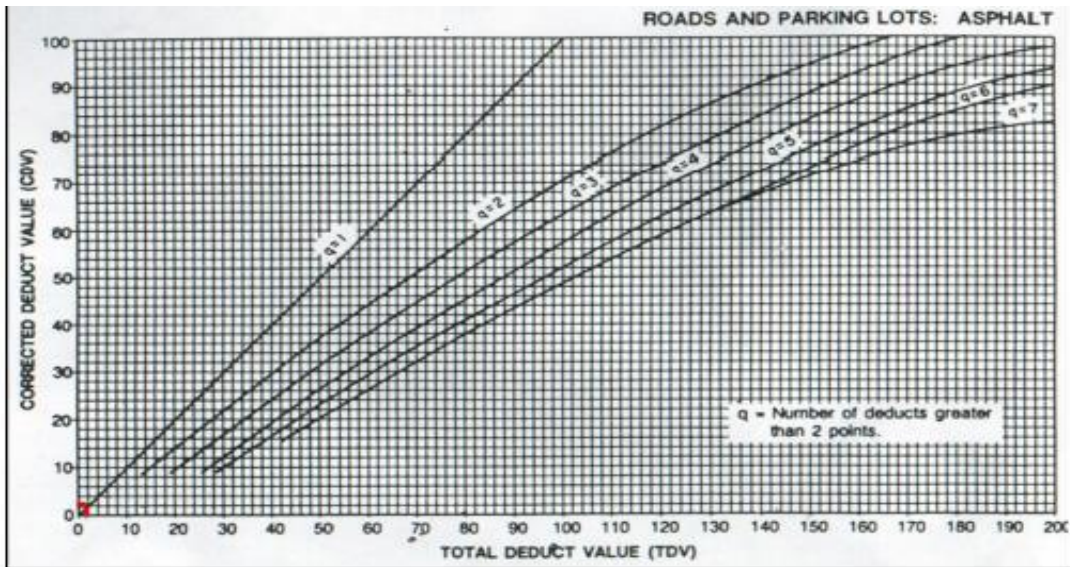
mi	10,05	0,05						
Valor deducido	1,50	-	-	-				
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	1,50	-	-	-				
#	Valor Deducido					TDV	q	CDV
1	1,50					1,50	1	2,00
							Max CDV	2,00

MAX CDV	2,0
PCI	98,0
CALIFICACIÓN	Excelente

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 40: Curva valor deducido para sección 18



Fuente: Elaboración Propia.

T) Evaluación PCI para la sección 20

1. Características generales

- Longitudes: 40,9 metros.
- Anchos de calzadas: 5,60 metros (promedio).
- Carriles: dos carriles.

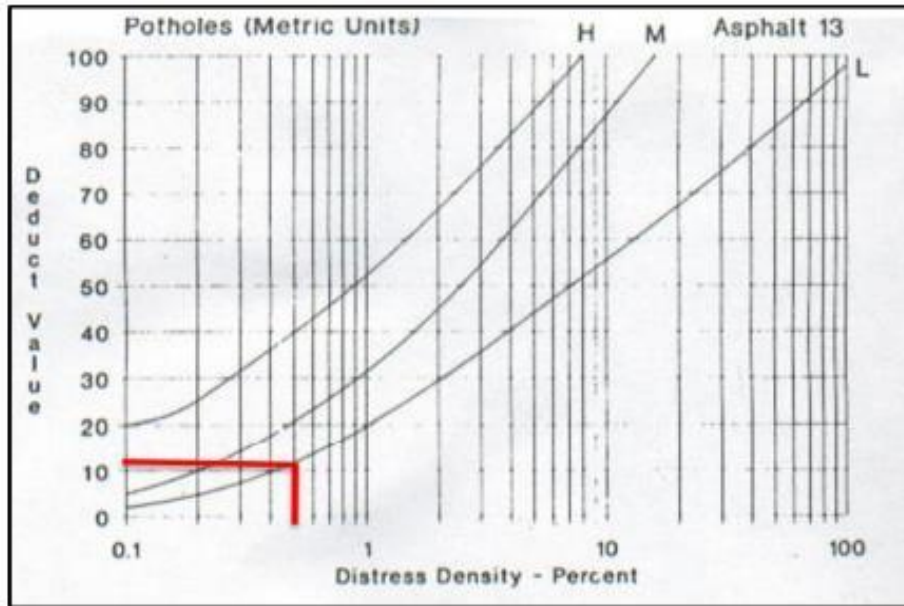
2. Evaluación PCI

Tabla N° 46: Levantamiento de fallas (Sección 20)

PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
Tipos de fallas								
1. Piel de Cocodrilo						11. Parcheo y acometidas de servicios		
2. Exudación						12. Pulimento de Agregado pulido		
3. Agrietamiento en Bloque						13. Huecos		
4. Abultamientos y Hundimientos						14. Cruce de Vía Férrea		
5. Corrugación						15. Ahuellamiento		
6. Depresión						16. Desplazamiento		
7. Grieta de Borde						17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento		
8. Grieta de Reflexión de Junta						18. Hinchamiento		
9. Desnivel Carril-Berma						19. Meteorización/Desprendimiento de agregados		
10. Grietas longitudinales y transversales								
Severidad								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
Sección	20							
Progresiva de (Inicio)	km 09+720							
Progresiva de (Final)	km 09+761							
Unidad de muestra	m2							
Área de unidad e muestra	229							
2	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13L	2,2764	-	-	-	-	2,2764	0,99	10
13M	0,272	0,3552	1,3281	-	-	1,9553	0,85	16
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	16

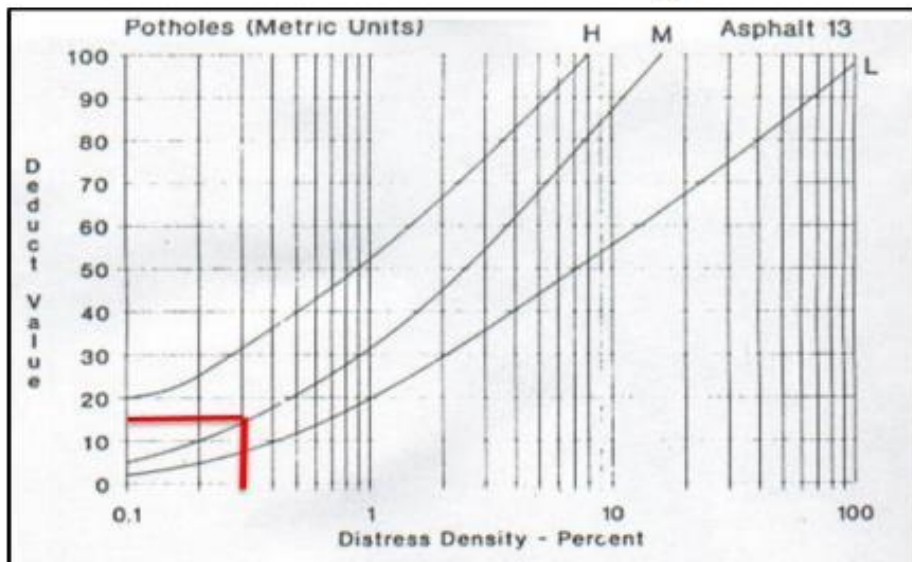
Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 41: Curva - 13M Huecos de grado bajo



Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 42: Curva - 13M Huecos de grado medio



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 47: Clasificación del PCI

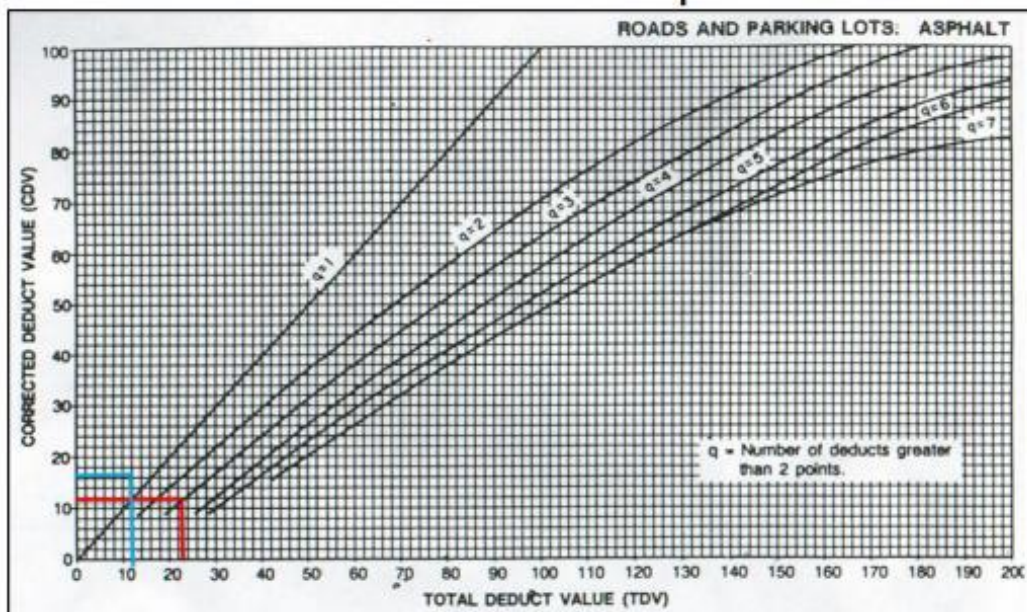
mi	8,71	0,71					
Valor deducido	10,00	16,00	-	-			
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	16,00	10,00	-	-			
#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	16,00	7,14			23,14	3	13,00
2	16,00	2,00			18,00	1	17,00
						Max CDV	17,00

MAX CDV	17,0
PCI	83,0
CALIFICACIÓN	Muy bueno

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

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 43: Curva valor deducido para sección 20



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2. Propuesta técnica.

A) Descripción

Se muestra las fallas detectadas las cuales son fundamentales para determinar el grado de serviciabilidad de la carretera, para ello se muestra estas fallas identificadas en las 20 secciones del tramo.

Tabla N° 48: Resumen de fallas en el tramo de evaluación

N°	Progresivas		Secciones	Fallas identificadas
1	km 00+080	km 00+113	SECCION 1	11L Parcheo de grado bajo
2	km 00+480	km 00+519	SECCION 2	10 L Grietas de grado bajo – 11L Parcheo de grado bajo
3	km 00+830	km 00+864	SECCION 3	11L Parcheo de grado bajo
4	km 01+590	km 01+625	SECCION 4	10 L Grietas de grado bajo
5	km 02+670	km 02+714	SECCION 5	11L Parcheo de grado bajo
6	km 02+900	km 02+941	SECCION 6	13L Huecos de grado bajo – 13M Huecos de grado medio
7	km 04+780	km 04+816	SECCION 7	10 L Grietas de grado bajo
8	km 04+900	km 04+944	SECCION 8	10 L Grietas de grado bajo
9	km 05+480	km 05+523	SECCION 9	10 L Grietas de grado bajo
10	km 05+600	km 05+641	SECCION 10	11L Parcheo de grado bajo
11	km 05+910	km 05+947	SECCION 11	11L Parcheo de grado bajo
12	km 06+110	km 06+154	SECCION 12	13M Huecos de grado medio
13	km 06+340	km 06+381	SECCION 13	1L Piel de cocodrilo de grado bajo
14	km 07+450	km 07+491	SECCION 14	1L Piel de cocodrilo de grado bajo

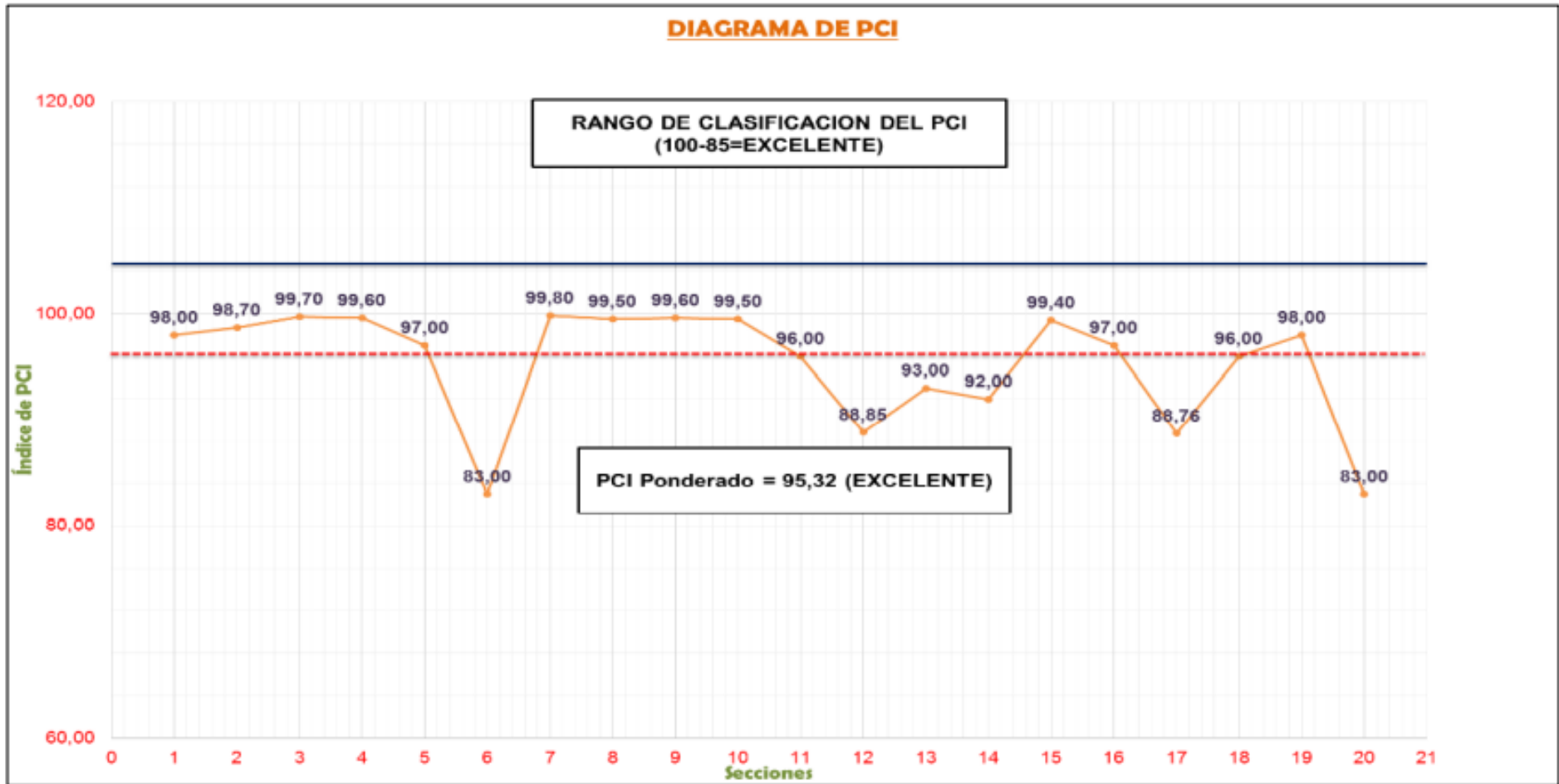
Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla N° 49: Clasificación PCI para el tramo

Secciones	Valor de PCI	Rangos de Clasificación del PCI		
		EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO
		100 - 85	85 – 70	70 – 55
SECCION 1	98,00	X		
SECCION 2	98,70	X		
SECCION 3	99,70	X		
SECCION 4	99,60	X		
SECCION 5	97,00	X		
SECCION 6	83,00		X	
SECCION 7	99,80	X		
SECCION 8	99,50	X		
SECCION 9	99,60	X		
SECCION 10	99,50	X		
SECCION 11	96,00	X		
SECCION 12	88,85	X		
SECCION 13	93,00	X		
SECCION 14	92,00	X		
SECCION 15	99,40	X		
SECCION 16	97,00	X		
SECCION 17	88,76	X		
SECCION 18	96,00	X		
SECCION 19	98,00	X		
SECCION 20	83,00		X	
promedio	95,32			
RANGO DE CLASIFICACION DEL PCI (100-85=EXCELENTE)				

Fuente: Elaboracion Propia.

Gráfico N° 44: Diagrama de evaluación PCI



Fuente: Elaboración propia

B) Desarrollo de los trabajos de intervención

Si bien es cierto que la vía se encuentra en clasificación excelente, también se puede observar en la tabla que el resumen de fallas en el tramo de evaluación, estas fallas son significativas lo que indica que se viene incrementando el deterioro por la falta de mantenimiento rutinario, lo que significa que los niveles de transitabilidad general del eje vial son aceptables. Por el hecho de encontrarse en una fase en la que el deterioro de la calzada empeora rápidamente, es conveniente realizar las acciones correctivas con la mayor premura posible, debido a que si el deterioro general de la misma empeora drásticamente puede llegar a presentar mayor costo y compleja para sus mantenimientos.

Los tipos de intervención que se realizan sobre la vía, dependen del nivel de deterioro que se encuentra la calzada, este se evalúa mediante el método P.C.I como muestra a continuación.

Tabla N° 50: Clasificación del PCI

Rango PCI		Tipo de intervención
100	85	Mantenimiento rutinario
85	70	
70	55	Mantenimiento periódico
55	40	
40	25	Rehabilitación
25	10	
10	0	Construcción

Fuente: Elaboración propia.

Por ellos, se proponen alternativas de intervenciones para el tramo en estudio, para ello tiene que ser unos mantenimientos rutinarios ya que los estados de los pavimentos se encuentran en las condiciones excelentes y/o muy buenas. Cabe mencionar que se realizaría un mantenimiento general (periódico y rutinario) si es que el pavimento se hubiera encontrado en una condición buena o aceptable, una rehabilitación si es que el pavimento tiene una situación pobre, o una construcción si es que el pavimento se encuentra colapsado (muy pobre o fallado) como muestra la tabla anterior.

Sección del 1 al 5:

Este tramo de la carretera presenta un PCI entre 97 y 98 lo que corresponde a una clasificación excelente, cuyas fallas son parcheo de grado bajo y grietas de grado bajo lo que indica realizar el mantenimiento rutinario, teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como, sello asfáltico, limpieza general, aplicación de pintura para demarcaciones, etc. Posteriormente se realizarán continuamente, en los intervalos de cada tres meses aproximadamente, a las actividades de mantenimientos rutinarios.

Sección 7 y 20:

Estas dos secciones presentan un PCI de 83 lo que corresponde a una clasificación excelente, cuyas fallas son huecos de grado bajo y grado medio lo que indica realizar el mantenimiento rutinario, teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como mantenimiento de elementos de seguridad vial, parchado profundo, parchado superficial, colocación de señalización, etc.

Posteriormente se realizarán continuamente, en estos intervalos de cada tres meses aproximadamente, de las actividades de los mantenimientos rutinarios.

Sección del 7 al 19:

Este tramo de la carretera presenta un PCI entre 97 y 98 lo que corresponde a una clasificación excelente, cuyas fallas son parcheo de grado bajo y grietas de grado bajo lo que indica realizar los mantenimientos rutinarios, teniéndose que realizarse inicialmente actividades tales como, sellos asfálticos, limpiezas generales, aplicaciones de pinturas para las demarcaciones, etc. Posteriormente al realizarse continuamente, en los intervalos de cada tres meses aproximadamente, las actividades de mantenimientos rutinarios.

C)Actividades a realizar

Las actividades que se deben realizar en cada uno de las secciones de la carretera Mazamari–Pangoa–Cubantía debe presentar las siguientes actividades de mantenimiento recomendables. Seguidamente de explicará detalladamente:

1. Limpiezas de las calzadas y bermas

Actividad de mantenimiento rutinario, consiste en la remoción de todo material extraño de la calzada y de las bermas, con herramientas manuales, de tal manera que permanezca libre de obstáculos, basuras y demás objetos que caigan y/o sean arrojados en ella. El objetivo es mantener la plataforma libre de materiales sueltos que serían nocivos a la calidad de la vía.

2. Sellados de fisuras y grieta en calzadas

Actividades de Mantenimientos rutinarios, las grietas en los pavimentos son consideradas aberturas mayores a 3 milímetros y las fisuras son aberturas iguales o menores a 3 milímetros. Las reparaciones de dichas fallas en los pavimentos se deben realizarse unos sellados de grietas y/o fisuras que consiste en las colocaciones de materiales especiales sobre o dentro de las fisuras o en realizar el relleno con materiales especiales dentro de las grietas. Y los objetivos de estas actividades es impedir la filtración del agua y la de materiales incompresibles (piedras o materiales duros) dentro de estas aberturas y, de esta manera, reducir y/o retardar la formación de agrietamientos más severos (pieles de cocodrilos y las posteriores apariciones de baches).

3. Parchados superficiales en calzadas

Actividades de mantenimientos rutinarios, el parchados superficiales en calzadas consisten en las reparaciones de los huecos mediante su parchado. El parchados superficiales consisten en las reparaciones de los huecos y los reemplazos de áreas de los pavimentos que se encuentren deterioradas, siempre que aféctense únicamente a las carpetas asfálticas, encontrándose en buenas condiciones las bases granuladas y los restos de capas de los suelos. Los principales objetivos de estas actividades es el recuperarse las condiciones para unas adecuadas circulaciones vehiculares (“con comodidad, seguridad y rapidez”), ayudando a evitar o al menos retardar la formación de daños más severos en el pavimento.

4. Conservaciones de las señales verticales

Actividades de mantenimientos rutinarios, consisten en inspeccionarse y limpiarse las señales de tránsito y dejarlos en sus estados iniciales. Incluyen, los retiros de cualquier material que impida visualizar claramente la señal y el reemplazo parcial de algún elemento de ella. Los objetivos de estas actividades es cumplirse la función a la cual fueron diseñadas e instaladas (preventivas, reglamentarias o informativas), a fin de que se conserven claramente visibles su mensaje y proporcione a los conductores y peatones la información óptima para que transiten de manera segura.

5. Reposiciones e instalaciones de señales verticales

Actividades de mantenimientos rutinarios, consisten en reponerse o reemplazarse las señales verticales (preventivas, informativas y reglamentarias) que debido a sus deterioros, pérdidas o necesidades de colocación en nuevos lugares que las requieran. Tienen como principales objetivos el reponerse, reemplazarse o instalar las señales verticales con la finalidad de ofrecer información y seguridad a los usuarios que transiten por las vías.

6. Mantenimientos de marcas permanentes en el pavimento

Actividades de mantenimientos rutinarios, las marcas en los pavimentos son líneas, símbolos o leyendas aplicadas sobre las superficies de los pavimentos con fines informativos, preventivos o reguladores de los tránsito. Estas actividades

consisten en conservar permanentemente las marcas sobre los pavimentos asfálticos, la cuales se limitas a repintarlas debido a que se han desgastados por el uso y se requiérase devolverles a sus estados iniciales. El objetivo de la actividad es realizar todos los trabajos necesarios para que se conserven en su mejorarse condiciones, con los fines de contribuirse con las seguridades vehiculares.

7. Conservaciones de los reductores de velocidad

Actividades de mantenimientos rutinarios, estos trabajos van a consistirse en resanarse, repararse y pintarse las zonas en donde los reductores de velocidades se encuentren en mal estado, el cual dichas conservaciónse se realizarse con los mismos materiales de construcción de dicho dispositivo. A la vez se deberá de respetar todo lo estipulado en la directiva N° 0.1.-2.0.1.1.-M.T.C./1.4. “reductores de velocidad tipo resalto para el sistema nacional de carreteras” (S.I.N.A.C.).

4.1.3. Deterioro prematuro.

A)Descripción.

El deterioro prematuro se debe principalmente a tres factores, el proceso constructivo, el aumento de tráfico, y la falta de manteniendo de la vía.

1. Proceso constructivo.

Según el trabajo de mejoramiento que se realizó, en estos 10 primeros kilómetros, se realizó mejoramiento con material de las siguientes características:

Tabla N° 51: Granulometria

TAMI Z	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENI DO	PORCENT AJE RETENIDO	RETENID O ACUMULA DO	PORCENT AJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254,000					
6"	152,400					Peso inicial seco : 15235,0 gr.
5"	127,000					Peso fracción : 561,0 gr.
4"	101,600				100,0	Tamaño Máx. : 2"
3"	76,200	409,0	2,7	2,7	97,3	Contenido de Humedad (%) : 24,8
2 1/2"	60,350	432,0	2,8	5,5	94,5	Límite Líquido (LL): 24
2"	50,800	498,0	3,3	8,8	91,2	Límite Plástico (LP): 14
1 1/2"	38,100	1761,0	11,6	20,3	79,7	Índice Plástico (IP): 11
1"	25,400	1204,0	7,9	28,3	71,7	Clasificación (SUCS) : GC
3/4"	19,000	1323,0	8,7	36,9	63,1	Clasificación (AASHTO) : A-2-6 (0)
1/2"	12,500	1031,0	6,8	43,7	56,3	Índice de Consistencia : -0,03
3/8"	9,500	932,0	6,1	49,8	50,2	Descripción (AASHTO): REGULAR
1/4"	6,350					Descripción (SUCS): Grava arcillosa con arena
N° 4	4,750	1457,0	9,6	59,4	40,6	
N° 8	2,360					
N° 10	2,000	97,4	7,1	66,4	33,6	
N° 16	1,190					
N° 20	0,840					
N° 30	0,600					
N° 40	0,425	90,9	6,6	73,0	27,0	OBSERVACIONES :
N° 50	0,300					Grava > 2" : 8,8
N° 80	0,177					Grava 2" - N° 4 : 50,6
N° 100	0,150	69,7	5,0	78,1	21,9	Arena N°4 - N° 200 : 2,2
N° 200	0,075	71,2	5,2	83,2	16,8	Finos < N° 200 : 38,5
< N° 200	FONDO	231,8	16,8	100,0		%>3" 5,5%

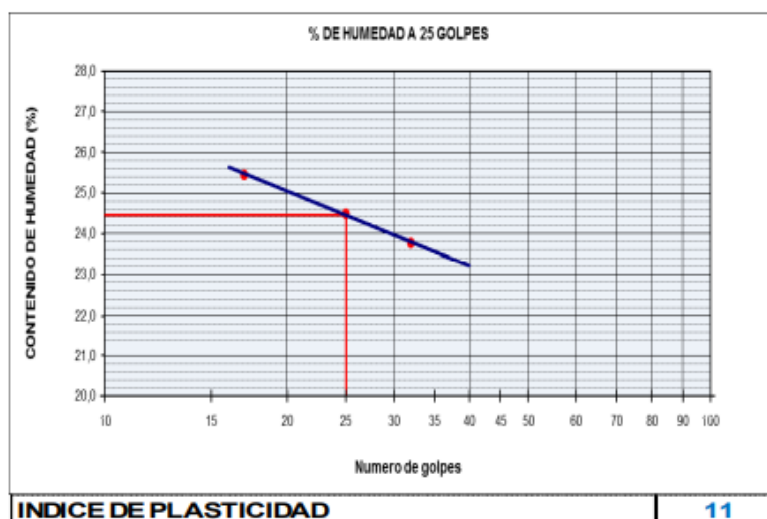
Fuente: Elaboracion Propia.

Tabla N° 52: Limite Liquido y plastico

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		10	18	19
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	46,18	48,30	47,40
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	41,33	43,50	42,93
PESO DE AGUA	(g)	4,85	4,80	4,47
PESO DEL TARRO	(g)	22,28	23,90	24,13
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19,05	19,60	18,80
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25,46	24,49	23,78
NUMERO DE GOLPES		17	25	32
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		6	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	22,60	32,64	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	21,20	31,26	
PESO DE AGUA	(g)	1,40	1,38	
PESO DEL TARRO	(g)	11,08	21,31	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10,1	10,0	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	13,8	13,9	

Fuente: Elaboracion Propia.

Grafico N° 45: Índice plástico



Fuente: Elaboracion Propia.

El manual de carreteras indica que para un material de mejoramiento el índice de plasticidad (IP) debe ser menor a 11%, como se puede observar en la tabla anterior el IP está en el límite indicado en el manual, así mismo presenta como Clasificación SUCS un material grava arcillosa con arena (GC),

Estos valores indican que al no presentar un mantenimiento adecuado de la carretera y por la constantes lluvias se produzcan acumulación o también filtren el agua, a la subrasante y está por ser de material con presencia de arcilla se produzca fallas y se verán reflejadas en la superficie del pavimento.

2. Crecimiento de tráfico.

El crecimiento de tráfico suele afectar significativamente al paquete estructural aun siendo el inicio del periodo de vida útil del pavimento no se observa el debilitamiento estructural, para ello se presenta la evaluación de las 20 secciones del tramo de estudio.

Tabla N° 53: Detalle del porcentaje de incidencia

Detalle del porcentaje de incidencia del estado de la vía		
Estado	Nro de secciones	Porcentaje (%)
Excelente	18,00	90,00
Muy Bueno	2,00	10,00
Total	20,00	90,00

Fuente: Elaboracion Propia

Grafico N° 46: Detalle del porcentaje de incidencia



Fuente: Elaboración Propia.

3. Mantenimiento de vía.

Los mantenimientos correspondientes son necesarios subsanar de manera temprana para evitar la afección a la vía de manera significativa.

Tabla N° 54: Fallas presentes en la vía

Detalle de fallas en la vía		
Fallas y daños presentes	Código PCI	Severidad
parqueo	11L	11L Parcheo de grado bajo
grietas	10L	10 L Grietas de grado bajo –
piel de cocodrilo	1L	1L Piel de cocodrilo de grado bajo
huecos	13L	13L Huecos de grado bajo –
	13M	13M Huecos de grado medio

Fuente: Elaboracion Propia.

El tramo de estudio, el pavimento que la conforma está expuesta al constante deterioro (transito, clima, sobrecarga etc.), estas situaciones pueden causarse a largos plazo que los caminos se vuelvan completamente intransitables para la carretera de Mazamari-Pangoa-Cubantía. Para evitar los daños en el pavimento en estudio, son necesarios para tenerse en cuentas los momentos adecuados en sus ciclos de vidas para aplicarse los diferentes tipos de intervenciones existentes.

Para el pavimento en estudio los ciclos de vidas se definen como unas series de fases por las que atravesarse, según los niveles de los deterioros al que se encuentran sujeto durante el tiempo, es así que este pavimento presentara las cuatro fases, las cuales son:

- La Fase A que se da durante la construcción para posteriormente el pavimento entra en servicio, apenas se termina la obra, que se dio como culminada la obra a finales del años 2018, encontrándose en adecuadas condiciones para satisfacerse a los usuarios de maneras óptimas.
- La Fase B es el deterioro lento, muchas veces se acelera en esta etapa por la falta de manteniendo de la carretera, durante los primeros años de uso, debido a los diferentes factores a los que se encuentra expuesta la vía (tránsito, influencia climática, precipitaciones de agua, etc.), la carretera de Mazamari-Pangoa-Cubantía comienza a experimentar un ligero proceso de desgaste y debilitamiento en la superficie de rodadura.

La carretera en estudio presenta el desgaste ya que en estas fases no es apreciable a simples vistas, donde aparenta que los pavimentos aún mantiene sus calidades de excelencias con la que comenzó; sin embargo, según va avanzando el

tiempo estos desgastes comienzan a hacerse más notorias hasta pasar a las siguientes fases.

- La Fase C se le menciona al deterioro acelerado que sufrirá la carretera que comienza después de varios años de uso o a la falta de mantenimiento, en donde la vía ya se apreciará ligeramente deterioradas, pero con niveles de transitabilidades aceptables, es ahí donde la carretera de Mazamari - Pangoa- Cubantía necesitara de acciones correctivas.

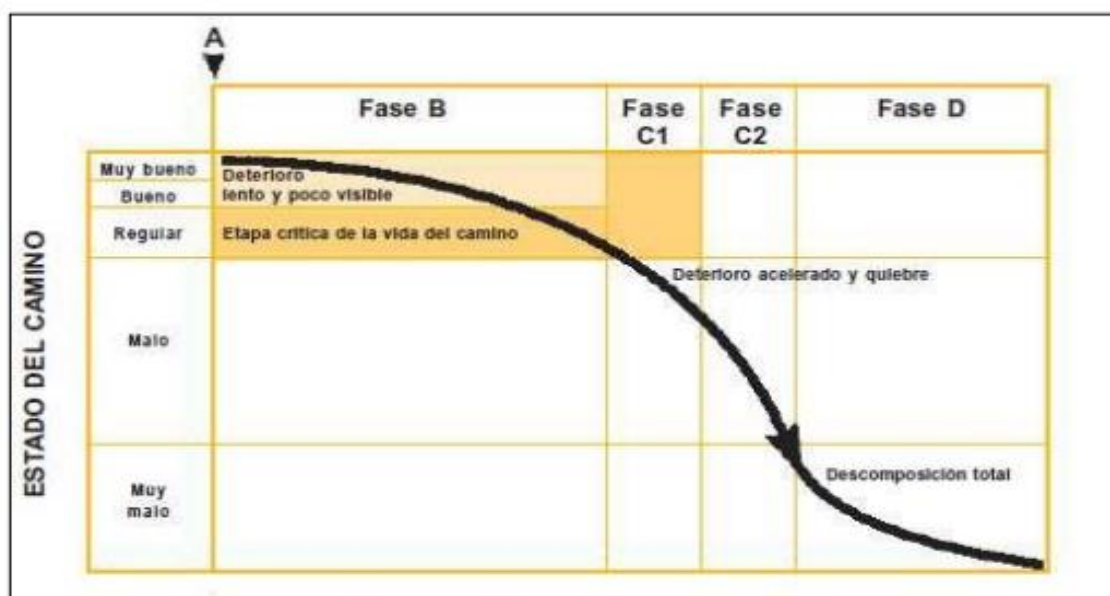
Estas fases son relativamente cortas y constan principalmente de fallas puntuales o pocos extendidas por lo que pasaran las carreteras, sin unos notorios daños a las capas inferiores del pavimentos (bases y subbases); sin embargo, esta percepciones de unos niveles aceptables de deterioros va cambiándose rápidamente con la extensión de las diferentes fallas.

La Fase D será cuando la carretera se encontrará en descomposiciones totales. Esta es las últimas fases existentes, consta de los pavimentos completamente deteriorados que va empeorando como va pasando el tiempo. Las transpirabilidades se reducirán continuamente haciéndose que los conductores experimenten incomodidades y dificultades al manejarse, lo cuales generarán incrementos de accidentes de tránsito en la vía. A los niveles de deterioros en el que se encuentran estas fases, ya no es factibles realizarse acciones correctivas, por lo que inevitablemente se tiene que realizarse unas reconstrucciones.

Para evitar llegar a la fase D se necesita realizar los mantenimientos preventivos para prolongarse las vidas útiles

de los pavimentos y así evitarse que sufra el deterioro prematuro del pavimento y generar mayor gasto para una nueva reconstrucción., lo que afectara económica y socialmente a la población de Mazamari, Pangoa y Cubantía.

Grafica N° 47: Ciclo de vida para el pavimento sin mantenimiento



Fuente: Menéndez J. (2003).

En la carretera de Mazamari - Pangoa- Cubanita, para evitar llegar a la última fase del ciclo de vida de un camino (fase D.) y según el estudio de P.C.I. realizado, es recomendable a realizarse unos mantenimientos a los pavimentos, extendiéndose de estas maneras las vidas útiles de las vías. El manteniendo periódico es recomendable durante la fase C (deterioro acelerado), evitando de esta manera que las fallas puntuales que se encuentran en esta etapa no se extiendan o aumentense todos niveles de severidad . El mantenimiento periódico elevará el nivel del estado de los caminos, haciéndose que se repita nuevamente la fase B (deterioros

lentos) donde a partir de ese momento se tendrá que aplicar unos mantenimientos rutinarios lo cual se debe aplicar en esta carretera ene estudio para extender el ciclo de vida de la vía. Es primordial tener en cuenta que según el tiempo que se deje pasar en las fases iniciales principalmente en las fases C sin realizarse unos mantenimientos, los costos de las intervenciones aumentaran de maneras exponenciales pudiendo incluso ser duplicarlos y hacerlos inviables.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados

5.1.1. Integridad superficial

Para el desarrollo y calificación del pavimento en su integridad superficial, se tomó 20 secciones para un tramo de 10 kilómetros, en cada sección de evaluación no excedió los 50 metros lineales de evaluación estando por dentro del rango permitido en el manual del PCI. Cada sección muestra la clasificación del tipo de falla y la severidad como muestra la tabla N° 08, de esta para obtener la densidad de la falla de tal manera se presenta el diagrama establecido en el manual del PCI como muestra el gráfico N° 01.

Así mismo a continuación se desarrolla el valor deducido para la obtención del valor PCI y su determinación y clasificación de esta.

Para todas estas secciones se realizó su clasificación, cabe mencionar que las secciones presentaron diferentes secciones y la clasificación de las fallas se en 19 niveles y en tres tipos de severidad para mayor efectividad.

5.1.2. Propuesta técnica

Según la evaluación PCI se pudo identificar diferentes fallas y defectos en el Tramo seleccionado de la carretera Mazamari – Pangoa – Cubantía para ello se encontró que estas fallas son de grado bajo y grados medio presentes en cada sección como muestra la Tabla N° 48: Resumen de fallas en el tramo de evaluación.

Correspondientes a las secciones se encontró que en dos de ellas 6 y 20 presentan una calificación del PCI de muy buena, con valores

de 83 debido a la presencia de huecos de grado bajo y medio, así mismo se determinó que las 18 secciones restantes son de calificación excelente como muestra la Tabla N° 49: Clasificación PCI para el tramo. Al evaluar y realizar la evaluación de todo el tramo en general, esta presenta un promedio de 95.32, lo que indica la excelente condición de la vía. Como se verifica en el Gráfico N° 44: Diagrama de evaluación PCI.

Según la clasificación de la vía y las fallas presentes, se determinó que a esta vía se le realizará el mantenimiento rutinario como indica la Tabla N° 50: Clasificación del PCI, para contrarrestar estas fallas y evitar que esta empeore y se produzcas daños más críticos que puedan afectar estructuralmente a la vía. Las actividades que se deben de realizar son las de limpieza de calzada y bermas, sellado de fisuras y grietas en calzada, parchado superficial en calzada, conservación de las señales verticales, reposición e instalación de señales verticales, mantenimiento de marcas permanentes en el pavimento y conservación de los reductores de velocidad así mismo posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada 3 meses aproximadamente, las actividades de mantenimiento rutinario.

5.1.3. Deterioro prematuro.

En la presente vía se realizó el mejoramiento de suelos en su proceso constructivo, si bien es cierto que para su recepción de obra se realizó los ensayos correspondientes de calidad como el IRI (bicicleta de Merlin), ensayo de deflectometría, ensayo del péndulo, así mismo se realizaron ensayos de densidad de campo, en cada capa del pavimento y recolección de las muestras de diamantina en la carpeta asfáltica. Pero todo este paquete estructural está compuesta con una subrasante cuyo material de mejoramiento es la de una cantera de cerro (GC) compuesta con arcilla y un IP de 11

como muestra la Tabla N° 51: Granulometría, la Tabla N° 52: Limite Líquido y plástico y el Grafico N° 45: Índice plástico, este material al humedecerse afectaría significativamente al pavimento produciéndose un acolchonamiento afectando estructuralmente al pavimento lo que generaría una remoción de toda la parte dañada, para evitar todo ello se requiere que esta carretera cuente con el manteniendo adecuado.

El mantenimiento recomendable es la de rutinario lo cual será una serie de actividades (limpieza, bacheo, perfilado, aplicación de pintura, etc.) que se ejecutan continuamente para conservar los niveles de servicio de una vía. Dentro de este tipo de mantenimiento podemos encontrar acciones menores tanto programadas como de emergencia, las cuales pueden ser manuales o mecánicas cada 3 meses. Este conjunto de actividades que tienen como objetivo el restablecer la comodidad de circulación, seguridad del tránsito y la conservación de la estructura del pavimento. El mantenimiento según su naturaleza se puede dividir en periódico o rutinario.

Se tiene que evitar llegar al mantenimiento periódico que aquí su finalidad es mantener los niveles de servicio iniciales del pavimento, mediante una serie de actividades programadas periódicamente (anuales, bianuales o cada 3 años) como es la reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello, reparación o reconstrucción puntual de las capas inferiores del pavimento, la plataforma de la carretera, obras de drenaje, túneles, señalización, elementos de seguridad vial, etc.

CONCLUSIONES

1. Se ha determinado el resultado de la evaluación superficial contando con dos secciones de clasificación de muy buena debido a la presencia de huecos de grado bajo y medio presentando un rango de clasificación PCI de 83, el resto de las secciones presentan una clasificación de excelente debido a la presencia de parcheo, grietas, huecos, y piel de cocodrilo todas ellas de grado bajo, obteniendo un rango promedio de clasificación PCI del tramo es estudio de 95.32.
2. Se identificó que las carreteras se encuentra en condiciones admisibles y favorables en términos de su integridad superficial y estructural debido a que presentan fallas de grado medio y bajo en todas las secciones de los 10 kilómetros en estudio indicando que estas necesitan reparaciones mínimas, debido a resultados obtenidos presenta que a partir del kilómetro 6 en adelante, la carretera presenta valores bajos y variables del PCI esto debido a que es zona céntrica y está expuesta al constante tráfico lo cual necesita mayor atención para su manteniendo.
3. Se desarrolló la propuesta técnica con respecto a los resultados obtenidos lo cual indica realizar el mantenimiento rutinario actividades como limpieza de calzada y bermas, sellado de fisuras y grietas en calzada, parchado superficial en calzada, conservación de las señales verticales, reposición e instalación de señales verticales, mantenimiento de marcas permanentes en el pavimento y conservación de los reductores de velocidad así mismo posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada tres meses cercanamente todas las actividades de los mantenimientos rutinarios.
4. Los parámetros descritos que dañan la carretera de Mazamari – Pangoa, donde principalmente se verá afectada por las filtraciones de agua hacia la subrasante y los mantenimientos de las salidas de los espolones y subdrenes, así mismo la realización de los mantenimientos preventivos

(limpieza, parchado, y otros) aportaran significativamente en el buen desempeño de la vía.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar los equipos para la seguridad en el trabajo de campos como son chalecos reflectantes, cascos, mascarillas, cintas y conos de seguridad, ya que las inspecciones visuales es un trabajo de peligro, pues es estar expuestos a los posibles atropellos, así como las partículas que puedan dañar a la visión de los trabajadores.
2. Se recomienda contar con el personal y materiales adecuados para el desarrollo de la evaluación por el método P.C.I.
3. Para no deja de evadir ningún daño y lograr tener unos resultados con mayores precisiones en las evaluaciones del estado del pavimento, se recomienda tomar evidencias fotográficas en todos los ángulos accesibles y cuantas veces se requieran a cada tramo viales por evaluarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2013). "Manual de Carreteras conservación vial". Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2016). "Manual de Ensayo de Materiales". Lima, Perú.
- V.Á.S.Q.U.E.Z. V.A.R.E.L.A., L. R. (2002). "Manual Pavement Condition Index (P.C.I.) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras"
- AMAYA CAMARGO, A. F. (2017) Análisis Comparativo Entre Metodologías V.I.Z.I.R. Y.P.C.I. Para La Auscultación Visual De Pavimentos Flexibles En La Ciudad De Bogotá". Bogota, Colombia.
- PROVOSTE RÍOS, J. A. (2014) "Análisis Estadístico de Fallas en Pavimentos flexibles aplicado en tres calles de la Ciudad de Valdivia".Valdivia, Chile.
- SIERRA DIAZ, C. C. (2016) "Aplicación Y Comparación De Las Diferentes Metodologías De Diagnostico Para La Conservación Y Mantenimiento Del Tramo Pr 00+000 – Pr 01+020 De La Vía Al Llano (Dg 78 Bis Sur – Calle 84 Sur) En La Upz Yomasa".Bogota, Colombia.
- ALVARADO ORTIZ, J. E. (2015) "Propuesta De Un Programa De Mantenimiento De La Vía Izambapillaro, Provincia De Tungurahua". Guayaquil, Ecuador.
- PALOMINO SAAVEDRA, C. A. (2017) – Colombia, en su tesis de investigación titulada: "Evaluación superficial de un pavimento flexible de la

calle 134 entre carreras 52^a A 53C comparando los metodos VIZIR Y PCI".
Bogotá, Colombia.

- RABANAL PAJARES, J. E. (2014) "Análisis Del Estado De Conservación Del Pavimento Flexible De La Vía De Evitamiento Norte, Utilizando El Metodo Del Índice de Condición Del Pavimento. Cajamarca – 2014". Lima, Perú.
- ALLENDE GARCIA, F. (2017) "Evaluación Comparativa De La Serviciabilidad De Las Vías: Saphi-Saqsaywaman, Saqsaywaman-Abra Ccorao, Abra Ccorao-Ccorao Y Ccorao-Rayaniyoc; Según La Determinación Del Índice De Condición Del Pavimento (PCI) Y El Índice De Rugosidad Internacional (IRI)". Cusco, Perú.
- MORI GRANDEZ, D. J. (2018) "Estudio comparativo de las fallas del pavimento asfaltico con los manuales del PCI y de mantenimiento o conservación vial del MTC en la av. Pedro Beltran - Ventanilla". Lima, Perú.
- MUÑOZ SALAZAR, Luis Angel (2018) "Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible Del Tramo 3 De La Carretera Interoceánica Norte Perú – Brasil Aplicando El Método Pci". Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

EVALUACIÓN SUPERFICIAL POR EL METODO PAVEMENT CONDITION INDEX EN LA CARRETERA MAZAMARI – PANGOA, PROVINCIA DE SATIPO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema General.	Objetivo General.	Hipótesis General.	<p>Variable Independiente • Método Pavement Condition Index (PCI)</p> <p>* Evaluación y calificación del pavimento</p> <p>* Parámetros de Evaluación * Condición del Pavimento</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Evaluación Superficial del Pavimento Flexible</p> <p>* Evaluación superficial</p> <p>* Evaluación estructural</p> <p>* Defectos del pavimento</p>	Método de investigación
¿Cuál es el resultado de la evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari – Pangoa, provincia de Satipo?	Determinar el resultado de la evaluación superficial por el método Pavement Condition Index en la carretera Mazamari – Pangoa, provincia de Satipo	La evaluación superficial por el método Pavement Condition Index presenta resultados positivos garantizando la correcta evaluación del estado superficial de la carretera Mazamari- Pangoa- Cubantía.		Científico
Problemas Específicos.	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		Tipo de investigación
a) ¿Cuál es la condición en que se encuentra la carretera en términos de su integridad superficial, estructural en su evaluación por el método Pavement Condition Index?	a) Identificar en que condición se encuentra la carretera en términos de su integridad superficial, estructural en su evaluación por el método Pavement Condition Index.	a) El óptimo desarrollo del índice de condición del pavimento en términos de su integridad superficial, estructural cumple con los requerimientos y especificaciones de calidad de evaluación del pavimento.		Aplicada
b) ¿Cuál es la propuesta técnica necesaria para la intervención de la carretera con respecto a su evaluación superficial?	b) Desarrollar la propuesta técnica necesaria para la intervención de la carretera con respecto a su evaluación superficial.	b) El eficiente desarrollo de la metodología PCI presenta resultados confiables y adecuados como propuesta técnica para la conservación del pavimento.		Nivel de Investigación
¿Cuáles son los factores que afectan y dañan la carretera para un deterioro prematuro y del nivel de servicio que ofrece al usuario?	c) Describir cuáles son los factores que afectan y dañan la carretera para un deterioro prematuro y del nivel de servicio que ofrece al usuario	c) El desarrollo del inventario cumple satisfactoriamente en la evaluación permitiendo calificar y resaltar los factores que afectan y dañan presentando su grado de deterioro del pavimento en su totalidad.		Descriptiva
			Diseño de investigación:	
			No experimental	
			Población	
			La población de estudio estuvo constituida por la carretera Mazamari – Pangoa - Cubantía que comprende 34+530 km.	
			Muestra	
			El tipo de muestro fue el no aleatorio o dirigido, y que para este informe se seleccionó el tramo que comprende del km 0+000 al km 10+000, siendo esta 10 kilómetros.	

