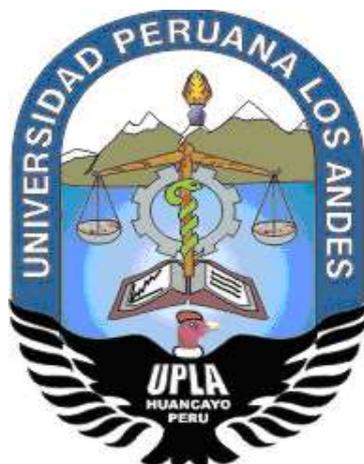


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA SERVICIABILIDAD VIAL:  
ABRA TOCCTO - MOROCHUCO SEGÚN ÍNDICE  
DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO Y ÍNDICE DE  
RUGOSIDAD INTERNACIONAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. NINOSKA OLGA ALANIA CHUCO**

**Línea de Investigación Institucional:**

**TRANSPORTE Y URBANISMO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2020**

**ING. DIONICIO MILLA SIMON**

**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Al Creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres Raúl y Olga que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me han ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanos, Erick, Giancarlo, Keenberlyn y Priscila por su amor y apoyo indecible, durante todo este progreso.

Y a mi compañero de vida, Max Veliz por su desinteresada ayuda, por echarme una mano cuando siempre la necesite.

**Ninoska Olga Alania Chuco**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su amparo durante todo el trayecto y darme fortaleza para superar las pruebas que se manifestaron en mi vida.

A mis padres, que con sus convicciones me han instruido a no rendirme y siempre perdurar a través de sus sabios consejos.

A mis hermanos por llenarme de alegría, por todos los consejos dados, por compartir horas y horas de películas, series, por las peleas, los gritos.

A mis amigos, con todos los que compartí en las aulas, gracias por su apoyo.

A mi asesor, al Ing. Dionicio Milla Simón, por toda su serenidad y esfuerzo.

**HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS**

---

**DR. CASIO AURELIO TORRES LOPEZ  
PRESIDENTE**

---

**ING. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA  
JURADO**

---

**ING. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ  
JURADO**

---

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO  
JURADO**

---

**Mg. MIGUEL ANGEL, CARLOS CANALES  
SECRETARIO DOCENTE**

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>xix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xxi</b>
<b>ABSTRAT</b> .....	<b>xxii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>18</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>18</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2. Formulación del problema de investigación</b> .....	<b>19</b>
1.2.1. Problema general .....	19
1.2.2. Problemas específicos .....	19
<b>1.3. Justificación de la Investigación</b> .....	<b>20</b>
1.3.1. Justificación Social .....	20
1.3.2. Justificación Metodológica .....	20
<b>1.4. Delimitación de la Investigación</b> .....	<b>21</b>
1.4.1. Delimitación espacial.....	21
1.4.2. Delimitación temporal.....	24
1.4.3. Delimitación económica .....	24
<b>1.5. Limitaciones</b> .....	<b>24</b>
<b>1.6. Objetivos</b> .....	<b>24</b>
1.6.1. Objetivo general .....	24
1.6.2. Objetivos específicos .....	24
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>26</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	<b>26</b>
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	26

2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	27
<b>2.2. Marco conceptual .....</b>	<b>28</b>
2.2.1. Pavimentos .....	28
2.2.2. Funciones de las capas de un pavimento flexible .....	31
2.2.3. Serviciabilidad de una vía flexible .....	32
2.2.4. Evaluación de pavimentos .....	34
2.2.5. Índice de condición del pavimento (PCI) .....	36
2.2.6. Inspección a nivel de proyecto de evaluación .....	37
2.2.7. Rangos de clasificación del (PCI).....	38
2.2.8. Rugosidad .....	38
2.2.9. Índice internacional de rugosidad (IRI).....	39
2.2.10. Bases Legales .....	41
<b>2.3. Definición de términos básicos .....</b>	<b>41</b>
<b>2.4. Hipótesis.....</b>	<b>48</b>
2.4.1. Hipótesis General.....	48
2.4.2. Hipótesis Específicas .....	48
<b>2.5. Variables.....</b>	<b>49</b>
2.5.1. Definición conceptual de las variables .....	49
2.5.2. Definición operacional de las variables .....	49
2.5.3. Operacionalización de las Variables .....	51
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>52</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1. Método de la investigación.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2. Tipo de investigación .....</b>	<b>52</b>
<b>3.3. Nivel de la investigación .....</b>	<b>52</b>
<b>3.4. Diseño de investigación.....</b>	<b>53</b>
<b>3.5 Población y muestra.....</b>	<b>53</b>
3.5.1. Población. ....	53
3.5.2. Muestra. ....	53

<b>3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>53</b>
<b>3.7. Procesamiento de la información .....</b>	<b>54</b>
<b>3.8. Técnicas y análisis de datos .....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>55</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>133</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>133</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Rangos de clasificación del (PCI). .....	38
Tabla N° 02: Rangos de rugosidad .....	48
Tabla N° 03: Operacionalización de variables e indicadores .....	51
Tabla N° 04: Planilla de cálculo PCI, PR 13+104 -13+138.6 .....	55
Tabla N° 05: Planilla de cálculo PCI, PR 14+016 – 14+063.....	58
Tabla N° 06: Planilla de cálculo PCI, PR 14+253 – 14+293.9.....	61
Tabla N° 07: Planilla de cálculo PCI, PR 14+470 – 14+518.6.....	64
Tabla N° 08: Planilla de cálculo PCI, PR 5+237 – 15+271.64.....	67
Tabla N° 09: Planilla de cálculo PCI, PR 15+301-15+354.51 .....	70
Tabla N° 010: Planilla de cálculo PCI, PR 15+600-15+645.62 .....	73
Tabla N° 11: Planilla de cálculo PCI, PR 15+686-15+726.66 .....	76
Tabla N° 12: Planilla de cálculo PCI, PR 15+771 – 15+811.83.....	79
Tabla N° 13: Planilla de cálculo PCI, PR 17+552 – 17+559.74.....	82
Tabla N° 14: Planilla de cálculo PCI, PR 19+025 – 19+065.5.....	85
Tabla N° 15: Planilla de cálculo PCI, PR 19+072-19+115.21 .....	88
Tabla N° 16: Planilla de cálculo PCI, PR 19+242-19+285.65 .....	91
Tabla N° 17: Planilla de cálculo PCI, PR 19+318-19+353.61 .....	94
Tabla N°18: Planilla de cálculo PCI, PR 19+718 – 19+761.83.....	97
Tabla N° 19: Planilla de cálculo PCI, PR 19+784-19+828.15 .....	100
Tabla N° 20: Planilla de cálculo PCI, PR 19+982-20+016.78 .....	102
Tabla N° 21: Planilla de cálculo PCI, PR 20+086-20+120.25 .....	106
Tabla N° 22: Planilla de cálculo PCI, PR 22+970 – 23+009.....	109
Tabla N° 23: Planilla de cálculo PCI, PR 23+651-23+684.23 .....	112
Tabla N° 24: Hoja de distribución del IRI, progresiva 13+104 – 13+138.6, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 2.77 m/km. ....	114
Tabla N° 25 Hoja de distribución del IRI, progresiva 14+016 – 14+060.3, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 2.57 m/km. ....	115
Tabla N°26: Hoja de distribución del IRI, progresiva 14+253 – 14+293.9, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.05 m/km. ....	115
Tabla N° 27: Hoja de distribución del IRI, progresiva 14+470 – 14+518.6, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.13 m/km. ....	116

Tabla N° 28: Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+237 – 15+271.64, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 2.50 m/km. ....	116
Tabla N° 29: Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+301 – 15+345.51, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 2.60 m/km. ....	117
Tabla N° 30: Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+600 – 15+645.62, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 1.90 m/km. ....	117
Tabla N° 31: Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+686 – 15+726.66, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 1.10 m/km. ....	118
Tabla N° 32: Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+771 – 15+811.83, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 1.50 m/km. ....	118
Tabla N° 33: Hoja de distribución del IRI, progresiva 17+522.5 – 17+559.4, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 1.73 m/km. ....	119
Tabla N° 34: Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+025 – 19+065.50, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.85 m/km. ....	120
Tabla N° 35: Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+072 – 19+115.21, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 4.43 m/km. ....	120
Tabla N° 36: Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+242 – 19+285.65, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 4.70 m/km. ....	121
Tabla N° 37: Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+318 – 19+353.61, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 5.97 m/km. ....	121
Tabla N° 38: Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+718 – 19+761.83, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 6.17 m/km. ....	122
Tabla N° 39: Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+784 – 19+828.15, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.83 m/km. ....	122
Tabla N° 40: Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+982 – 20+016.78, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.50 m/km. ....	123
Tabla N° 41: Hoja de distribución del IRI, progresiva 20+086 20+120.24, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.90 m/km. ....	123
Tabla N° 42: Hoja de distribución del IRI, progresiva 22+970 – 23+009, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 4.40 m/km. ....	124
Tabla N° 43: Hoja de distribución del IRI, progresiva 23+651 – 23+684.23, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.93 m/km. ....	124
Tabla N° 44: Rango (Nivel) de evaluación promedio del PCI.....	125

Tabla N° 45: Nivel (Grado) de serviciabilidad del IRI .....	127
Tabla N° 46: Costos de operación del PCI.....	129
Tabla N° 47: Costos de operación del IRI .....	130
Tabla N° 48: Utilidad de los métodos en estudio.....	131
Tabla N° 49: El Índice de condición del pavimento es el método más conservador .....	131

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Valor deducido para la falla huecos de grado medio.....	56
Gráfico N° 02: Cálculo del valor deducido corregido .....	57
Gráfico N° 03: Valor deducido para la falla huecos de grado medio.....	59
Gráfico N° 04: Cálculo del valor deducido corregido .....	60
Gráfico N° 05: Valor deducido para la falla huecos de grado medio y bajo .....	62
Gráfico N° 06: Cálculo del valor deducido corregido .....	63
Gráfico N° 07: Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo.....	65
Gráfico N° 08: Cálculo del valor deducido corregido .....	66
Gráfico N°09: Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo.....	68
Gráfico N° 10: Cálculo del valor deducido corregido .....	69
Gráfico N° 11: Valor deducido para la falla grietas de grado bajo.....	71
Gráfico N° 12: Cálculo del valor deducido corregido .....	72
Gráfico N° 13: Valor deducido para la falla grietas de grado bajo.....	74
Gráfico N° 14: Cálculo del valor deducido corregido .....	75
Gráfico N° 15: Valor deducido para la falla piel de cocodrilo de grado bajo .....	77
Gráfico N° 16: Cálculo del valor deducido corregido .....	78
Gráfico N° 17: Valor deducido para la falla piel de cocodrilo de grado bajo .....	80
Gráfico N° 18: Cálculo del valor deducido corregido .....	81
Gráfico N° 19: Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo.....	83
Gráfico N° 20: Cálculo del valor deducido corregido .....	84
Gráfico N° 21: Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo.....	86
Gráfico N° 22: Cálculo del valor deducido corregido .....	87
Gráfico N° 23: Valor deducido para la falla grietas de grado bajo.....	89
Gráfico N° 24: Cálculo del valor deducido corregido .....	90
Gráfico N° 25: Valores deducidos para pavimentos asfálticos. 10. Grietas longitudinales y transversales.....	92
Gráfico N° 26: Cálculo del valor deducido corregido .....	93
Gráfico N° 27: Valor deducido para la falla grietas de grado bajo.....	95
Gráfico N° 28: Cálculo del valor deducido corregido .....	96

<b>Gráfico N° 29: Valor deducido para la falla grietas de grado bajo.....</b>	<b>98</b>
<b>Gráfico N° 30: Cálculo del valor deducido corregido .....</b>	<b>99</b>
<b>Gráfico N° 31: Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo.....</b>	<b>100</b>
<b>Gráfico N° 32: Cálculo del valor deducido corregido .....</b>	<b>102</b>
<b>Gráfico N° 33: Valor deducido para la falla grietas de grado bajo.....</b>	<b>103</b>
<b>Gráfico N° 34: Cálculo del valor deducido corregido .....</b>	<b>105</b>
<b>Gráfico N° 35: Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo.....</b>	<b>106</b>
<b>Gráfico N° 36: Cálculo del valor deducido corregido .....</b>	<b>108</b>
<b>Gráfico N° 37: Valor deducido para la fallas grietas y parcheo de grado bajo .....</b>	<b>109</b>
<b>Gráfico N° 38: Cálculo del valor deducido corregido .....</b>	<b>111</b>
<b>Gráfico N° 39: Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo.....</b>	<b>112</b>
<b>Gráfico N° 40: Cálculo del valor deducido corregido .....</b>	<b>113</b>
<b>Gráfico N°41: Diagrama del rango promedio del PCI.....</b>	<b>126</b>

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es la evaluación de la serviciabilidad vial: Abra Toccto - Morochuco según el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI)?, el objetivo general fue: Evaluar la serviciabilidad vial: Abra Toccto - Morochuco según el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI) y la hipótesis general que se verificó fue: El índice de condición de pavimento (PCI) es el mejor método de análisis para evaluar la serviciabilidad vial: Abra Toccto - Morochuco.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue el aplicado de nivel descriptivo – comparativo - correlacional y de diseño no experimental. La población estuvo conformada por el tramo del corredor vial Abra Toccto - Morochuco con una extensión de 35+330 km, el tipo de muestreo fue no aleatorio o intencional, y que para efectos de esta investigación se seleccionó como muestra el tramo del km 13+00 al km 24+000.

La conclusión fundamental de esta investigación fue: El índice de condición del pavimento (PCI) es el método de análisis más conservador según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial.

**PALABRAS CLAVES:** Índice de rugosidad internacional, Índice de condición del pavimento, serviciabilidad vial.

## **ABSTRAT**

This research had as a general problem: What is the evaluation of road viability: Abra Toccto - Morochuco according to the pavement condition index (PCI) and the international roughness index (IRI)?, The general objective was: Evaluate serviceability road: Open Toccto - Morochuco according to the pavement condition index (PCI) and the international roughness index (IRI) and the general hypothesis that was verified was: The pavement condition index (PCI) is the best method of analysis for evaluate road serviceability: Abra Toccto - Morochuco.

The general method of investigation was the scientific one, the type of investigation was the applied one of descriptive - comparative - correlational level and not experimental design. The population consisted of the stretch of the Abra Toccto - Morochuco road corridor with an extension of 35 + 330 km, the type of sampling was non-random or intentional, and for the purposes of this investigation, the stretch of km 13+ was selected as a sample. 00 to km 24 + 000.

The fundamental conclusion of this investigation was: The pavement condition index (PCI) is the most conservative analysis method according to the grade scale of road service grade.

**KEY WORDS:** International roughness index, Pavement condition index, road serviceability.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó durante el “Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial Abra Toccto – Querobamba - Puquio” ubicado en el departamento de Ayacucho, provincias de Huamanga, Cangallo, Victor Fajardo, Sucre y Lucanas; que interconecta los distritos como: Chalco, Vizcachayoc, Morochucos, Cangallo, entre otros”, ejecutándose por un plazo de 18 meses. Específicamente se realizó en el tramo que corresponde del km 13+000 al km 24+000.

En el Perú el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) es la institución responsable de la preservación de las vías a nivel nacional, las licitaciones públicas permiten llevar a cabo el cuidado de dichas carreteras, su ejecución se da previo a un estudio del estado de las vías que se van a fiscalizar.

Para este estudio se debe realizar un análisis vial, este análisis responde al tener la necesidad de utilizar un procedimiento novedoso y muy efectivo capaz de brindarnos resultados esenciales y excelentes. Por lo tanto, es necesario incorporar métodos más relevantes como el Índice de rugosidad internacional (IRI) o el Índice de condición del pavimento (PCI).

Por estos motivos la investigación tuvo como propósito formular una comparación de la serviciabilidad de las vías: Abra Toccto - Morochuco; por medio del Índice de condición del pavimento (PCI) y el Índice de rugosidad internacional (IRI) para determinar que método de los dos mencionados nos da resultados más conservadores según el rango de calificación del grado de serviciabilidad de la vía en estudio.

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

**CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**, donde se desarrolla el planteamiento del problema, formulación del problema: general y específicos, justificación: social y metodológica, delimitación: espacial, temporal y económica, objetivos: general y específicos.

**CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**, se describe los antecedentes nacionales e internacionales, marco conceptual, hipótesis general y específicos, variables, definición conceptual de la variable, definición operacional de la variable, operacionalización de las variables.

**CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**, aquí se desarrolla método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

**CAPÍTULO IV: RESULTADOS**, aquí se presenta los resultados de la investigación.

**CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**, se presenta la discusión de resultados.

Finalmente se formulan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

**Bach. Ninoska Olga Alania Chuco**

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

El mantenimiento de la infraestructura de transporte, y particularmente el de las carreteras, ha adquirido considerable importancia durante los últimos 20 años. La disponibilidad de vías adecuadas para el transporte es esencial, tanto para garantizar la competitividad y capacidad exportadora de los países como para promover su desarrollo local y la calidad de vida de sus habitantes. Es por ello que los diversos países están haciéndose grandes esfuerzos para mejorar su vialidad básica. Sin embargo, a medida que las redes viales son utilizadas por el transporte de carga las vías se van deteriorando, y si no se mantienen oportuna y adecuadamente, ese deterioro alcanza niveles que pueden requerir su reconstrucción en períodos relativamente cortos con relación a la vida útil prevista en la decisión de inversión original, existiendo la necesidad de incorporar procedimientos para definir el estado del pavimento, y prevenir su intervención (Mantenimiento vial; 2017).

En el Perú el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) es la institución responsable de la preservación de las vías a nivel nacional, las licitaciones públicas permiten llevar a cabo el cuidado de dichas carreteras,

su ejecución se da previo a un estudio del estado de las vías que se van a fiscalizar.

Para este estudio se debe realizar un análisis vial, este análisis responde al tener la necesidad de utilizar un procedimiento novedoso y muy efectivo capaz de brindarnos resultados esenciales y excelentes. Por lo tanto, es necesario incorporar métodos más relevantes como son el Índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI).

Por estos motivos la investigación tuvo como propósito formular una comparación de la serviciabilidad de las vías: Abra Toccto - Morochuco; por medio del Índice de condición del pavimento (PCI) y el Índice de rugosidad internacional (IRI) para concluir cuál de ambos métodos de análisis es más conservador según el rango de calificación del grado de serviciabilidad de la vía en estudio.

## **1.2. Formulación del problema de investigación**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la evaluación de la serviciabilidad vial: Abra Toccto - Morochuco según el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI)?

### **1.2.2. Problemas específicos**

a) ¿Cuál es el Índice de condición del pavimento (PCI) e Índice de rugosidad internacional (IRI) promedio de los tramos Abra Toccto - Morochuco?

- b) ¿Qué método de análisis es el más económico para determinar el grado de serviciabilidad vial?
  
- c) ¿Cuál de los dos métodos de análisis utiliza menos tiempo para determinar el grado de serviciabilidad vial?
  
- d) ¿Qué método de análisis proporciona resultados más conservadores según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial?

### **1.3. Justificación de la Investigación**

#### **1.3.1. Justificación Social**

Esta investigación se realiza con la finalidad de tener un método rápido y sencillo para un mejor estudio de la condición del pavimento de la vía en estudio de la carretera Abra Toccto – Morochuco, para el efecto se utilizó los métodos Índice de Rugosidad Internacional (IRI) e Índice de condición de pavimento (PCI), a favor de obtener resultados satisfactorios de serviciabilidad vial para el tramo en estudio.

Así mismo, con la ejecución de este proyecto se benefició económica y socialmente a la población del distrito de Pampa Cangallo.

#### **1.3.2. Justificación Metodológica**

Esta investigación ayuda en el método de evaluación de capas de rodadura del pavimento flexible, considerando que en el país el método usado para el análisis de pavimentos flexibles, es elaborar

un inventario de todas las fallas que existen en la capa de rodadura del pavimento flexible, por lo tanto, se necesitan importantes características técnicas y la confiabilidad de los métodos de análisis.

Los resultados de esta investigación muestran la confiabilidad del método en estudio, permitiendo la evaluación de la serviciabilidad vial de algún pavimento flexible, sirviendo de aporte a las investigaciones futuras. De tal forma se incentivará su aplicación en posteriores mantenimientos rutinarios, con el fin de aportar en la mejora de los análisis de pavimentos flexibles, sencillo y rápido de ejecutar.

#### **1.4. Delimitación de la Investigación**

##### **1.4.1. Delimitación espacial**

La presente investigación se realizó durante el “Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial Abra Toccto – Querobamba - Puquio” ubicado en el departamento de Ayacucho, provincias de Huamanga, Cangallo, Victor Fajardo, Sucre y Lucanas; que interconecta los distritos como: Chalco, Vizcachayoc, Morochucos, Cangallo, entre otros”, contando con una longitud de 35+330.

Figura N° 01: Localización del departamento



Figura N° 02: Localización del departamento



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



**LIMITES:**

- NORTE : Provincia de Huamanga
- ESTE : Provincia de Vilcashuamán
- SUR : Provincia de Víctor Fajardo
- OESTE : Provincia de Huancavelica

**ALTITUD (M.S.N.M.):**

Tramo en estudio: 3200 – 3600 m.s.n.m.

**CLIMA:**

Clima seco y temperaturas máximas y mínimas alrededor de 22°C a 4 °C respectivamente, a lo largo de todo el corredor vial.

#### **1.4.2. Delimitación temporal**

El presente estudio se desarrolló en los meses de enero, febrero y marzo del año 2019.

#### **1.4.3. Delimitación económica**

Este estudio se realizó con recursos propios, no se tuvo financiamiento externo de ninguna institución.

### **1.5. Limitaciones**

- Únicamente se consideró fallas evidentes en la capa de rodadura.
- No se consideró el ámbito estructural de las vías, el estudio se basó únicamente en analizar la capa de rodadura.

### **1.6. Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar la serviciabilidad vial: Abra Toccto- Morochuco según el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI).

#### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el Índice de condición del pavimento (PCI) e Índice de rugosidad (IRI) promedio de los tramos: Abra Toccto – Morochuco.
- b) Estimar que método de análisis es el más económico para determinar el grado de serviciabilidad vial.

c) Calcular el tiempo que utiliza estos métodos para la determinación del grado de serviciabilidad vial.

d) Determinar el mejor resultado entre los dos métodos de análisis según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

**Calderón, López y Santiago (2015) - El Salvador**, en su tesis de investigación titulada: "Cálculo del índice de rugosidad internacional de pavimento utilizando el Perfilometro Romdas Z-250" Universidad de el Salvador. Este estudio se argumenta en la regularidad superficial de los pavimentos exactamente de concreto asfaltico; del mismo modo se profundiza en la calibración, nivelación y arranque del equipo Romdas Z-250, para recolectar información que se obtiene del índice de rugosidad internacional (IRI), su cálculo se obtiene con el software de análisis de perfiles de rodadura. Concluye que: el resultado obtenido en cierto tramo del pavimento en uso de boulevard Pedro Sánchez que fue de 2.57 m/km. Y la carretera a Santa Beatriz que fue de 1.76 m/km. Las vías se encuentran en óptimas condiciones para tránsito vehicular, considerando el rango de estimación de la rugosidad de las vías según la norma ASTM E-1825-87.

**Galvis (2014) – Colombia**, realizo el trabajo de titulación: “Auscultación, valoración del estado superficial y estimación económica de la autopista La libertad - Tollima desde el Km0+00 al Km6+00” Universidad Nacional de Colombia. Cuyo objetivo es correlacionar los Datos de superficialidad en los tramos estudiados, usando el método VIZIR obtenido por el INVIAS y el método PCI. Además, determina la valuación económica del tramo, empleando el procedimiento que usa el banco mundial, haciendo uso del programa (HIGHWAY Development And Management System) HDM4. Teniendo en cuenta los resultados que se obtuvieron; se concluyó que el sector puente de la Libertad –Tollima desde la PR0+00 hasta la PR6+00ue forma parte de la carretera puente de la Libertad-Presno con los datos considerados y evaluación determinada a la situación del pavimento que para cada uno de los métodos adoptadas resulto las calificaciones: método VIZIR de índice de deterioro superficial “IS” brindo un resultado de 3 que se considera regular y el índice PCI tuvo un resultado de 50, calificado como REGULAR, ambos métodos consideran al tramo de 6 KM de vía en forma similar como regular.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Jaramillo (2011) – Piura**, realizo la tesis: (Cálculo del índice de condición del pavimento flexible) en la Av. San Luis, distrito de Progreso. Universidad de Piura. Llego a la conclusión que la red de pavimento flexible de la Av. San Luis se encontraba en la siguiente condición: consta de dos tramos cada uno de 500 m. El tramo número 1 está dividido en 3 secciones, y el segundo tramo tiene una sección. Inspeccionaron 30 secciones (15 por cada uno de los tramos). El 36% de secciones presenta un estado regular del pavimento, el 34% de secciones presenta un buen estado, el 12% su condición es muy defectuoso, el 13% está en estado defectuoso (PCI entre 25 y 40) y el 5% del pavimento se encontraba en muy buena situación. Las secciones 1 y 4, lograron un PCI de 50 y 44, en lo que figura a una situación regular. El resto lograron un PCI de 58

(sección 2) y 56 (sección 3), que es una condición buena; teniendo como resultado, el primer tramo un PCI de 56, que es un pavimento bueno; y el segundo tramo un PCI de 43, que es un pavimento regular.

**Egoavil (2015) - Cusco**, realizó la tesis: “Estudio de la serviciabilidad del pavimento y su influencia en los gastos de operación vehicular en la carretera Cusco-Pisoc”. Universidad Andina del Cusco. Se concluyó: Así se demuestra que en el índice de rugosidad internacional y en los gastos de operación vehicular hubo un incremento drástico mientras tanto se exhibió una reducción en la serviciabilidad de la vía, es básico tener en cuenta esta cuestión de la rugosidad para este estudio de la capa asfáltica en región Cusco, ya que esta es de suma importancia porque permite la optimización en cuanto a tomar decisiones frente a proyectos de mejora y rehabilitación de pavimentos y que estos tengan una mejora en cuanto al servicio principal en las obras de construcción , teniendo en cuenta únicamente la reducción de los gastos de operación vehicular , carreteras más seguras y más vida útil de las vías.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Pavimentos**

Es una agrupación superpuesta de capas ubicadas en forma horizontal, que se forman apropiadamente con materia adecuada y en forma compactada. Es así que esta estructura se apoya sobre una vía que fue formada por el movimiento de la tierra, que debe resistir de forma adecuada los esfuerzos que hacen los vehículos que transitan por él, perdurando todo el tiempo por el cual fue diseñada esta estructura.

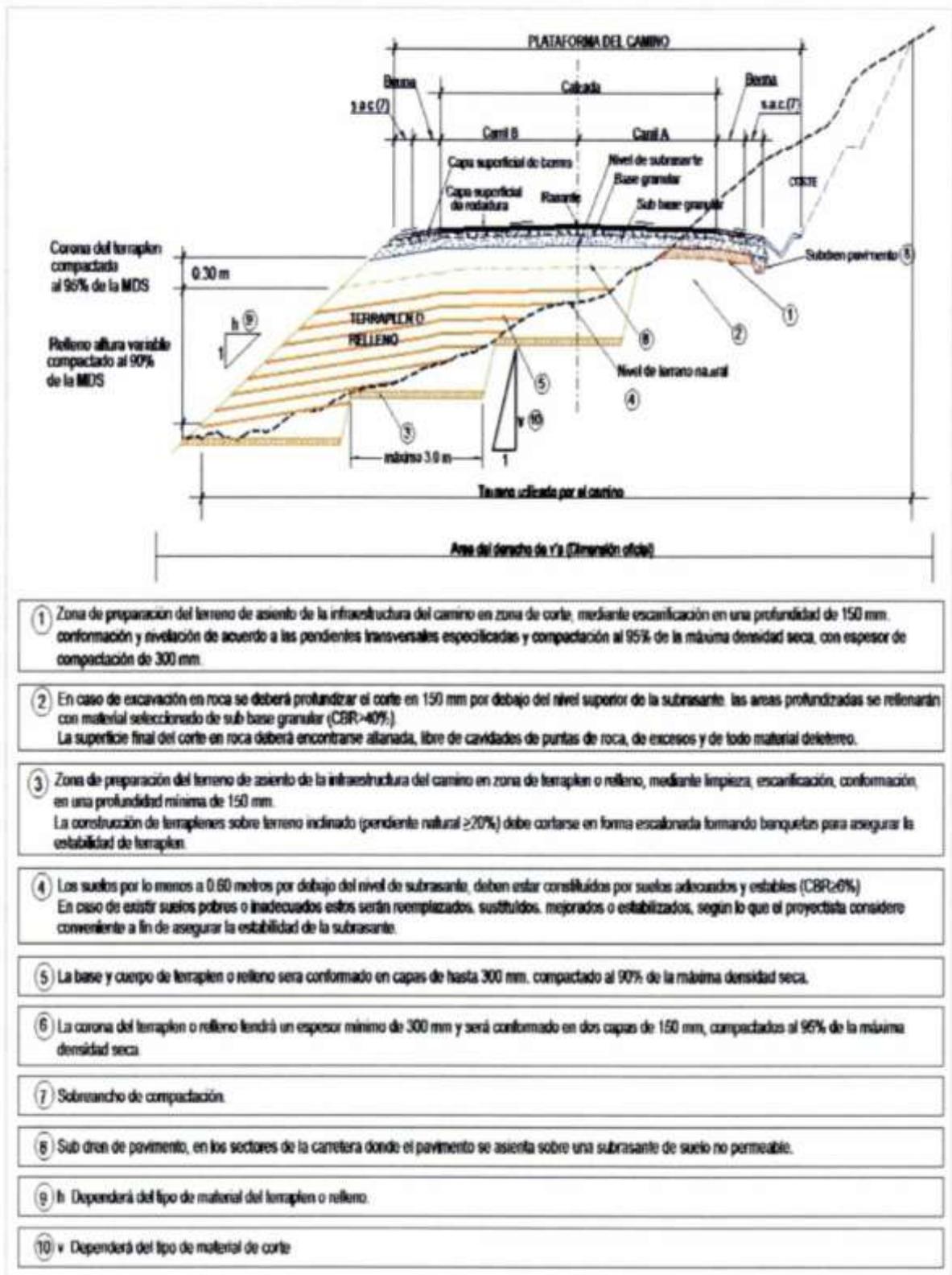
### ➤ **El pavimento flexible**

Está formada por una capa bituminosa que se apoya en dos capas poco rígidas que está constituida por la base y la sub base. Dicho pavimento puede despojarse de dichas capas que dependen básicamente de las exigencias de la obra a realizarse.

De la misma manera se puede decir que el pavimento flexible tiene revestimiento asfáltico sobre la base granular, distribuida entre tensiones y deformaciones que son generadas por las ruedas, de esta manera las capas y bases son las que absorben todas las tensiones que hacen sobre ella.

Por este proceso ocurren múltiples deformaciones y fuerzas de tracción en el interior del revestimiento asfáltico esto provocara fisuras internas por las múltiples repeticiones de todas las cargas que son aplicadas en ella. Por este motivo las muchas repeticiones de tensión y las deformaciones que comprimen a las capas de pavimento producen que se formen hundimientos por el excesivo tráfico que debe ser controlado.

Figura N° 04: Sección común de un pavimento



Fuente: (Manual de Carreteras Para Suelos, Geología, Geotècnic y Pavimentos)

## 2.2.2. Funciones de las capas de un pavimento flexible

### ✓ La sub base granular

**Función económica.** - la función primordial de la capa es económica, de este modo el espesor requerido para un nivel de esfuerzo en la subrasante se proporcional a su resistencia, debería ser constituida por material confiable; no obstante, es más factible la distribución correcta de las capas más apropiadamente en la superficie y en el inferior, el pavimento de baja calidad que tiene un costo menor. La mejor solución trae consigo el aumento del espesor general de todo el pavimento que en teoría resultara más económico.

**Capa de transición.** - Conocida como sub base, ésta al estar correctamente diseñada impide el paso de los materiales que conforman la base con los subrasante y también actúa como un filtro que impide que disminuya su calidad.

**Disminución de la deformación.** - La subrasante sufre cambios volumétricos, que tienen relación con la alteración en cantidad de agua (expansiones) y del mismo modo cambios drásticos de temperatura (heladas), la sub base absorbe y lo cual evita deformaciones que se reflejara en la superficie de rodamiento.

**Resistencia.** - La sub base debe soportar todas las fuerzas que se emiten por la carga de los vehículos, que son transmitidas por las capas superiores y a su vez se trasmiten a los niveles adecuados de la subrasante.

**Drenaje.** - La sub base en su mayoría tiene la función de drenar el agua que se introduce a través del arcén y también debería impedir la elevación capilar.

✓ **La base granular**

**Resistencia.** - Una función principal de la capa granular del pavimento, es proporcionar un material que sea resistente y que a su vez transfiera a la sub base y subrasante dichos esfuerzos generados por la afluencia de los vehículos en una apropiada intensidad.

**Función económica.** - En relación al pavimento, la función principal de la base es económica en comparación a la que tiene la sub base respecto a esta base.

✓ **Carpeta**

**Superficie de rodamiento.** - El pavimento debe reflejar una superficie básicamente estable y uniforme para el tránsito, debe tener una textura agradable, buen color y ser resistente a los daños y efectos que causa el tránsito.

### **2.2.3. Serviciabilidad de una vía flexible**

Las propiedades operacionales de un pavimento son: el servicio brindado a los beneficiarios y el servicio debe ser calificado como bueno.

Es imprescindible medir el grado de servicio para:

- ✓ Determinar la condición actual del pavimento.
- ✓ Pronosticar la variación de la condición a futuro.

El significado de la serviciabilidad se desarrolló asociado con ASHHTO ROAD TEST (1955-1960)

➤ **Indicadores para medir la serviciabilidad**

- Rango de serviciabilidad presente (PSR).
- Índice de serviciabilidad presente (PSI).
- Índice de rugosidad (IRI).
- Índice de condición del pavimento (PCI) o índice de estado.

Continuaremos definiendo conceptos ya mencionados:

▪ **Serviciabilidad**

Es la característica de una parte exclusiva que fue tomada del pavimento, para mejorar el tránsito actual.

▪ **Índice de serviciabilidad (PSI)**

Es el cálculo de operaciones matemáticas con ciertas reglas físicas de determinados tramos de vías, que determinan el promedio.

▪ **Evolución (performance)**

Medida recolectada de la serviciabilidad acumulada del pavimento.

➤ **Índice de Serviciabilidad Presente**

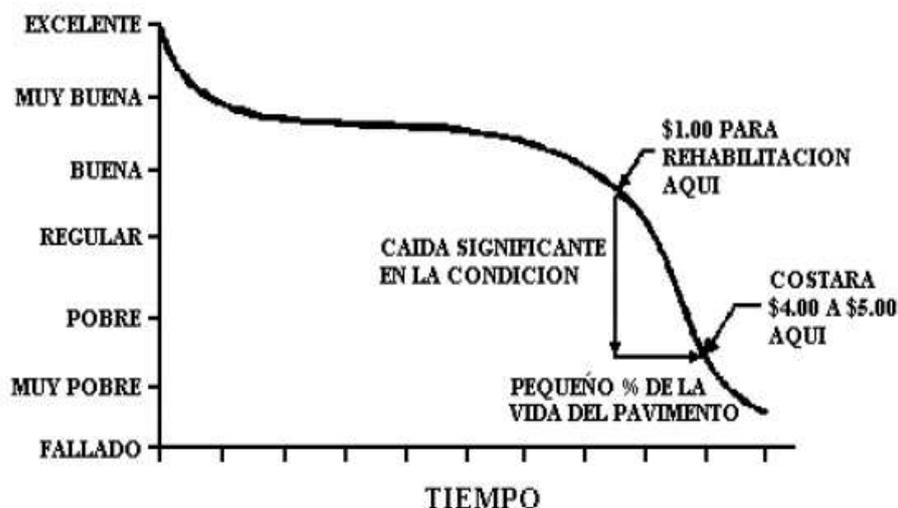
Se considera como una condición que está presente en el pavimento, dando un beneficio al usuario, un buen uso fiable y agradable en un cierto tiempo.

## 2.2.4. Evaluación de pavimentos

Antiguamente los pavimentos se conservaban, pero no lo administraban. Al transcurrir los años los ingenieros adaptaron nuevas experiencias considerando: el mantenimiento y rehabilitación, tomando en cuenta la óptima condición de pavimento. Actualmente el deterioro del pavimento determina las carencias y precedencias del mantenimiento y rehabilitación.

Pavement Management System(PMS), constituye un método para calificar los defectos en el mantenimiento y restaurar también determina las precedencias, el buen tiempo para restaurar el estado del pavimento.

**Figura N° 05: Categorización del estado de un pavimento**



Fuente: (Gestión de pavimentos para aeropuertos, carreteras y estacionamientos), (Shahim, 1994)

En conclusión, el tiempo de un mantenimiento escaso muestra la Figura N°05. Si se realizaría el M&R al principio del deterioro, antes de descenso del pavimento se evitaría el sobre costo de las

reparaciones y la clausura temporal de las vías. El software (PMS) es muy útil ya que nos alerta cuanto el pavimento está en deterioro total de su periodo de vida.

En la gestión de pavimentos, lo esencial es determinar que estructura del pavimento ha de ser evaluada.

Ya identificados se divide en segmentos y fragmentos. Un segmento esta desintegrado en una o más fragmentos para determinar los resultados de la administración.

Los fragmentos se categorizan por su ubicación geográfica en la red vial.

➤ **Definición de tramo**

Es una porción que se reconoce en el pavimento y cada una de ellas tienen cualidades diferentes.

Todos los tramos pueden describirse de formas diferentes: como “denominación del tramo” y con “un dígito del tramo”.

➤ **Definición de sección**

Es una pequeña parte del tramo que se designa como sección cuando puedan ser evaluadas. La sección puede tener una apariencia diminuta en el componente administrativo cuando se evalué en el M&R. Lo que se considera cuando se separa un tramo es: drenaje sencillo, la forma, afluencia, historia y clase de pavimento.

Continuando se detalla los factores

### **a) Estructura del pavimento**

Se considera una perspectiva importante en la estructura de un pavimento a la división de un tramo en secciones o partes.

### **b) Trafico**

La cantidad y fuerza de afluencia será consistente en las secciones. Se debe considerar la afluencia de camiones para los caminos y las calles.

Para dividir autopistas, se recomienda dividir cada sección por cada dirección en cada carril. (Ida y regreso)

## **2.2.5. Índice de condición del pavimento (PCI)**

La metodología nos permite señalar la situación del pavimento previo a la visualización, reconociendo la clase, severidad y la cantidad de fallas, esta metodología es de simple funcionamiento y no necesita métodos especializados, y se determina de forma indirecta.

Su desarrollo se dio entre 1974 - 1976 con el compromiso del centro de ingeniería de la fuerza aérea (EE.UU.) teniendo como fin lograr un sistema de gestión en la conservación de los pavimentos flexibles y rígidos.

Este índice constituye el mejor modo y más completo para la calificación y evaluación del pavimento, siendo este adoptado y aceptado como el procedimiento normalizado por algunas fábricas: el APWA (AMERICAN PUBLIC WORK ASSOCIATION) y por el área de defensa (EE.UU.), la aplicación y el procedimiento de análisis se difundió por el ASTM D6433-03.

Para señalar la clase, severidad y cantidad de fallas, este estudio otorgara respuesta del inventario visual con ello conoceremos la situación de la carretera. Contribuyente a las variaciones posibles, el método da un cofactor para el valor deducido con ello identificar el nivel que simula la situación del pavimento en la combinación de desgaste, grado de severidad y densidad.

➤ **División del pavimento en unidades de prueba**

Es oportunamente determinada como un fragmento que se escoge de un sector del pavimento denominado en el control del pavimento. La unidad de prueba para caminos sin pavimentar y para carreteras revestidos de asfalto está determina por un área establecida por 2500 +/- 1000 pies<sup>2</sup> (232 +/- 93m<sup>2</sup>).

➤ **Determinación de unidades de prueba a ser inspeccionadas**

La inspección para las unidades de prueba en un fragmento del pavimento requerirá un significativo esfuerzo más aún si el fragmento es de inmensa dimensión.

Para delimitar que recursos utilizamos en el estudio, se desarrolló una aproximación del PCI, así logramos realizar un número exacto de unidades de prueba.

Se desarrolló cuantas unidades de prueba se analizarán en mi proyecto de estudio por medio de este método que fue apropiado en mi investigación.

## **2.2.6. Inspección a nivel de proyecto de evaluación**

### **Determinación del N<sup>a</sup> de unidades de prueba a ser inspeccionadas**

Para definir la cantidad de unidades que se evaluarán en primer lugar se establecerá una cantidad reducida de unidades de prueba (n) que serán valuadas, y adquirir una valorización conveniente del PCI.

### **Selección de unidades de prueba para inspeccionar**

Es recomendable verificar las unidades de prueba y que estén distribuidas en igual intervalo en toda la inspección y que la primera elección sea de manera aleatoria.

#### **2.2.7. Rangos de clasificación del (PCI).**

**Tabla N°01: Rangos de clasificación del (PCI).**

<b>RANGO</b>	<b>CLASIFICACION</b>
<b>100-85</b>	<b>Excelente</b>
<b>85 - 70</b>	<b>Muy Bueno</b>
<b>70 -55</b>	<b>Bueno</b>
<b>55-40</b>	<b>Regular</b>
<b>40-25</b>	<b>Malo</b>
<b>25-10</b>	<b>Muy Malo</b>
<b>10-0</b>	<b>Fallado</b>

FUENTE: (Paviment Condition Index (PCI), 2006)

#### **2.2.8. Rugosidad**

Es la desviación que sufre la superficie del pavimento, que es parte del pavimento teniendo como referencia una superficie teóricamente plana, que cuenta con dimensiones que afectarían el desplazamiento de

los vehículos y la comodidad al manejar. Los problemas al evaluar la calidad y comodidad del desplazamiento de los vehículos, es comparar la experiencia en otros países por la gran diversidad de técnicas, equipos e indicadores que existen en cada uno de estos. Se deduce por ese motivo que a nivel internacional se planteó un índice único y común, y que este fuera independiente de toda clase de técnica o equipo para obtener una geometría del perfil y que también representen las percepciones de los usuarios que conducen los vehículos teniendo en cuenta una velocidad media.

Este índice (IRI) fue propuesto como un estándar estable de la rugosidad y también es un parámetro que sirve de referencia para determinar la situación de la superficie de rodadura.

Para poder evaluar la calidad y conocer la situación que tiene el pavimento es necesario tener la rugosidad que es un parámetro muy empleado.

### **2.2.9. Índice internacional de rugosidad (IRI)**

La función que tiene la superficie de la carretera es muy importante porque de ella depende la seguridad y comodidad que los usuarios experimentan, la función también determina los gastos de operación de los vehículos y el adecuado mantenimiento de las carreteras. Asimismo, la regularidad de la superficie de la vía requiere de la velocidad con la que circulan los vehículos, el desgaste de las llantas, el uso del combustible, todos estos son los gastos que hace el usuario. Es importante estar al tanto del tiempo de vida, así como la regularidad superficial de la carretera en la realización de la operación para poder tomar las acciones correspondientes de revisión y corrección de todos los defectos y deterioro superficial de la carretera para reducir los costos posteriores de reconstrucción. Con el objetivo de hacer un estudio

a la capa asfáltica, este parámetro apodado índice de Rugosidad Internacional (IRI) que muestra la comodidad del usuario al transitar la carretera.

Su historia da inicio en los años 70 en el tiempo en el que banco mundial patrocino programas de investigación para la toma de decisiones que debían de adaptarse a los países desarrollados ¿Es mejor que los gobiernos presten dinero para construir carreteras de calidad o se debe ahorrar y construir carreteras de menor calidad y más baratas? Es así que se identificó a la rugosidad como factor importante para determinar la calidad y el costo. Este estudio determinó que la rugosidad medida en distintos lugares brindaba resultados diferentes debido a que los métodos usados no eran estables.

### **Concepto del IRI**

Es una escala superficial de la vía, fue propuesta por el banco mundial como un estándar estadístico de la rugosidad que determina el perfil longitudinal de las vías teniendo en cuenta la calidad de la rodadura y que está determinada en metros por kilómetro.

El cálculo de este índice tiene un comportamiento similar al modelo matemático “Quarter Car”, por medio de la simulación de funciones también puede simular la cuarta parte de un vehículo que circula por la carretera a una velocidad que está por los 80 km/h; el desplazamiento vertical de las partes divididas entre las distancias que se recorren se acumulan y este resultado es el IRI en unidades (m/km). Los factores que afectan la rugosidad.

### **2.2.10. Bases Legales**

- ✓ Norma ASTM 5340-98
- ✓ Norma técnica CE.010

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **✓ Pavimentos**

Es una agrupación superpuesta de capas ubicadas en forma horizontal, que se forman apropiadamente con materia adecuada y en forma compactada. Es así que esta estructura se apoya sobre una vía que fue formada por el movimiento de la tierra, que debe resistir de forma adecuada los esfuerzos que hacen los vehículos que transitan por él, perdurando todo el tiempo por el cual fue diseñada esta estructura.

#### **✓ El pavimento flexible**

Está formada por una capa bituminosa que se apoya en dos capas poco rígidas que está constituida por la base y la sub base. Dicho pavimento puede despojarse de dichas capas que dependen básicamente de las exigencias de la obra a realizarse.

De la misma manera se puede decir que el pavimento flexible tiene revestimiento asfáltico sobre la base granular, distribuida entre tensiones y deformaciones que son generadas por las ruedas, de esta manera las capas y bases son las que absorben todas las tensiones que hacen sobre ella.

Por este proceso ocurren múltiples deformaciones y fuerzas de tracción en el interior del revestimiento asfáltico esto provocara fisuras internas por las múltiples repeticiones de todas las cargas que son

aplicadas en ella. Por este motivo las muchas repeticiones de tensión y las deformaciones que comprimen a las capas de pavimento producen que se formen hundimientos por el excesivo tráfico que debe ser controlado.

✓ **Serviciabilidad de una vía flexible**

Las propiedades operacionales de un pavimento son: el servicio brindado a los beneficiarios y el servicio debe ser calificado como bueno.

Es imprescindible medir el grado de servicio para:

- Determinar la condición actual del pavimento.
- Pronosticar la variación de la condición a futuro.

✓ **Serviciabilidad**

Es la característica de una parte exclusiva que fue tomada del pavimento, para mejorar el tránsito actual.

✓ **Índice de serviciabilidad (PSI)**

Es el cálculo de operaciones matemáticas con ciertas reglas físicas de determinados tramos de vías, que determinan el promedio.

✓ **Evolución (performance)**

Una variación de la serviciabilidad almacenada en un pavimento.

✓ **Índice de Serviciabilidad Presente**

Se precisa a este como la condición en la que se encuentra un pavimento para proporcionar a los beneficiarios un buen uso fiable y agradable en un cierto tiempo.

✓ **Definición de tramo**

Es una porción que se reconoce en el pavimento y cada una de ellas tienen cualidades diferentes.

Todos los tramos pueden describirse de formas diferentes: como “denominación del tramo” y con “un dígito del tramo”.

✓ **Definición de sección**

Es una pequeña parte del tramo que se designa como sección cuando puedan ser evaluadas. La sección puede tener una apariencia diminuta en el componente administrativo cuando se evalué en el M&R. Lo que se considera cuando se separa un tramo es: drenaje sencillo, la forma, afluencia, historia y clase de pavimento.

Continuando se detalla los factores

a) Estructura del pavimento: Se considera una perspectiva importante en la estructura de un pavimento a la división de un tramo en secciones o partes.

b) Tráfico: La cantidad y fuerza de afluencia será consistente en las secciones. Se debe considerar la afluencia de camiones para los caminos y las calles.

Para dividir autopistas, se recomienda dividir cada sección por cada dirección en cada carril. (Ida y regreso)

✓ **Índice de condición del pavimento (PCI)**

La metodología nos permite señalar la situación del pavimento previo a la visualización, reconociendo la clase, severidad y la cantidad de fallas, esta metodología es de simple funcionamiento y no necesita métodos especializados, y se determina de forma indirecta.

Su desarrollo se dio entre 1974 - 1976 con el compromiso del centro de ingeniería de la fuerza aérea (EE.UU.) teniendo como fin lograr un sistema de gestión en la conservación de los pavimentos flexibles y rígidos.

Este índice constituye el mejor modo y más completo para la calificación y evaluación del pavimento, siendo este adoptado y aceptado como el procedimiento normalizado por algunas fieles: el APWA (AMERICAN PUBLIC WORK ASOCIATION) y por el área de defensa (EE.UU.), la aplicación y el procedimiento de análisis se difundió por el ASTM D6433-03.

Para señalar la clase, severidad y cantidad de fallas, este estudio otorga respuesta del inventario visual con ello conoceremos la situación de la carretera. Contribuyente a las variaciones posibles, el método da un cofactor para el valor deducido con ello identificar el nivel que simula la situación del pavimento en la combinación de desgaste, grado de severidad y densidad.

## ✓ **Rugosidad**

La rugosidad es definida como la desviación de una superficie específica que es parte del pavimento teniendo como referencia una superficie teóricamente plana, que cuenta con dimensiones que afectarían el desplazamiento de los vehículos y la comodidad al manejar.

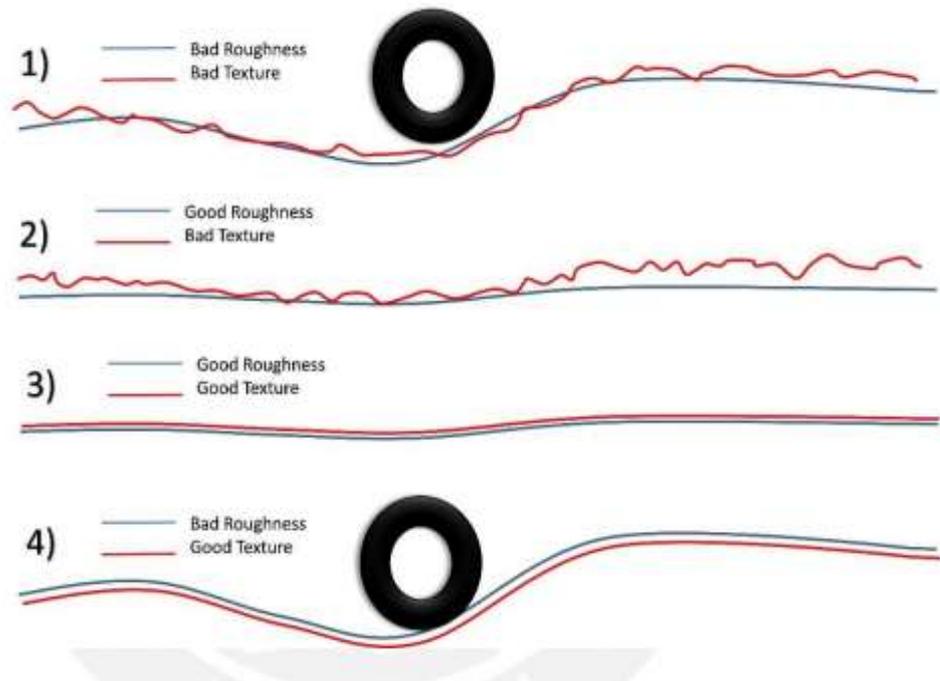
Los problemas al evaluar la calidad y comodidad del desplazamiento de los vehículos, es comparar la experiencia en otros países por la gran diversidad de técnicas, equipos e indicadores que existen en cada uno de estos.

Se deduce por ese motivo que a nivel internacional se planteó un índice único y común, y que este fuera independiente de toda clase de técnica o equipo para obtener una geometría del perfil y que también representen las percepciones de los usuarios que conducen los vehículos teniendo en cuenta una velocidad media.

Este índice (IRI) fue propuesto como un estándar estable de la rugosidad y también es un parámetro que sirve de referencia en determinar la condición de la superficie de rodadura.

Para poder evaluar la calidad y conocer la situación que tiene el pavimento es necesario tener la rugosidad que es un parámetro muy empleado.

**Figura N° 06: Rugosidad VS textura**



Fuente: (Forslof, 2014)

✓ **Índice internacional de rugosidad (IRI)**

Es una escala superficial de la vía, fue propuesta por el banco mundial como un estándar estadístico de la rugosidad que determina el perfil longitudinal de las vías teniendo en cuenta la calidad de la rodadura y que está determinada en metros por kilómetro.

El cálculo de este índice tiene un comportamiento similar al modelo matemático "Quarter Car", por medio de la simulación de funciones también puede simular la cuarta parte de un vehículo que circula por la carretera a una velocidad que está por los 80 km/h; el desplazamiento vertical de las partes divididas entre las distancias que se recorren se acumulan y este resultado es el IRI en unidades (m/km). Los factores que afectan la rugosidad.

- **La escala original de IRI del banco mundial**

En 1986 el banco mundial expuso la escala original de IRI tanto en los tratamientos superficiales y en los pavimentos de concreto asfaltico, de igual modo para las carreteras afirmadas y trochas.

Por otra parte, el banco mundial además presenta escalas donde se mide la estabilidad superficial del pavimento.

**Figura N° 07: Escala original del IRI**



Fuente: (Escala en la estimación de la rugosidad de pavimentos)  
(Almanza, 2014)

En el país de Uruguay realizan una diferencia de la escala original del IRI para pavimentos flexibles y de concreto que se dan a conocer a continuación, para mi investigación adoptare estas escalas.

**Tabla N° 02:** Rangos de rugosidad

CONDICION DEL CAMNINO	RANGOS DE RUGOSIDAD (Km/m)
Muy bueno	< 3.2
Bueno	3.2 – 3.9
Regular	4.0 – 4,6
Malo	> 4.6

FUENTE: (Arriaga, Garnica, & Rico, 1998)

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

El índice de condición de pavimento (PCI) es el mejor método de análisis para evaluar la serviciabilidad vial: Abra Toccto – Morochuco.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- a) El Índice de condición del pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad internacional (IRI) promedio oscila entre excelente y bueno según el grado de servicialidad vial.
- b) El índice de rugosidad Internacional (IRI) es el método más económico para la determinación del grado de la serviciabilidad vial.
- c) El índice de rugosidad (IRI) es el método que utiliza menos tiempo para la determinación del grado de serviciabilidad vial.

- d) El Índice de condición del pavimento (PCI) es el método de análisis que proporciona resultados conservadores según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable Independiente  $X_1$ :

- **Índice de condición pavimento (PCI).**

El método permite determinar el estado situacional del pavimento, por intermedio de la visualización.

Variable Independiente  $X_2$ :

- **Índice de rugosidad internacional (IRI).**

Proporciona un eje horizontal de la carretera para un buen manejo agradable para el beneficiario.

Variable Dependiente (Y):

- **Serviciabilidad vial.**

Facultad de la carretera de servir de circulación, proporcionando un manejo positivo y cómodo al beneficiario.

### 2.5.2. Definición operacional de las variables

La variable dependiente: serviciabilidad vial, está en relación con las variables independientes: Índice de condición pavimento (PCI) ( $X_1$ ) e Índice de rugosidad internacional (IRI) ( $X_2$ ), puesto que el

análisis de evaluación de la serviciabilidad vial (Y) esta correlacionado con los resultados de las comparaciones de estos dos métodos en términos económicos, de tiempo y técnicos.

Por tanto, se tiene:

$$Y = f(X_1, X_2)$$

### 2.5.3. Operacionalización de las Variables

**Tabla N° 03:** Operacionalización de variables, dimensiones e indicadores

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO
V.D	Y: Serviciabilidad vial	- Técnica	- Situación de la carretera que determina la serviciabilidad de una vía.	- Planilla de cálculo de recolección de datos. - Libreta de recopilación de datos de campo.
		- Económica	- Confort que brinda al beneficiario.	- Manual de fiscalización ocular.
V.I	X <sub>1</sub> : Índice de condición del pavimento (PCI)	- Situación del pavimento.	- Cantidad de fallas.	- Manual de inspección visual.
		- Serviciabilidad de la vía.	- Severidad de las fallas. - Tipo de falla.	
	X <sub>2</sub> : Índice internacional de rugosidad (IRI)	- Rugosidad del pavimento.	- Índice de Rugosidad.	

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Método de la investigación**

El método general de investigación fue el científico 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**

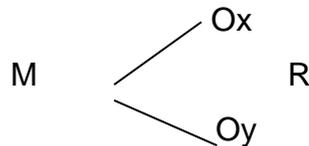
El tipo de investigación fue el aplicado, ya que se basa en la aplicación de conocimientos teóricos para realizar el estudio y poder evaluar la serviciabilidad vial teniendo en consideración el índice de condiciones pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI).

#### **3.3. Nivel de la investigación**

El presente trabajo de investigación tuvo un nivel descriptivo – comparativo – correlacional, que describe los fenómenos para comparar e identificar las causas de la serviciabilidad vial utilizando el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI).

### 3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue el no experimental, ya que este se ocupa de describir las características y comparar la relación con los diferentes conceptos, categorías o variables en determinado momento.



**Dónde:**

M = Muestra poblacional

Ox = observación de la primera variable

Oy = observación de la segunda variable

R = Niveles de relación explicativo de causalidad

### 3.5 Población y muestra

#### 3.5.1. Población.

La población de estudio estuvo conformada por la carretera Abra Toccto – Morochuco que comprende 35+330 km, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga y afecta al distrito de Pampa Cangallo.

#### 3.5.2. Muestra.

El tipo de muestreo fue el no aleatorio o dirigido o intencional, para esta investigación se seleccionó el tramo que comprende del km 13+00 al km 24+000, siendo este 12 km.

### 3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La selección de datos que proporciona a lo largo de la ejecución de las pruebas de Índice de Condición de Pavimento (PCI) e Índice de Rugosidad

Internacional (IRI) con la finalidad de procesarlos e interpretar la condición estructural del pavimento.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Para el procesamiento de datos se utilizaron cuadros comparativos que presentan la información de forma ordenada y para hacer un análisis. Los Software que se utilizaron fueron Excel y Roughometer III para comparar los métodos y la presentación de las tablas y gráficos que nos permitirán analizar 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:

- **Microsoft Excel:** Permite obtener hojas de cálculo, gráficos estadísticos, cuadros comparativos con los datos extraídos de campo, y brinda resultados específicos.
- **Roughometer III:** Permite obtener un perfil real de la carretera que está en estudio.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Presentación de resultados tablas y gráficos

##### 4.1.1. Presentación de resultados del PCI

**Tabla N° 04:** Planilla de cálculo PCI, PR 13+104 -13+138.6

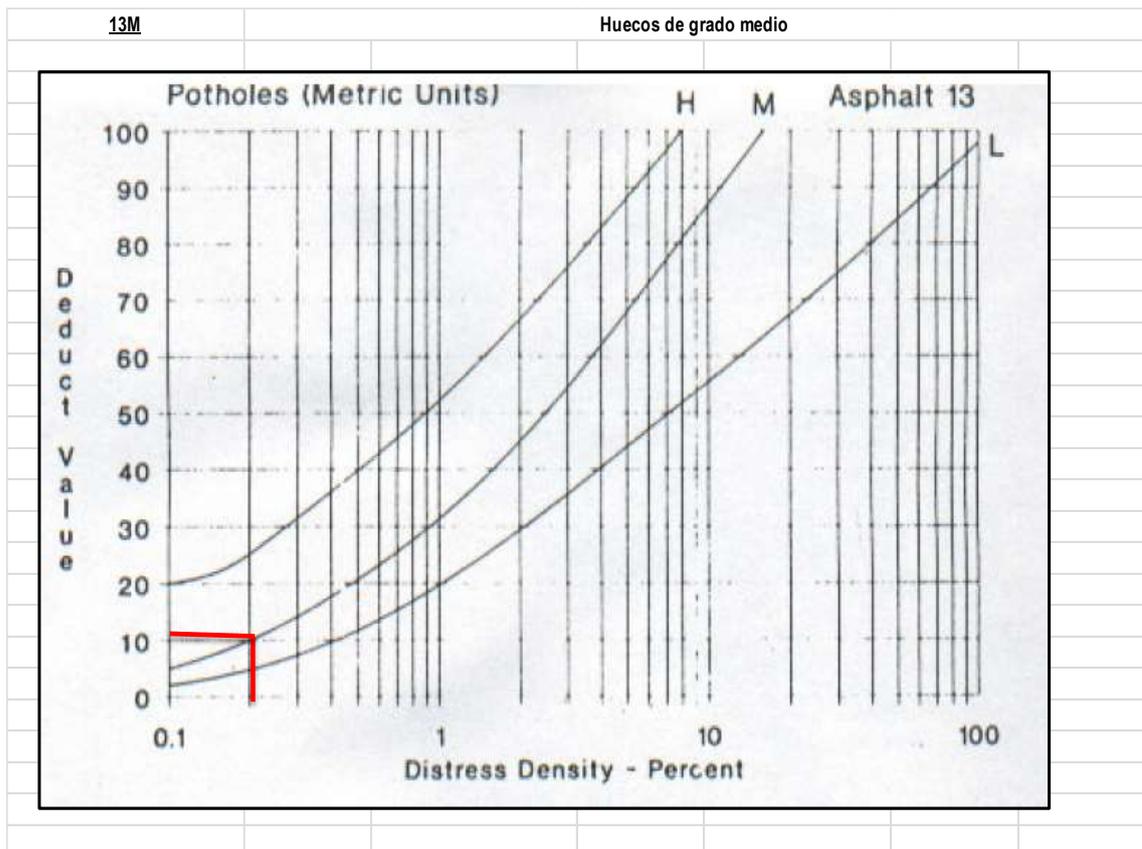
Valor de deducción de 11 para la falla huecos, con niveles de severidad M

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.			
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS			
Nombre de la vía	Servicio de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto-Morochuco)		
Encargado de la evaluación	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
Sección	1-A		
Progresiva de (Inicio)	KM 13+104 (Tramo 1)		
Progresiva de (Final)	KM 13+138.6 (Tramo 1)		
Fecha	19/01/2019		
Unidad de muestra	m2		
Área de unidad e muestra	221		
Tipos de fallas			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento

3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento				
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento					
<b>Severidad</b>							
a) Low - Bajo (L)							
b) Medium Medio (M)							
c) High - Alto (H)							
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
	AREA						
13M	1.197	-	-	-	1.197	0.54	11
						<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	11

FUENTE: Elaboracion Propia.

**Gráfico N° 01:** Valor deducido para la falla huecos de grado medio



FUENTE: Elaboracion Propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:  
 $m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .  
 $HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

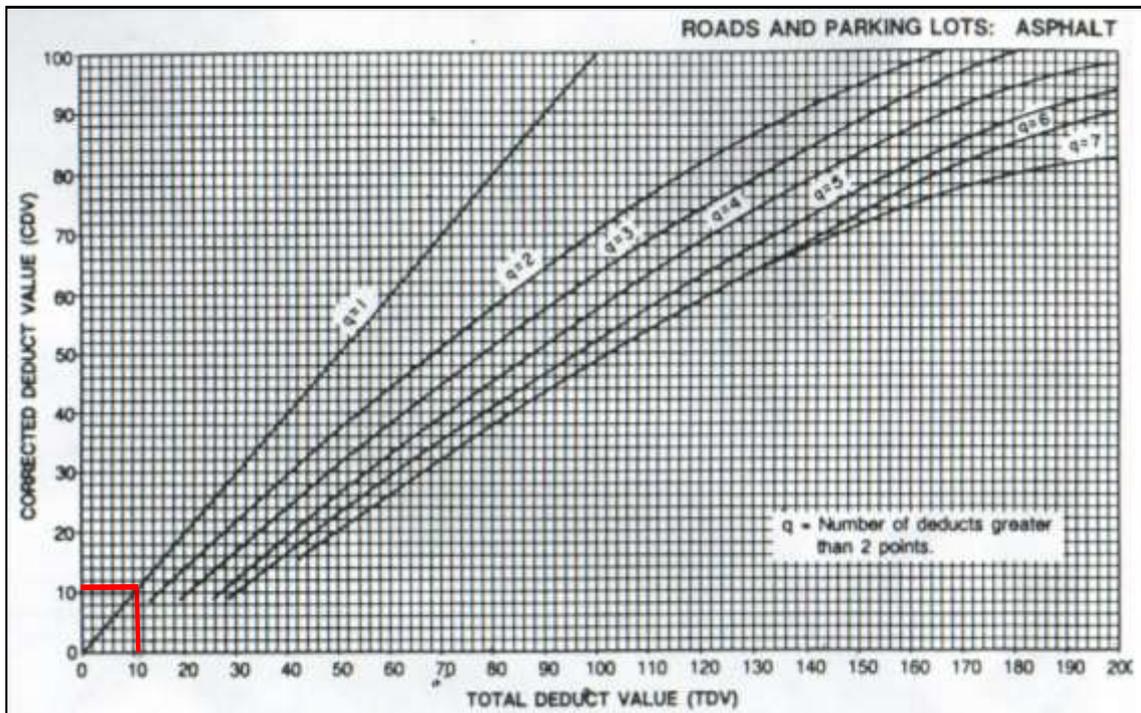
$m_i$	9.17	0.17
-------	------	------

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

FUENTE: Elaboracion Propia.

**Gráfico N° 02:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboracion Propia.

El PCI obtenido fue de 88.8 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (entre 100 y 85).

<b>MAX CDV</b>	<b>11.2</b>
<b>PCI</b>	<b>88.8</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

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.

**Tabla N° 05:** Planilla de cálculo PCI, PR 14+016 – 14+063

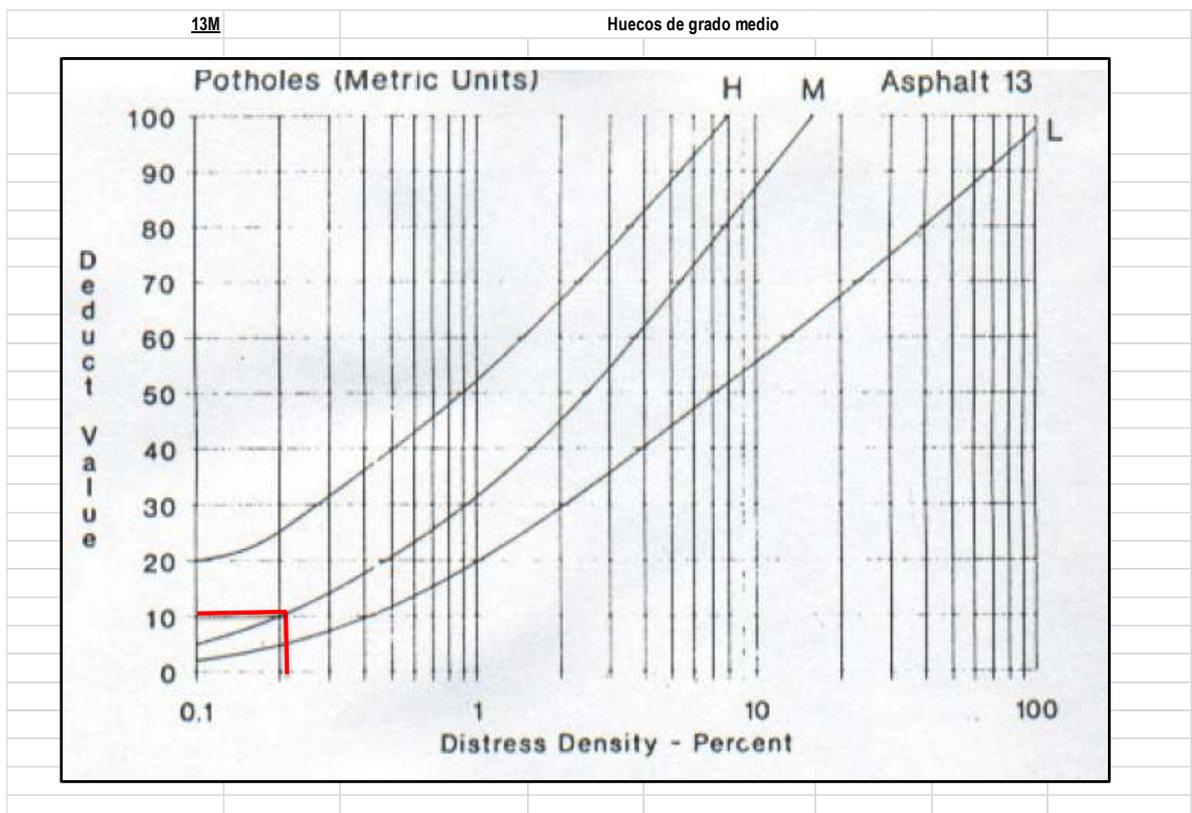
Valor de deducción de 11 para la falla huecos, con niveles de severidad M

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.			
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS			
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto-Morochuco)		
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
<b>Sección</b>	2-A		
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 14+016(Tramo 1)		
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 14+063(Tramo 1)		
<b>Fecha</b>	19/01/2019		
<b>Unidad de muestra</b>	m2		
<b>Área de unidad e muestra</b>	222		
<b>Tipos de fallas</b>			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento

4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento					
<b>Severidad</b>							
a) Low - Bajo (L)							
b) Medium Medio (M)							
c) High - Alto (H)							
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13M	1.1926	-	-	-	1.1926	0.54	11
						<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	11

FUENTE: Elaboración propia

**Gráfico N° 03:** Valor deducido para la falla huecos de grado medio



FUENTE: Elaboración propia

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:  
 $m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .  
 $HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

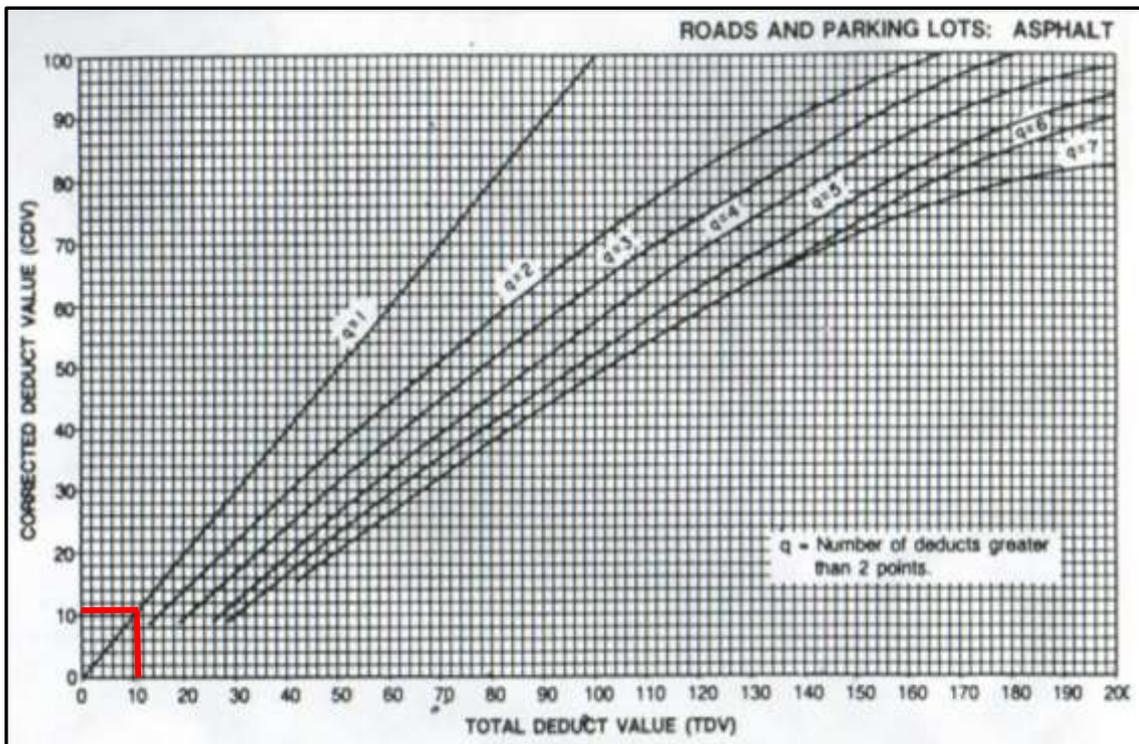
$m_i$	9.17	0.17
-------	------	------

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

FUENTE: Elaboración propia

**Gráfico N° 04:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia

El PCI obtenido fue de 88.9 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (entre 100 y 85).

<b>MAX CDV</b>	<b>11.2</b>
<b>PCI</b>	<b>88.9</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

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: Elaboración propia

**Tabla N° 06:** Planilla de cálculo PCI, PR 14+253 – 14+293.9

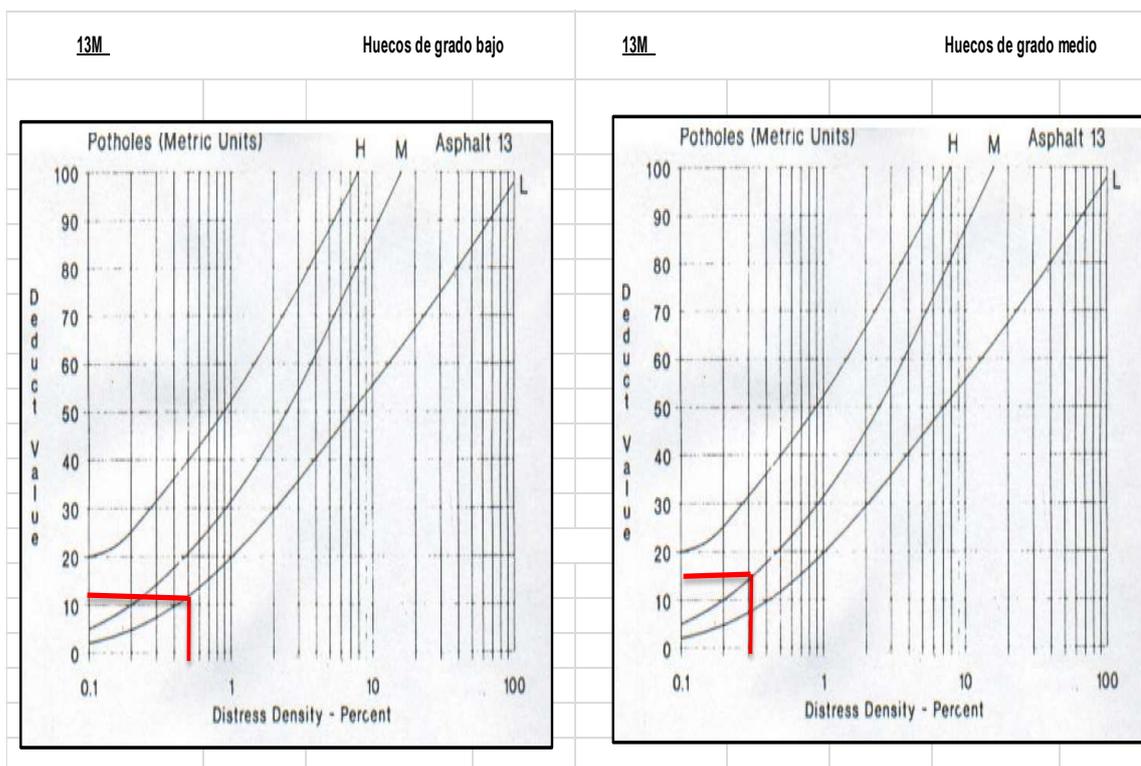
Valores de deducción de 10 y 15 para las fallas huecos, con niveles de severidad L y M, respectivamente.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.			
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS			
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)		
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
<b>Sección</b>	3-A		
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 14+253(Tramo 1)		
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 14+293.9(Tramo 1)		
<b>Fecha</b>	19/01/2019		
<b>Unidad de muestra</b>	m2		
<b>Área de unidad e muestra</b>	229		
Tipos de fallas			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	

Severidad								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
FALLA	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
<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>								16

FUENTE: Elaboración propia

**Gráfico N° 05:** Valor deducido para la falla huecos de grado medio y bajo



FUENTE: Elaboración propia

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:  
 $m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .  
 $HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

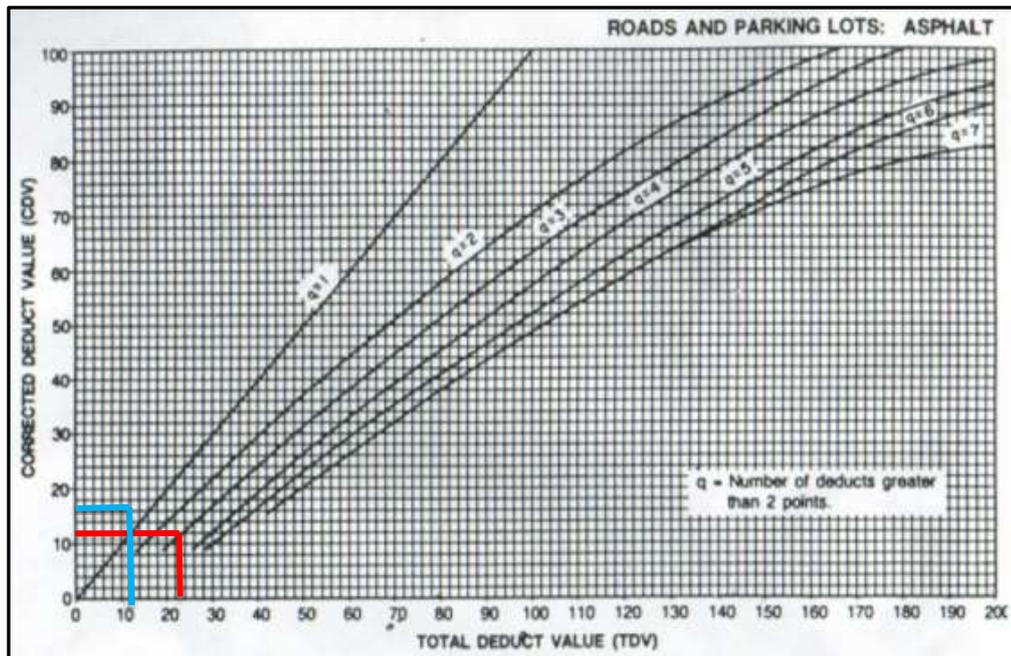
$m_i$	8.71	0.71
-------	------	------

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
						<b>Max CDV</b>	<b>17.00</b>

FUENTE: Elaboración propia

**Gráfico N° 06:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia

El PCI obtenido fue de 88.0 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un muy buen estado (85 y 70).

<b>MAX CDV</b>	<b>17.0</b>
<b>PCI</b>	<b>83.0</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Muy bueno</b>

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: Elaboración propia

**Tabla N° 07:** Planilla de cálculo PCI, PR 14+470 – 14+518.6

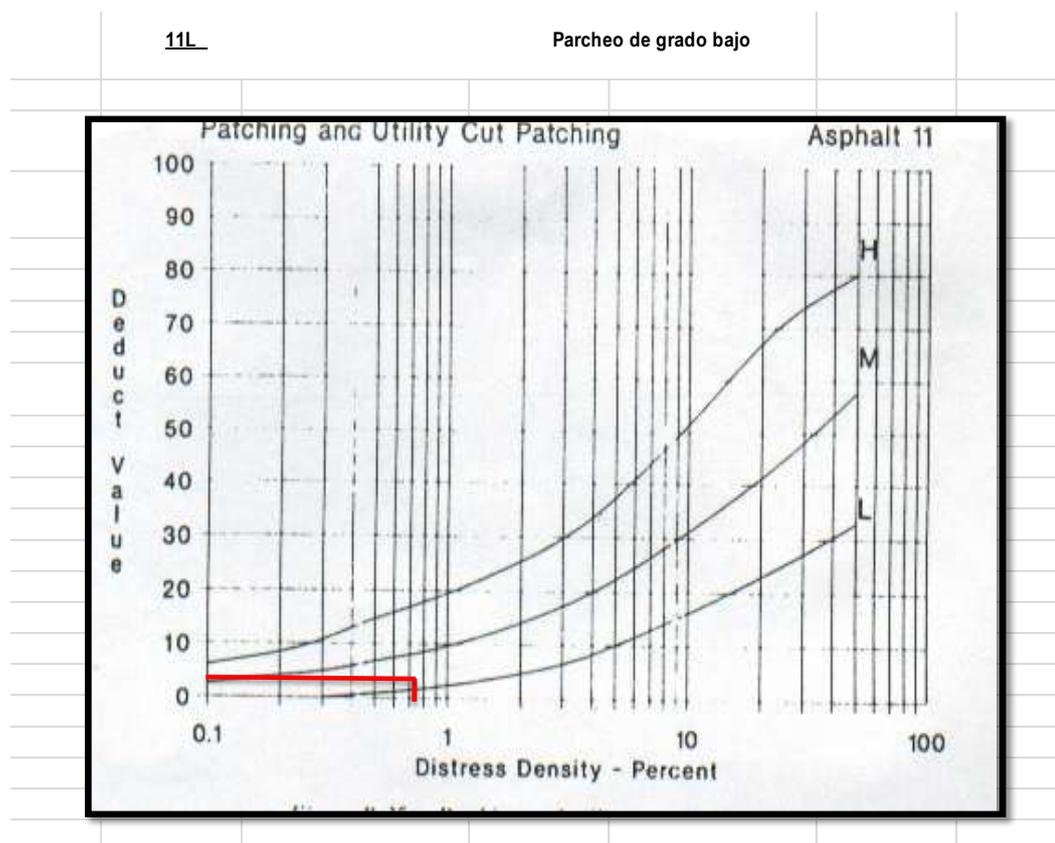
Valor de deducción de 15 para las fallas parcheo, con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.			
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS			
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto-Morochuco)		
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
<b>Sección</b>	4-A		
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 14+470(Tramo 1)		
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 14+518.6(Tramo 1)		
<b>Fecha</b>	19/01/2019		
<b>Unidad de muestra</b>	m2		
<b>Área de unidad e muestra</b>	272		
<b>Tipos de fallas</b>			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados

5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
11L	1.15	2.3	1.33	-	-	4.80	1.76	1.5
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	1.5

FUENTE: Elaboración propia

**Gráfico N° 07:** Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

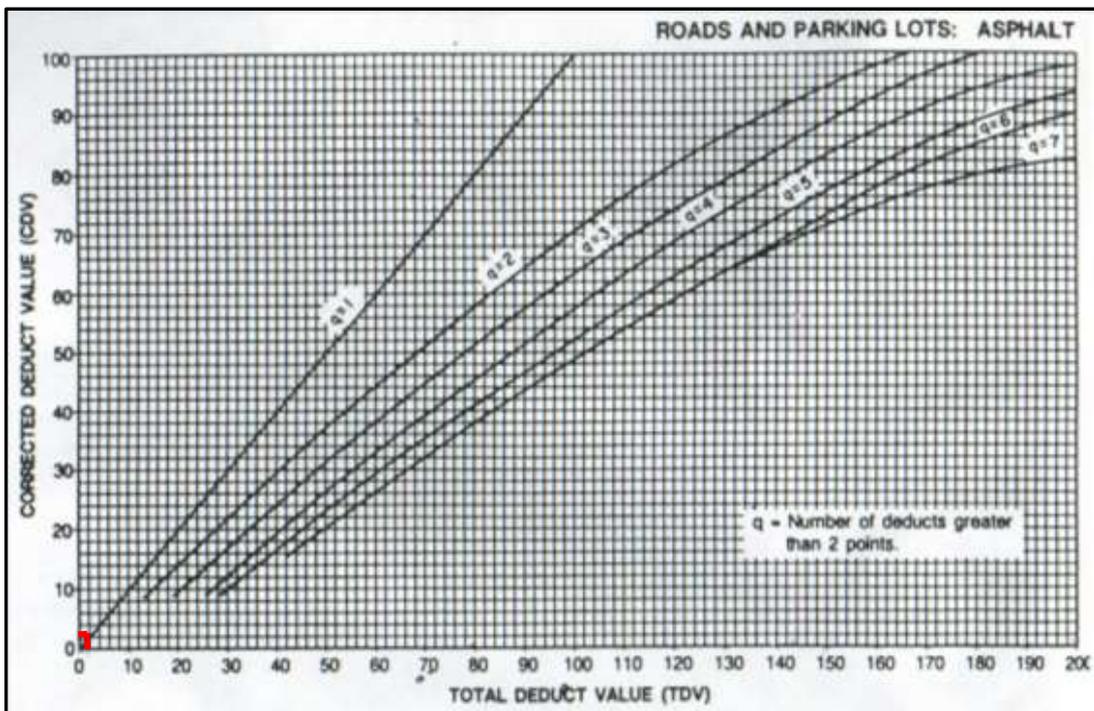
mi	10.05	0.05
----	-------	------

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

FUENTE: Elaboración propia

**Gráfico N° 08:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia

PCI obtenido fue de 98.0 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

<b>MAX CDV</b>	<b>2.0</b>
<b>PCI</b>	<b>98.0</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

**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.

**Tabla N° 08:** Planilla de cálculo PCI, PR 5+237 – 15+271.64

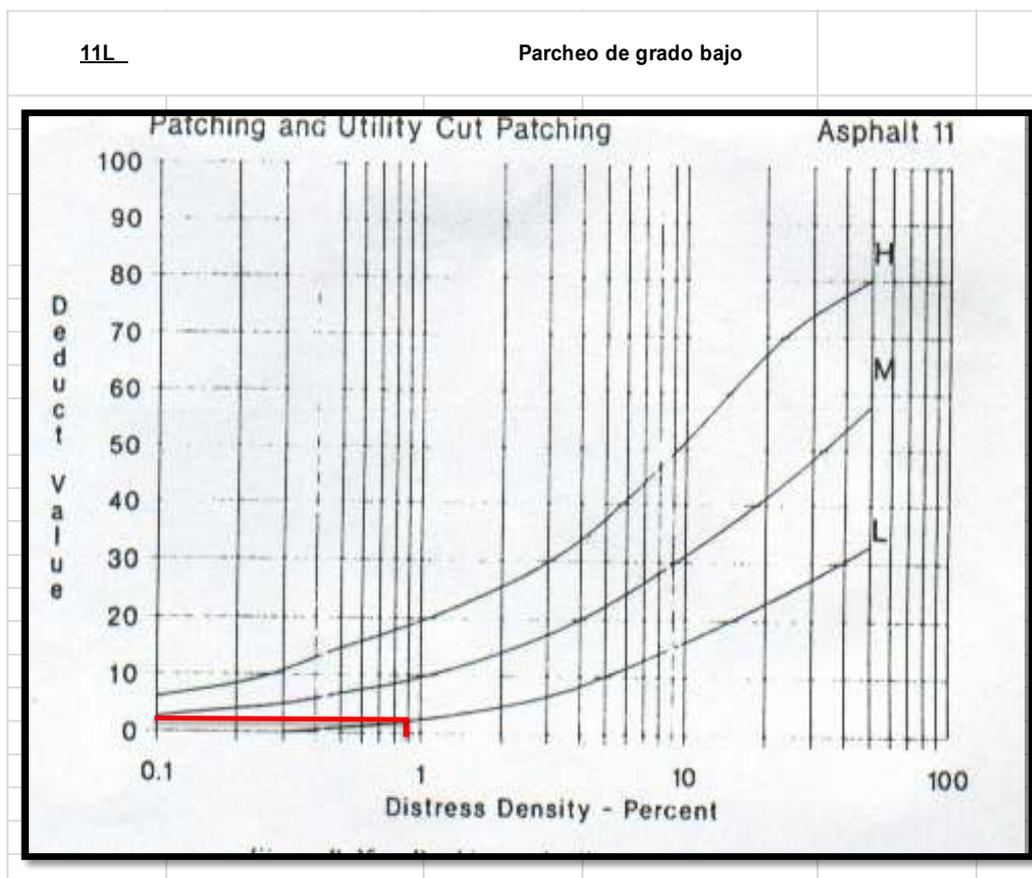
Valor de deducción de 2 para las fallas parcheo, con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.			
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS			
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)		
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
<b>Sección</b>	5-A		
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 15+237(Tramo 1)		
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 15+271.64(Tramo 1)		
<b>Fecha</b>	19/01/2019		
<b>Unidad de muestra</b>	m2		
<b>Área de unidad e muestra</b>	229		
Tipos de fallas			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados

5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
11L	2.12	2.7		-	-	4.8575	2.12	2
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	2

FUENTE: Elaboracion Propia.

**Gráfico N°09:** Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo



FUENTE: Elaboracion Propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

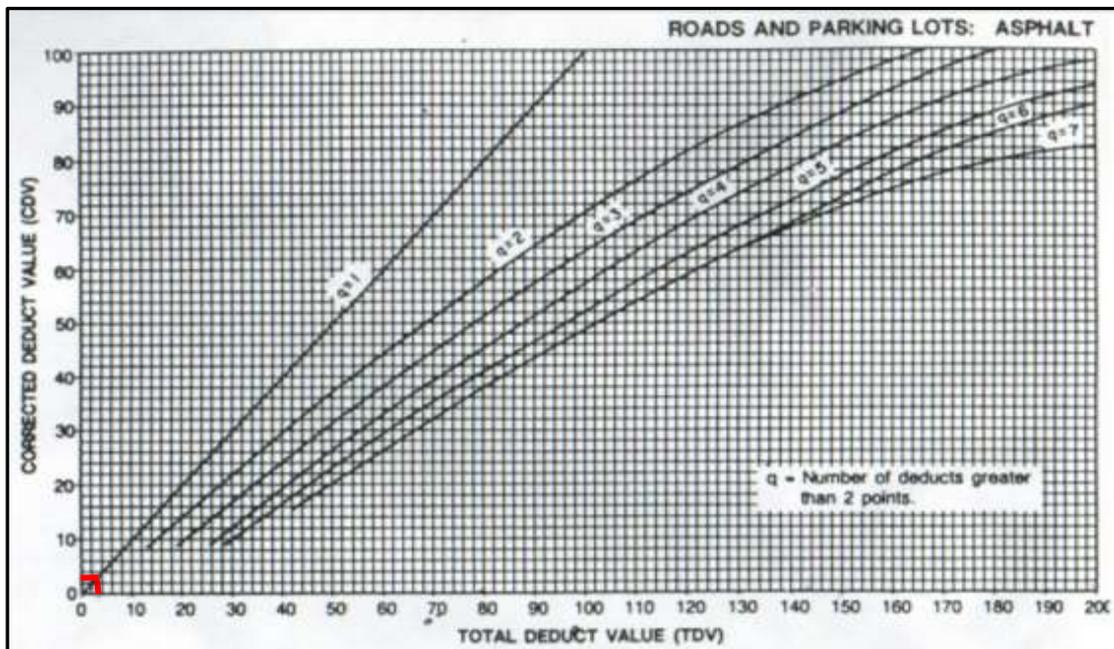
$m_i$	10.00	1.00
-------	-------	------

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

FUENTE: Elaboracion Propia.

**Gráfico N° 10:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboracion Propia.

El PCI obtenido fue de 96.0 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

Cuadro 1.  
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
-------	---------------

<b>MAX CDV</b>	<b>4.0</b>
<b>PCI</b>	<b>96.0</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

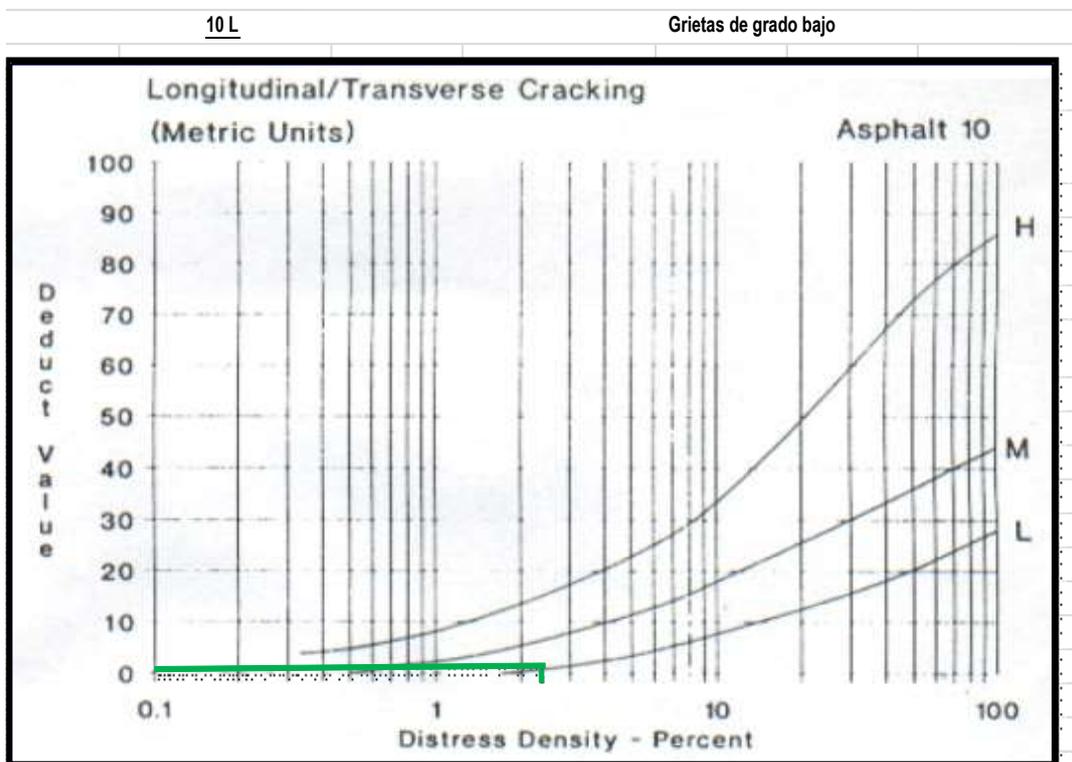
**Tabla N° 09:** Planilla de cálculo PCI, PR 15+301-15+354.51

Valor de deducción de 2 para las fallas grietas longitudinales y transversales,  
con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.			
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS			
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)		
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
<b>Sección</b>	6-A		
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 15+301(Tramo 1)		
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 15+354.51(Tramo 1)		
<b>Fecha</b>	19/01/2019		
<b>Unidad de muestra</b>	m2		
<b>Área de unidad e muestra</b>	223		
Tipos de fallas			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	
Severidad			

a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10L	7.10	6.45		-	-	13.55	6.09	2
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	2

**Gráfico N° 11:** Valor deducido para la falla grietas de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

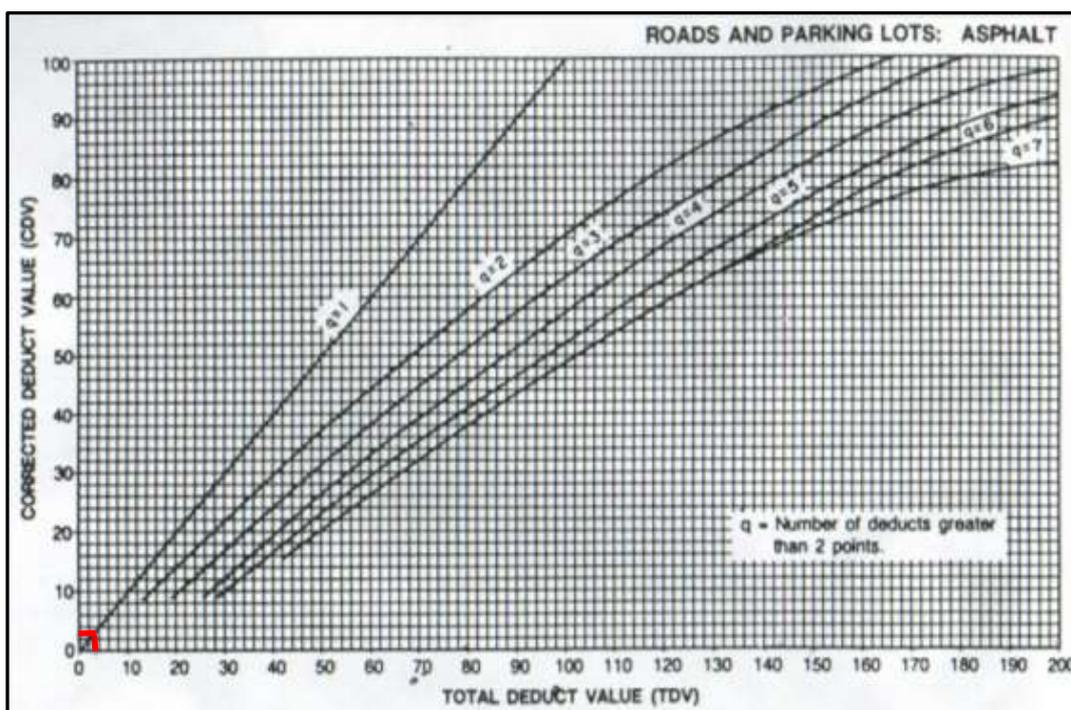
mi	10.00	0.00
----	-------	------

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

FUENTE: Elaboracion Propia.

**Gráfico N° 12:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración Propia

El PCI obtenido fue de 97.0 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

Cuadro 1.  
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular

<b>MAX CDV</b>	<b>3.0</b>
<b>PCI</b>	<b>97.0</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

**Tabla N° 010:** Planilla de cálculo PCI, PR 15+600-15+645.62

Valor de deducción de 1 para las fallas grietas longitudinales y transversales,  
con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.			
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS			
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto-Morochuco)		
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
<b>Sección</b>	7-A		
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 15+600(Tramo 1)		
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 15+645.62(Tramo 1)		
<b>Fecha</b>	19/01/2019		
<b>Unidad de muestra</b>	m2		
<b>Área de unidad e muestra</b>	228		
Tipos de fallas			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	
Severidad			
a) Low - Bajo (L) b) Medium Medio (M) c) High - Alto (H)			



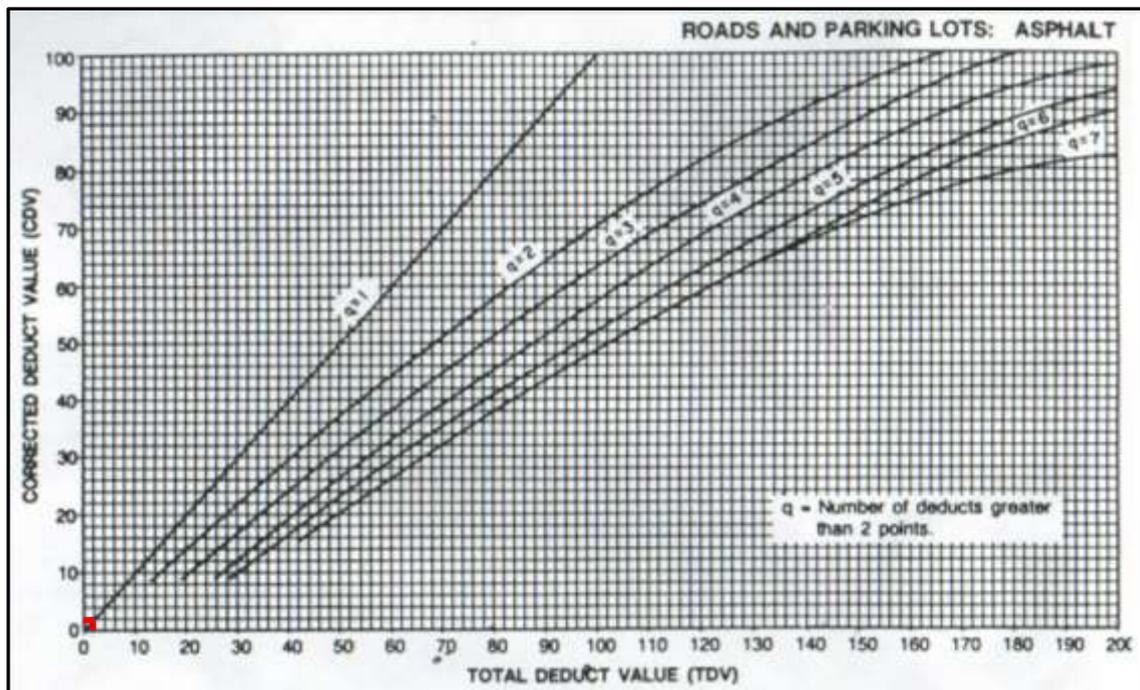
mi	10.09	0.09
----	-------	------

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

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 14:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 99.4 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un estado excelente (100 y 85).

Cuadro 1.  
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular

<b>MAX CDV</b>	<b>0.6</b>
<b>PCI</b>	<b>99.4</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla N° 11:** Planilla de cálculo PCI, PR 15+686-15+726.66

Valor de deducción de 7 para las fallas piel de cocodrilo,  
con nivel de severidad L

<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.</b>			
<b>PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b>			
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)		
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
<b>Sección</b>	8-A		
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 15+686(Tramo 1)		
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 15+726.66(Tramo 1)		
<b>Fecha</b>	19/01/2019		
<b>Unidad de muestra</b>	m2		
<b>Área de unidad e muestra</b>	220		
<b>Tipos de fallas</b>			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	
<b>Severidad</b>			
a) Low - Bajo (L)			

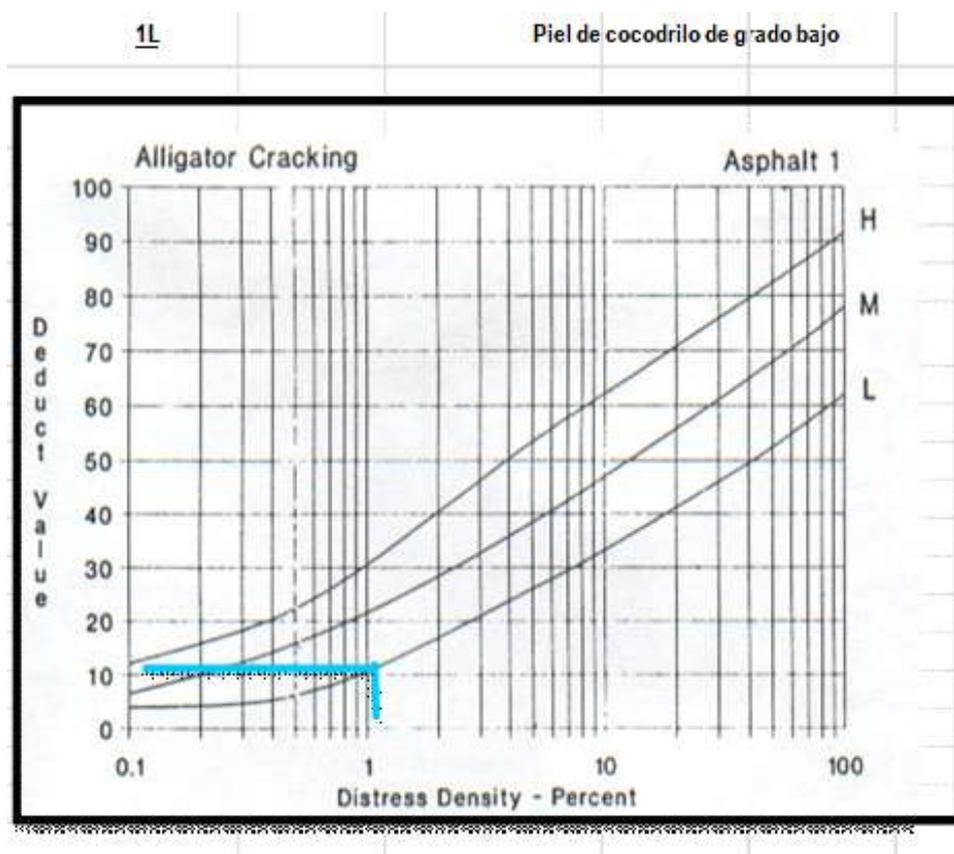
b) Medium Medio (M)

c) High - Alto (H)

FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	3.12	-	-	-	3.124	1.42	7
						MAYOR VALOR DEDUCIDO	7

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 15:** Valor deducido para la falla piel de cocodrilo de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

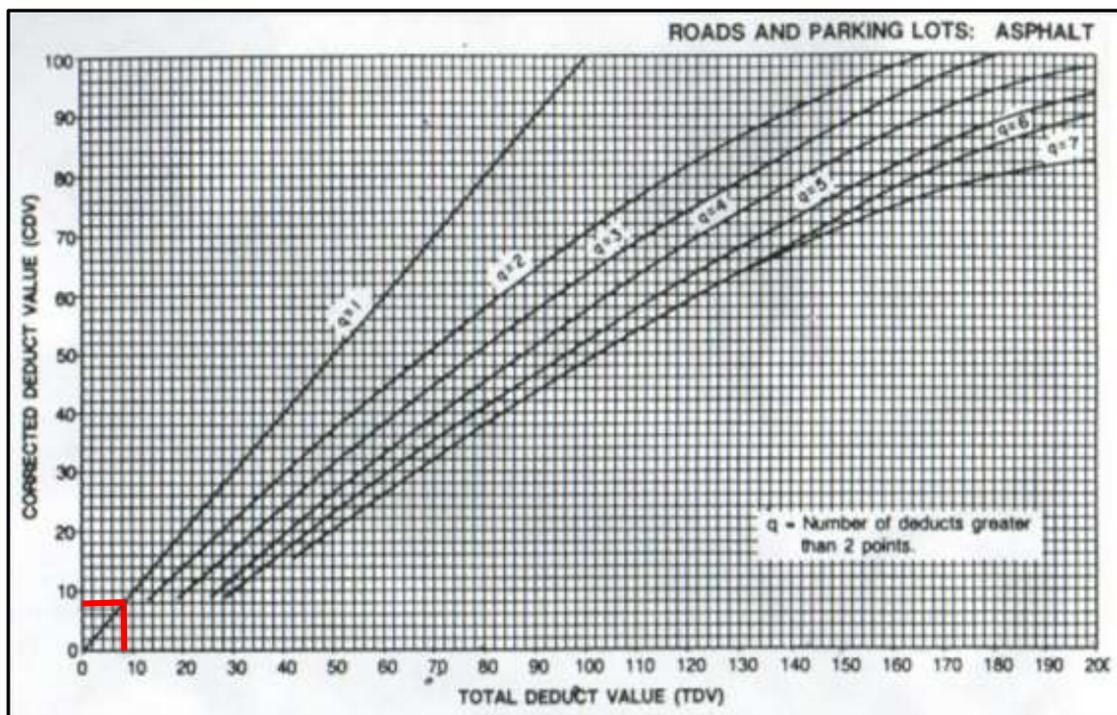
mi	9.54	0.54
----	------	------

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

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 16:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 92.0 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

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

<b>MAX CDV</b>	<b>8.0</b>
<b>PCI</b>	<b>92.0</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

FUENTE: Elaboración propia.

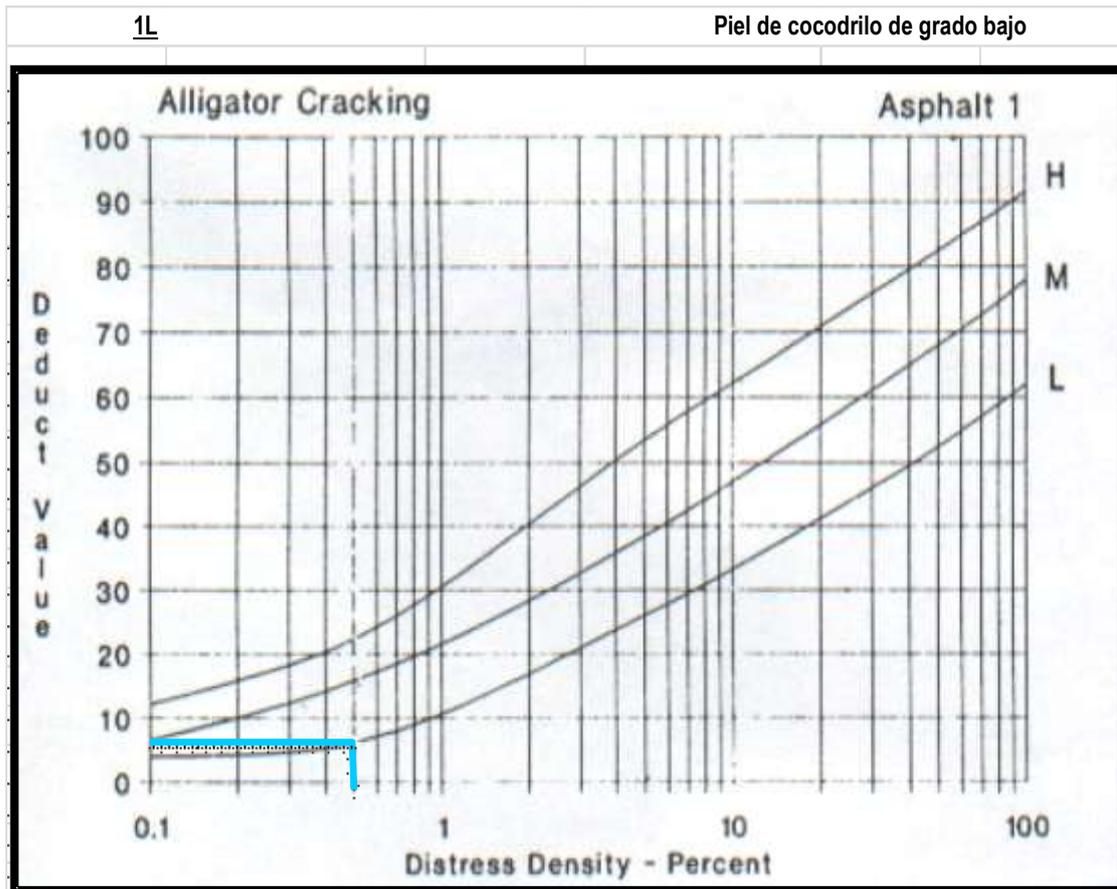
**Tabla N° 12:** Planilla de cálculo PCI, PR 15+771 – 15+811.83

Valor de deducción de 6 para las fallas piel de cocodrilo,  
con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS <sup>1</sup> .								
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)							
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco							
<b>Sección</b>	9-A							
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 15+771(Tramo 1)							
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 15+811.83(Tramo 1)							
<b>Fecha</b>	19/01/2019							
<b>Unidad de muestra</b>	m <sup>2</sup>							
<b>Área de unidad e muestra</b>	220							
<b>Tipos de fallas</b>								
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento					
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
1L	2.52	-	-	-	-	2.52	1.14	6

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 17:** Valor deducido para la falla piel de cocodrilo de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

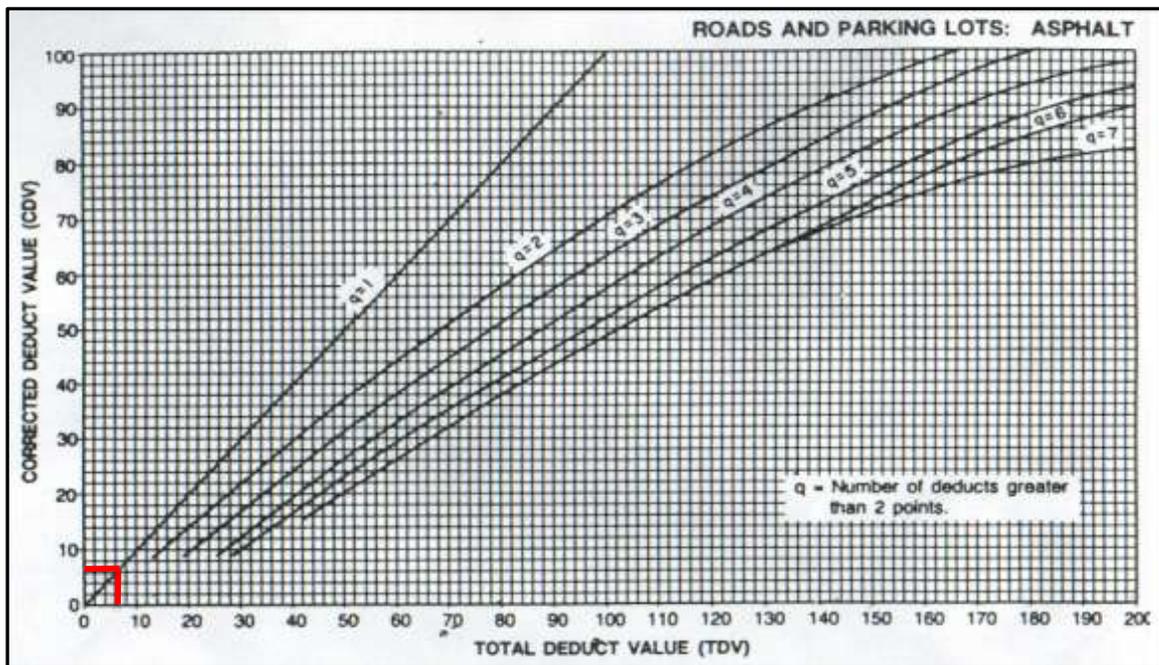
mi	9.63	0.63
----	------	------

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

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 18:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 93.0 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado. (100 y 85).

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

<b>MAX CDV</b>	<b>7.0</b>
<b>PCI</b>	<b>93.0</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

FUENTE: Elaboración propia.

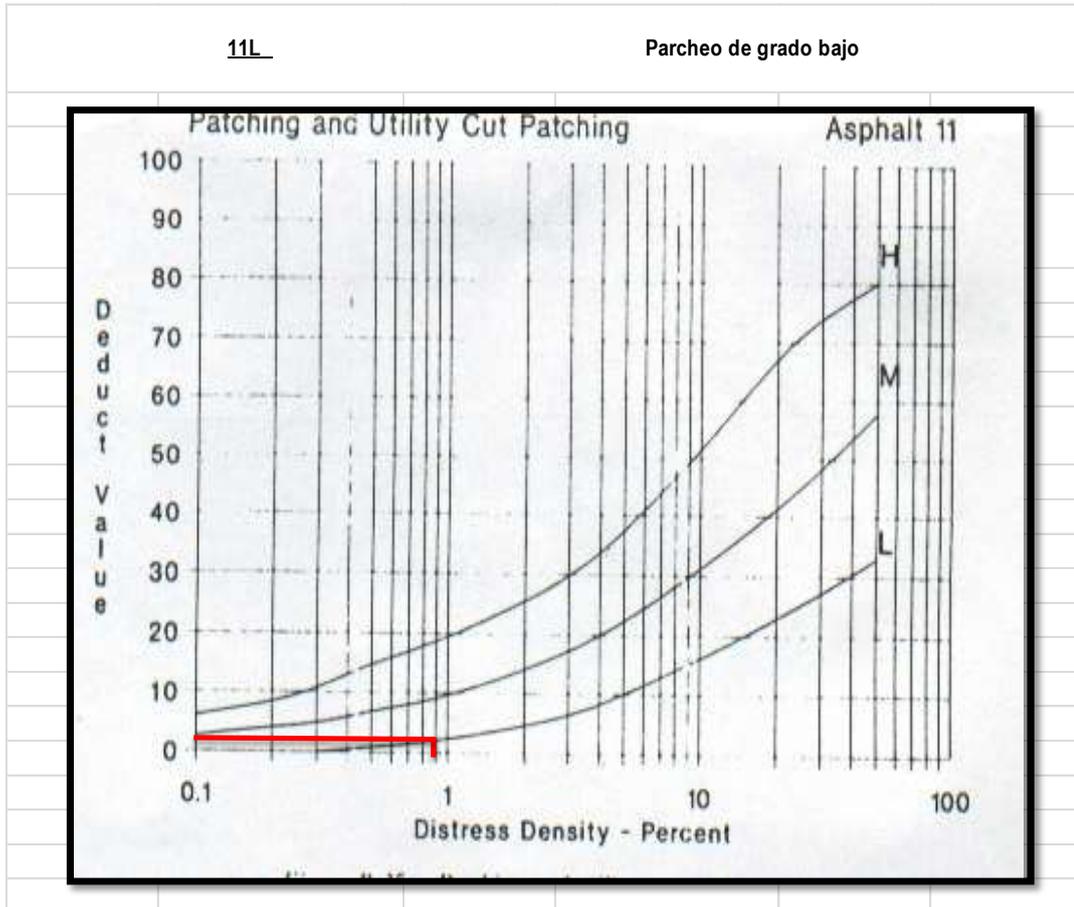
**Tabla N° 13:** Planilla de cálculo PCI, PR 17+552 – 17+559.74

Valor de deducción de 2 para la falla de parcheo, con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.							
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS							
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto-Morochuco)						
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco						
<b>Sección</b>	10-A						
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 17+552(Tramo 1)						
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 17+559.74(Tramo 1)						
<b>Fecha</b>	19/01/2019						
<b>Unidad de muestra</b>	m2						
<b>Área de unidad e muestra</b>	229						
Tipos de fallas							
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento				
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento				
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento				
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento					
Severidad							
a) Low - Bajo (L)							
b) Medium Medio (M)							
c) High - Alto (H)							
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11L	4.96	-	-	-	4.956	2.16	2

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 19:** Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

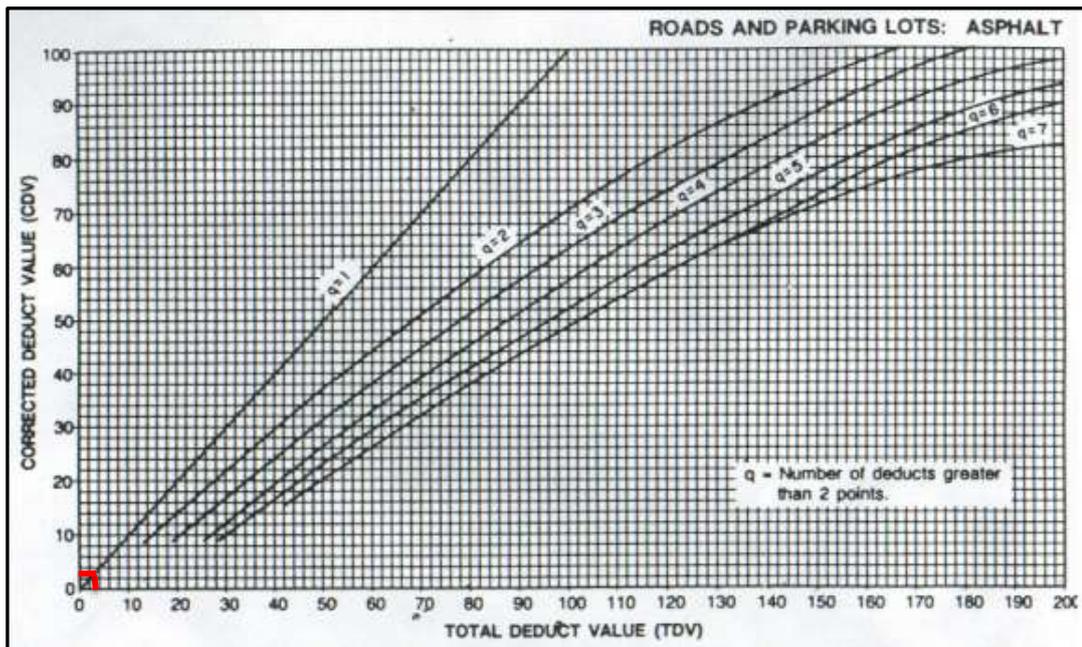
mi	10.00	0.00
----	-------	------

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

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 20:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 96.0 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado. (100 y 85).

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

<b>MAX CDV</b>	<b>4.0</b>
<b>PCI</b>	<b>96.0</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

FUENTE: Elaboración propia.

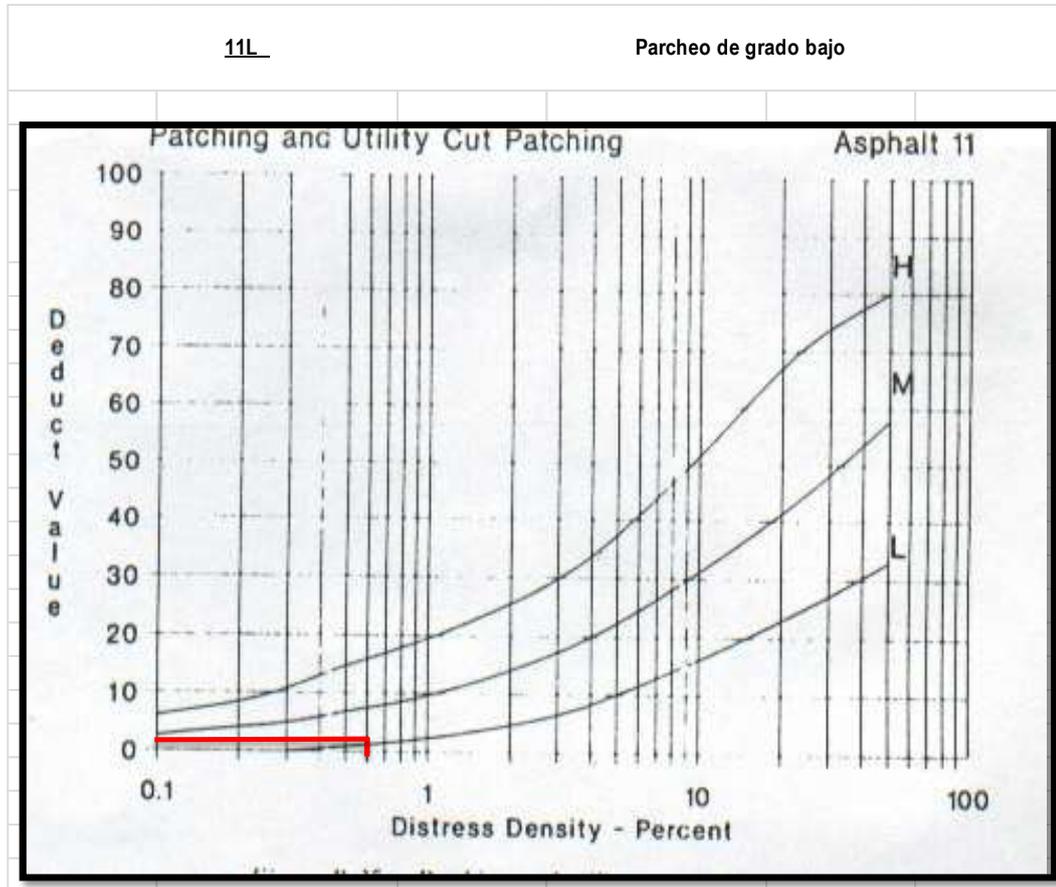
**Tabla N° 14:** Planilla de cálculo PCI, PR 19+025 – 19+065.5

Valor de deducción de 1 para la falla de parcheo, con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.									
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS									
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)								
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco								
<b>Sección</b>	11-A								
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 19+025(Tramo 1)								
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 19+065.5(Tramo 1)								
<b>Fecha</b>	19/01/2019								
<b>Unidad de muestra</b>	m2								
<b>Área de unidad e muestra</b>	223								
<b>Tipos de fallas</b>									
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento						
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
<b>Severidad</b>									
a) Low - Bajo (L) b) Medium Medio (M) c) High - Alto (H)									
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
<b>11L</b>	2.48	0.36	-	-	-	2.8352	1.27	1	
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	1	

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 21:** Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El *mayor valor deducido individual* para la unidad de muestreo  $i$ .

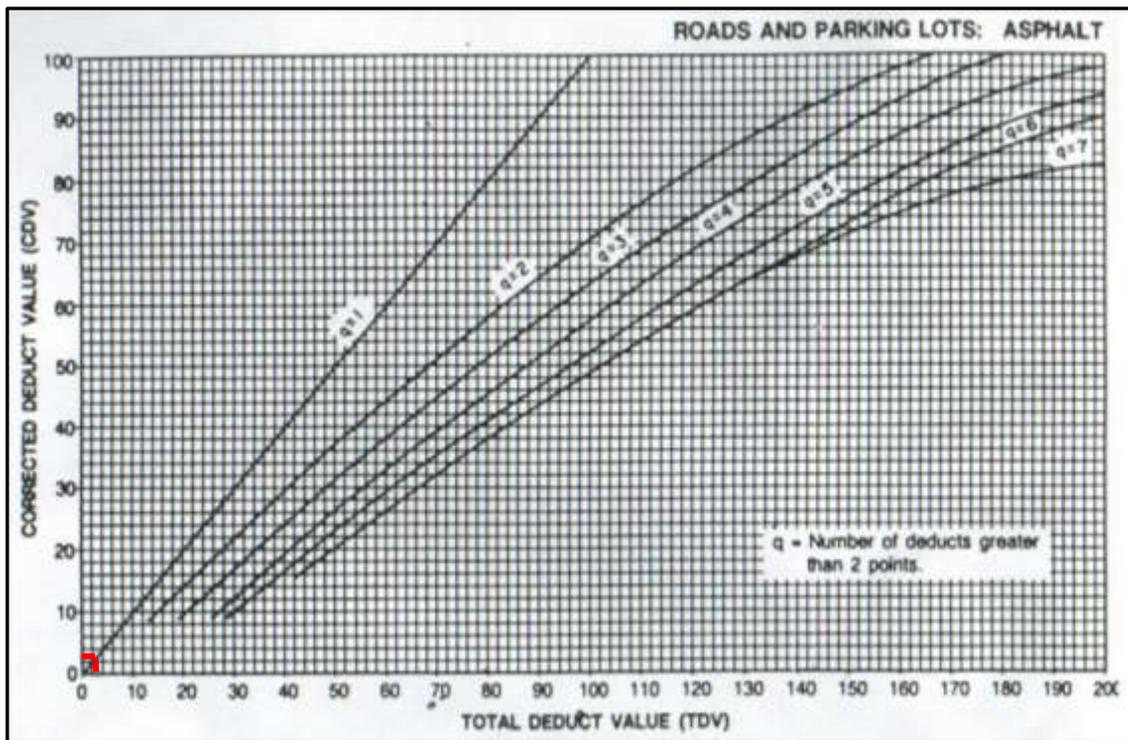
mi	10.09	0.09
----	-------	------

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

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 22:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 99.5 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado. (100 y 85).

Cuadro 1.  
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular

<b>MAX CDV</b>	<b>0.5</b>
<b>PCI</b>	<b>99.5</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla N° 15:** Planilla de cálculo PCI, PR 19+072-19+115.21

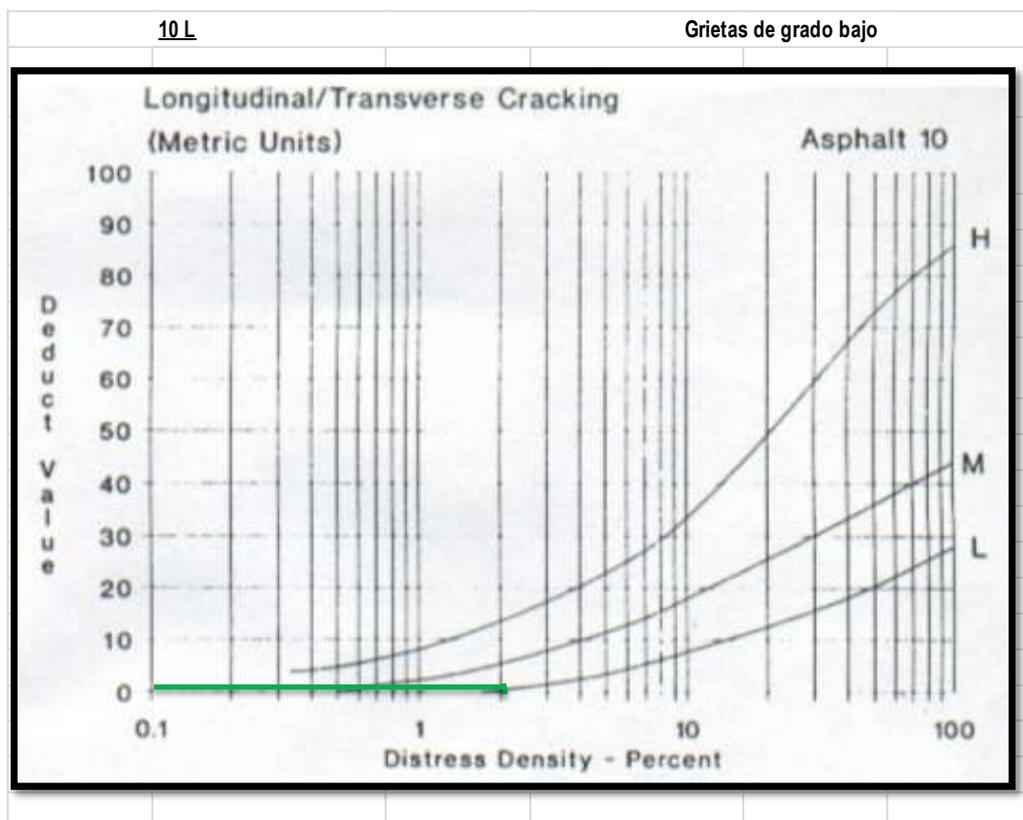
Valor de deducción de 0.2 para la falla de grietas longitudinales y transversales, con nivel de severidad L

<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.</b>			
<b>PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b>			
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)		
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
<b>Sección</b>	12-A		
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 19+072(Tramo 1)		
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 19+115.21(Tramo 1)		
<b>Fecha</b>	19/01/2019		
<b>Unidad de muestra</b>	m2		
<b>Área de unidad e muestra</b>	229		
<b>Tipos de fallas</b>			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	
<b>Severidad</b>			
a) Low - Bajo (L) b) Medium Medio (M) c) High - Alto (H)			

FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10L	10.55	-	-	-	10.55	4.61	0.2
						MAYOR VALOR DEDUCIDO	0.2

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 23:** Valor deducido para la falla grietas de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

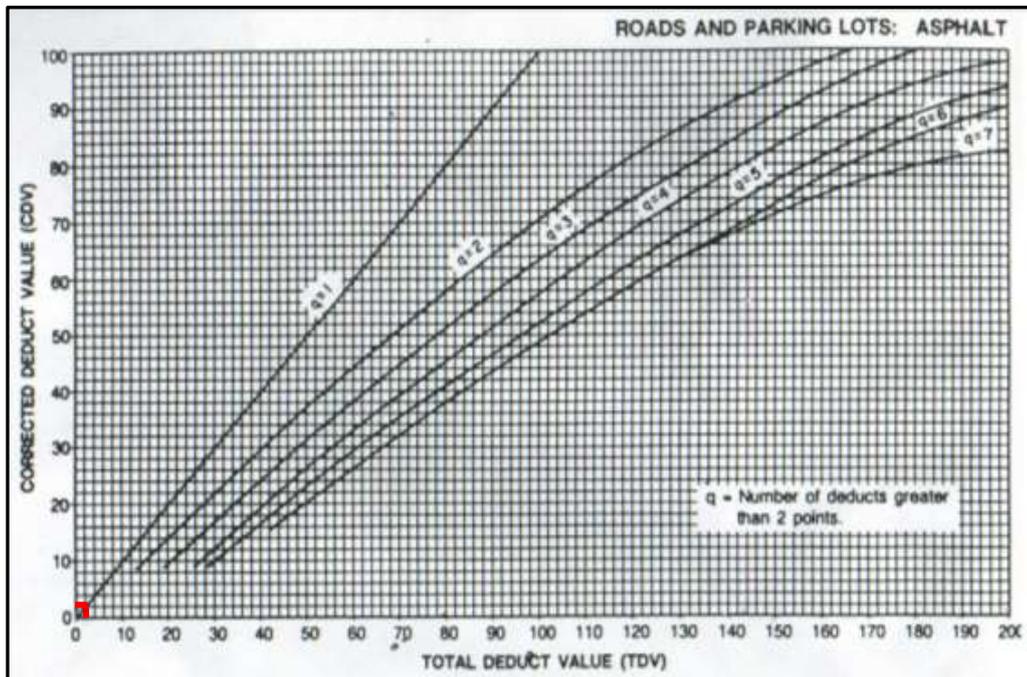
mi	10.17	0.17
----	-------	------

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

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 24:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.  
 El PCI obtenido fue de 99.5 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado. (100 y 85).

MAX CDV	0.4
PCI	99.6

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

<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>
---------------------	------------------

FUENTE: Elaboración propia.

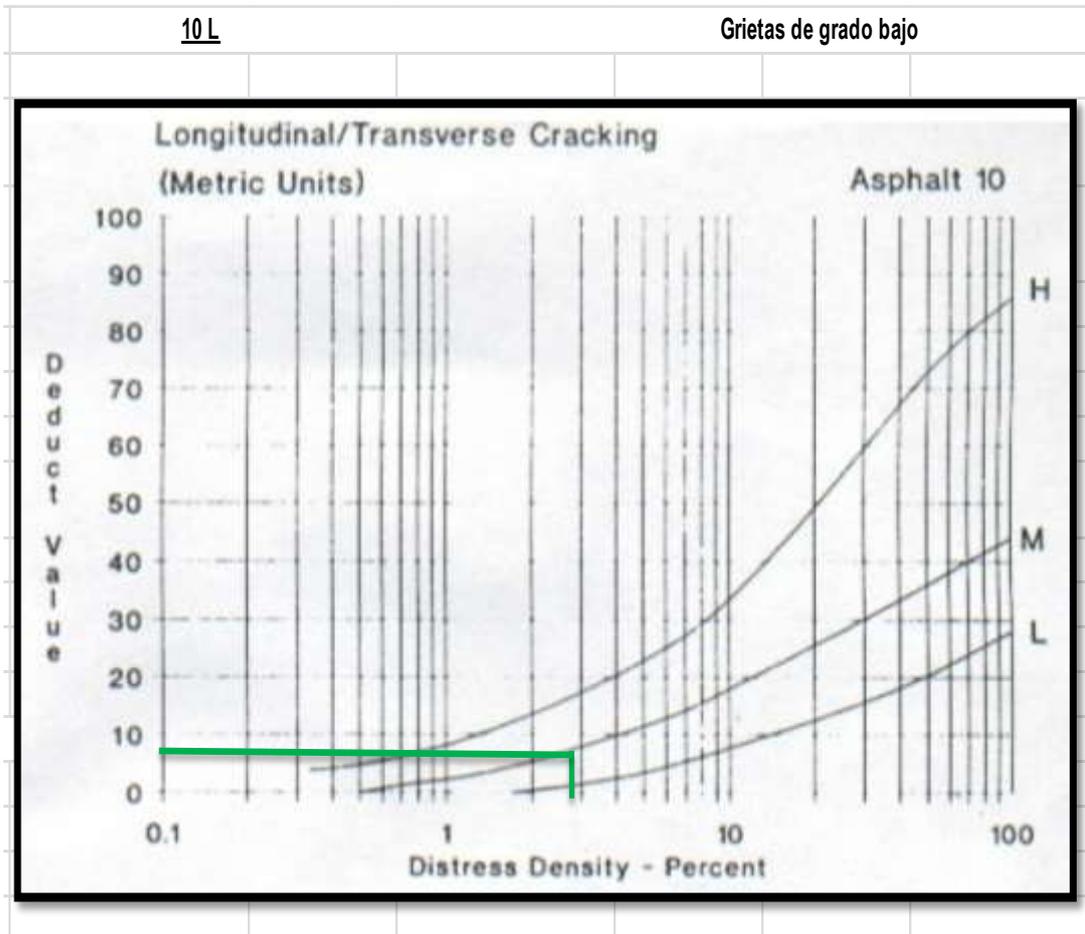
**Tabla N° 16:** Planilla de cálculo PCI, PR 19+242-19+285.65

Valor de deducción de 0.5 para la falla de grietas longitudinales y transversales,  
con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.								
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto-Morochuco)							
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco							
<b>Sección</b>	13-A							
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 19+242(Tramo 1)							
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 19+285.65(Tramo 1)							
<b>Fecha</b>	19/01/2019							
<b>Unidad de muestra</b>	m2							
<b>Área de unidad e muestra</b>	218							
<b>Tipos de fallas</b>								
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parqueo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento					
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L) b) Medium Medio (M) c) High - Alto (H)								
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
10L	10.40	-	-	-	-	10.4	4.77	0.5
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	0.5

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 25:** Valor deducido para la falla grietas de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El *mayor valor deducido individual* para la unidad de muestreo  $i$ .

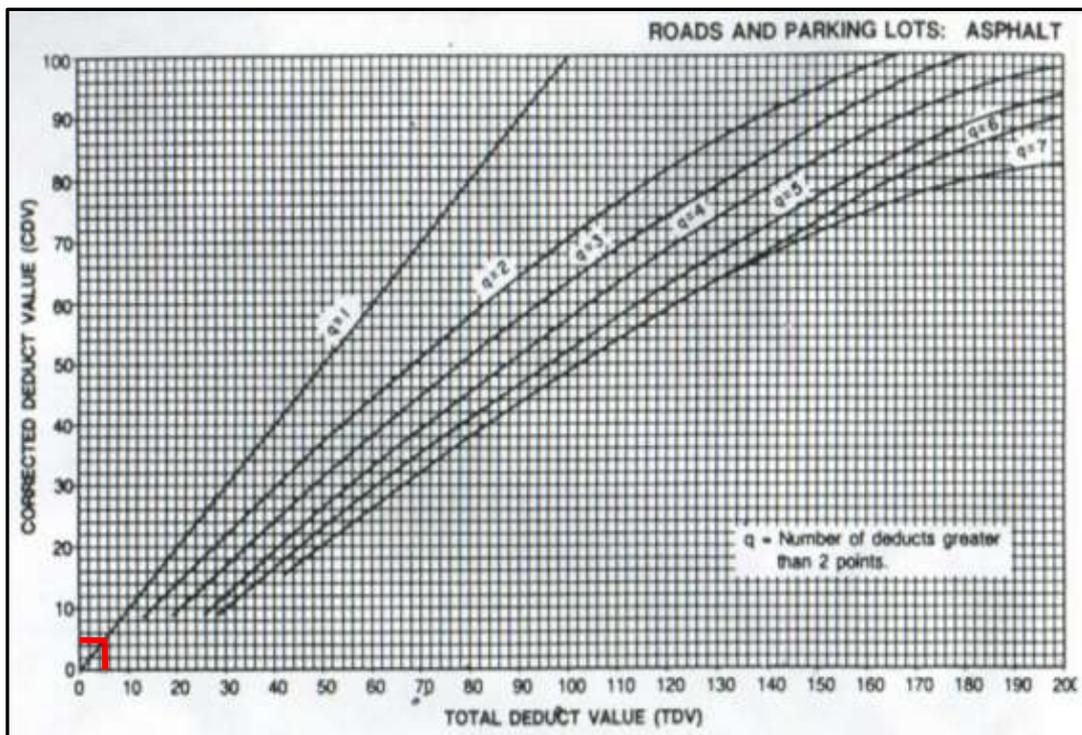
$m_i$	10.14	0.14	
-------	-------	------	--

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

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 26:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 99.5 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

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: Elaboración propia.

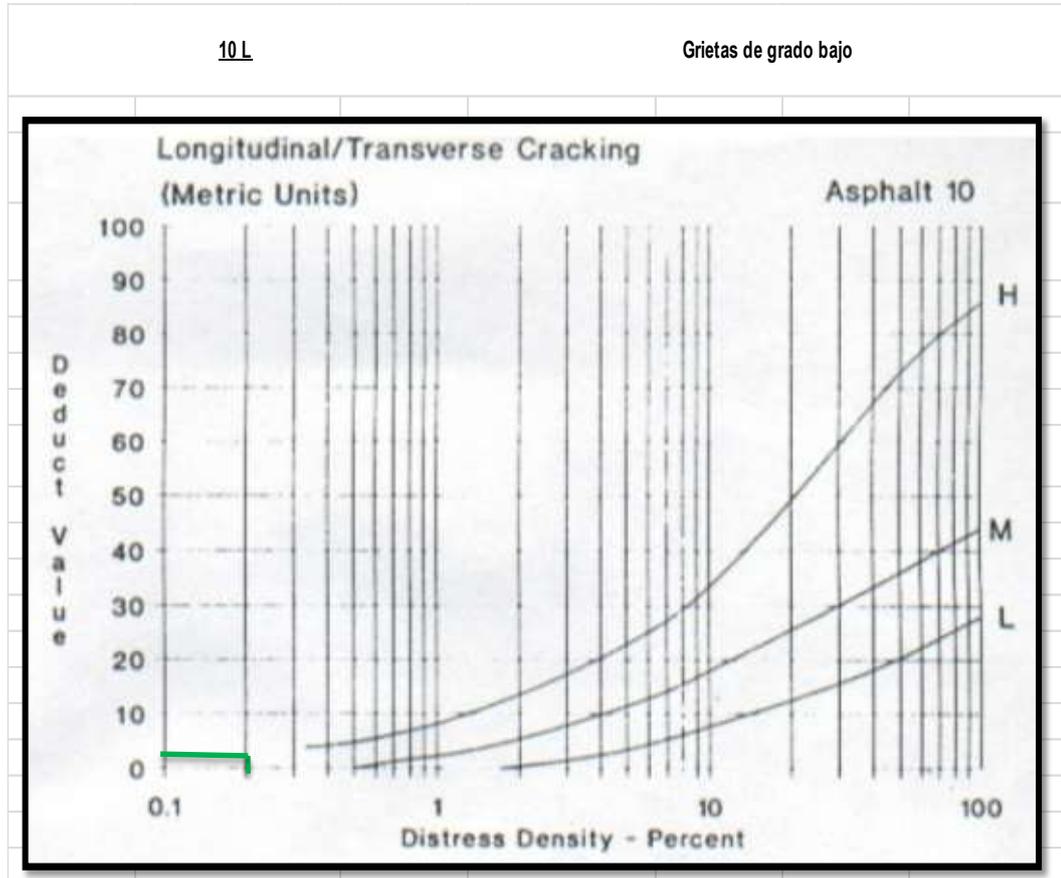
**Tabla N° 17:** Planilla de cálculo PCI, PR 19+318-19+353.61

Valor de deducción de 0.2 para la falla de grietas longitudinales y transversales, con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.								
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)							
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco							
<b>Sección</b>	14-A							
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 19+318(Tramo 1)							
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 19+353.61(Tramo 1)							
<b>Fecha</b>	19/01/2019							
<b>Unidad de muestra</b>	m2							
<b>Área de unidad e muestra</b>	228							
<b>Tipos de fallas</b>								
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento					
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L) b) Medium Medio (M) c) High - Alto (H)								
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
10L	10.62	-	-	-	-	10.62	4.66	0.2
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	0.2

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 27:** Valor deducido para la falla grietas de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

$m_i$	10.17	0.17
-------	-------	------

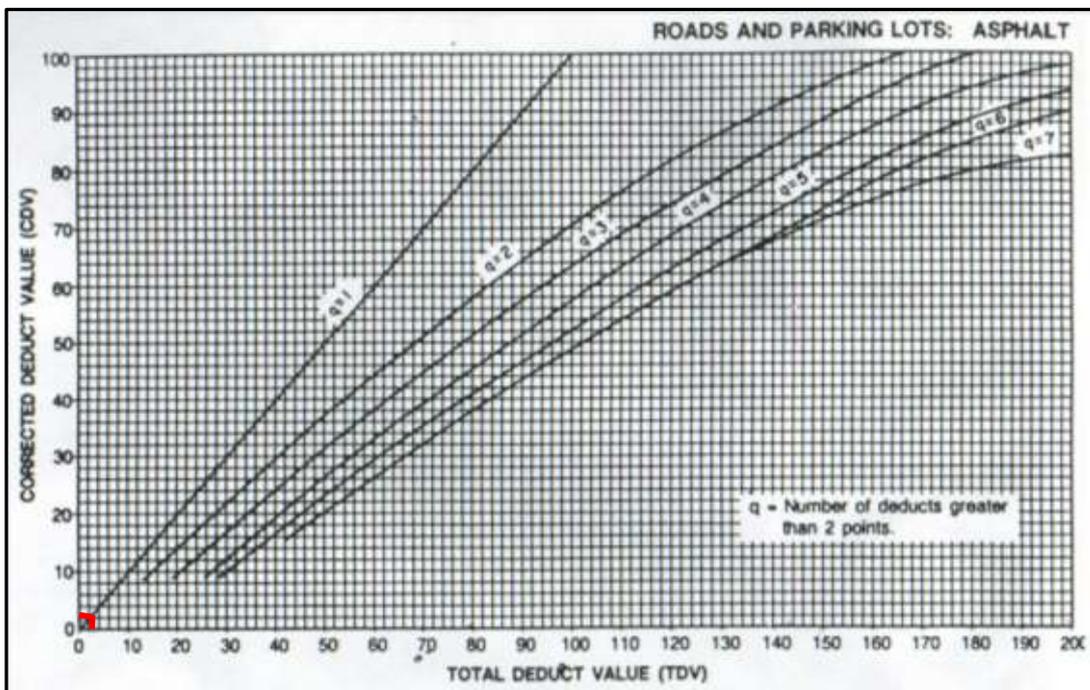
Valor deducido	0.20	-	-
----------------	------	---	---

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

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 28:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 99.8 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

MAX CDV	0.2
PCI	99.8
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: Elaboración propia.

**Tabla N°18:** Planilla de cálculo PCI, PR 19+718 – 19+761.83

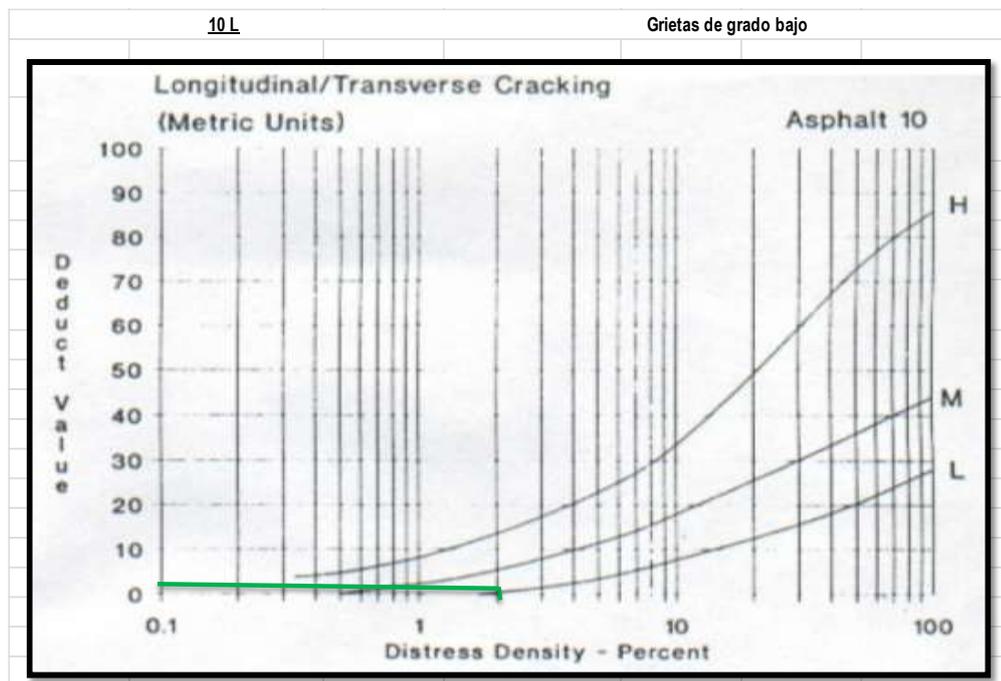
Valor de deducción de 0.4 para la falla de grietas longitudinales y transversales, con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.			
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS			
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)		
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco		
<b>Sección</b>	15-A		
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 19+718(Tramo 1)		
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 19+761.83(Tramo 1)		
<b>Fecha</b>	19/01/2019		
<b>Unidad de muestra</b>	m2		
<b>Área de unidad e muestra</b>	228		
Tipos de fallas			
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	
Severidad			
a) Low - Bajo (L)			
b) Medium Medio (M)			
c) High - Alto (H)			

FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10L	11.01	-	-	-	-	11.01	4.83	0.4
							MAYOR VALOR DEDUCIDO	0.4

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 29:** Valor deducido para la falla grietas de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

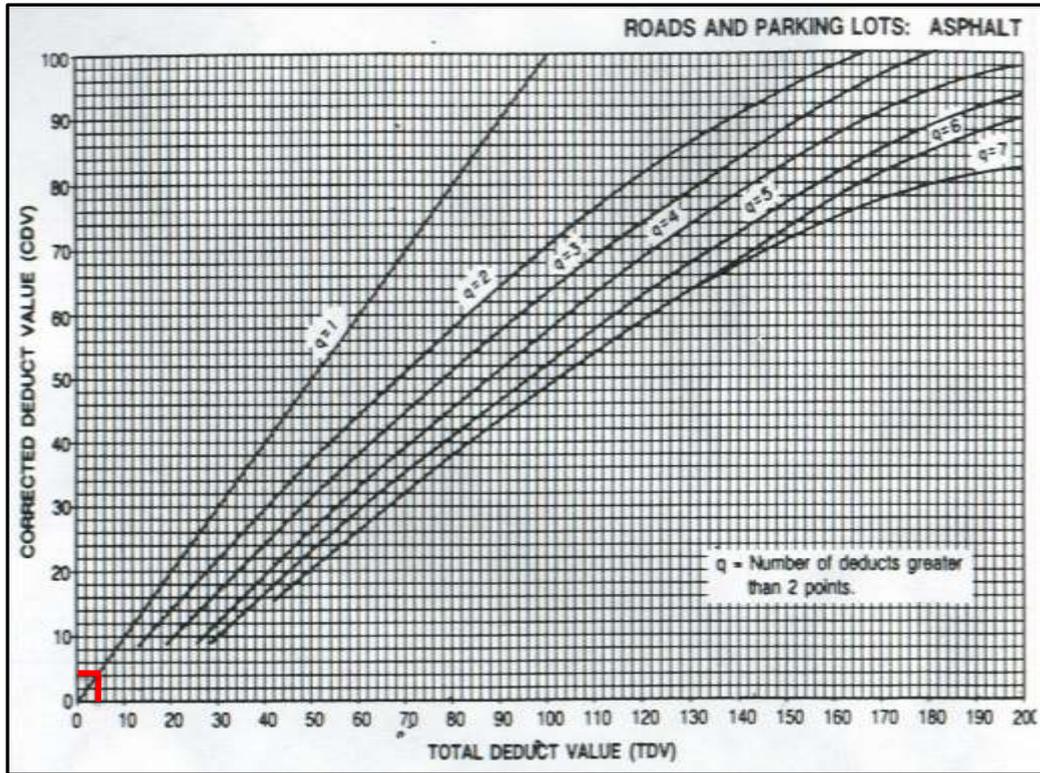
$m_i$	10.15	0.15
-------	-------	------

Valor deducido	0.40	-	-	-
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	0.40	-	-	-

#	Valor Deducido				TDV	q	CDV
1	0.40				0.40	6	0.40
						Max CDV	0.40

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 30:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 99.6 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

MAX CDV	0.4
PCI	99.6
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: Elaboración propia.

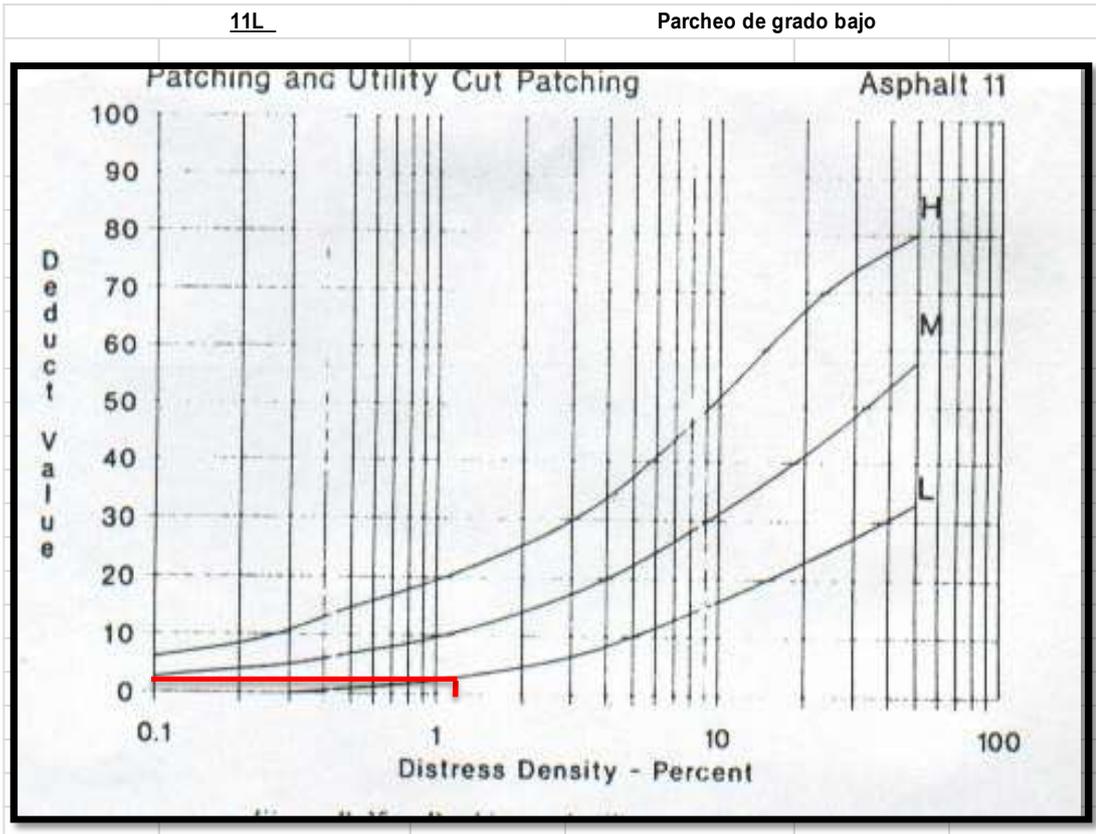
**Tabla N° 19:** Planilla de cálculo PCI, PR 19+784-19+828.15

Valor de deducción de 3 para la falla de parcheo, con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.								
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)							
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco							
<b>Sección</b>	16-A							
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 19+784(Tramo 1)							
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 19+828.15(Tramo 1)							
<b>Fecha</b>	19/01/2019							
<b>Unidad de muestra</b>	m2							
<b>Área de unidad e muestra</b>	230							
<b>Tipos de fallas</b>								
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento					
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L) b) Medium Medio (M) c) High - Alto (H)								
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
11L	5.99	-	-	-	-	5.98676	2.61	3
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	3

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 31:** Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

$m_i$	9.91	0.91
-------	------	------

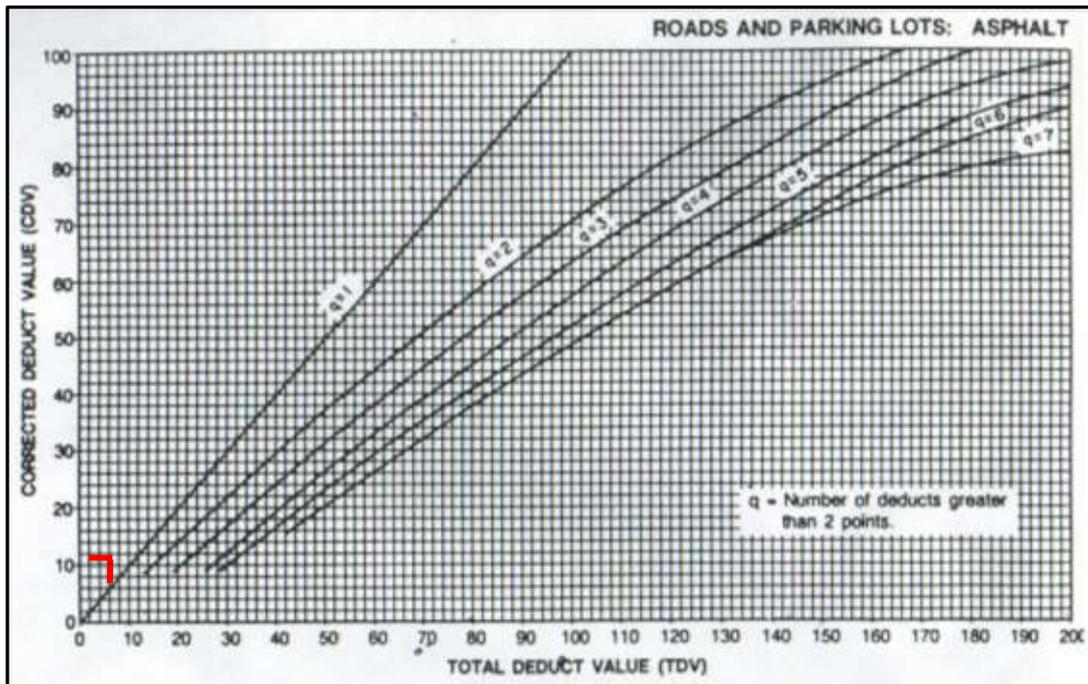
Valor deducido	3.00	-	-
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	3.00	-	-

#	Valor Deducido	TDV	q	CDV
---	----------------	-----	---	-----

1	3.00				3.00	1	3.00
						<b>Max CDV</b>	<b>3.00</b>

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 32:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 97.0 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

<b>MAX CDV</b>	<b>3.0</b>
<b>PCI</b>	<b>97.0</b>
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>Excelente</b>

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: Elaboración propia.

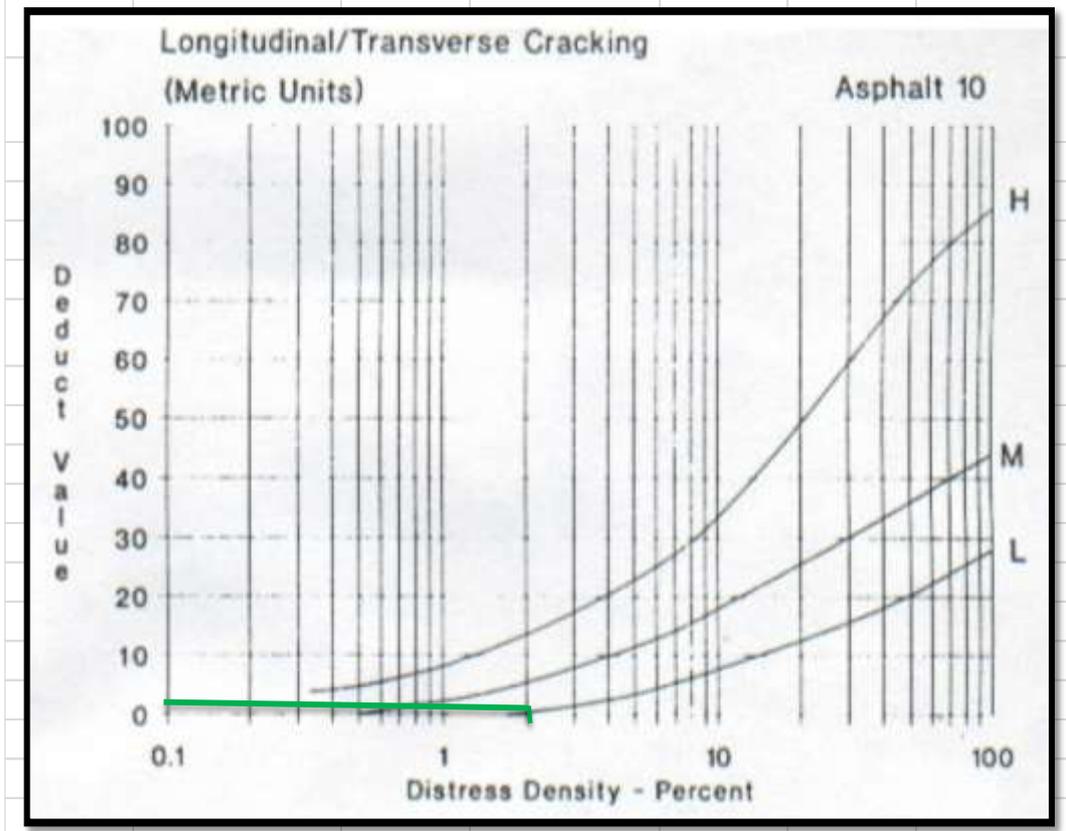
**Tabla N° 20:** Planilla de cálculo PCI, PR 19+982-20+016.78

Valor de deducción de 0.2 para la grietas longitudinales y transversales, con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.								
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)							
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco							
<b>Sección</b>	17-A							
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 19+982(Tramo 1)							
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 20+016.78(Tramo 1)							
<b>Fecha</b>	19/01/2019							
<b>Unidad de muestra</b>	m2							
<b>Área de unidad e muestra</b>	223							
<b>Tipos de fallas</b>								
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento					
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L) b) Medium Medio (M) c) High - Alto (H)								
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
<b>10L</b>	5.10	4.86	-	-	-	9.96	4.47	0.2
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	0.2

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 33:** Valor deducido para la falla grietas de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

$m_i$	10.17	0.17
-------	-------	------

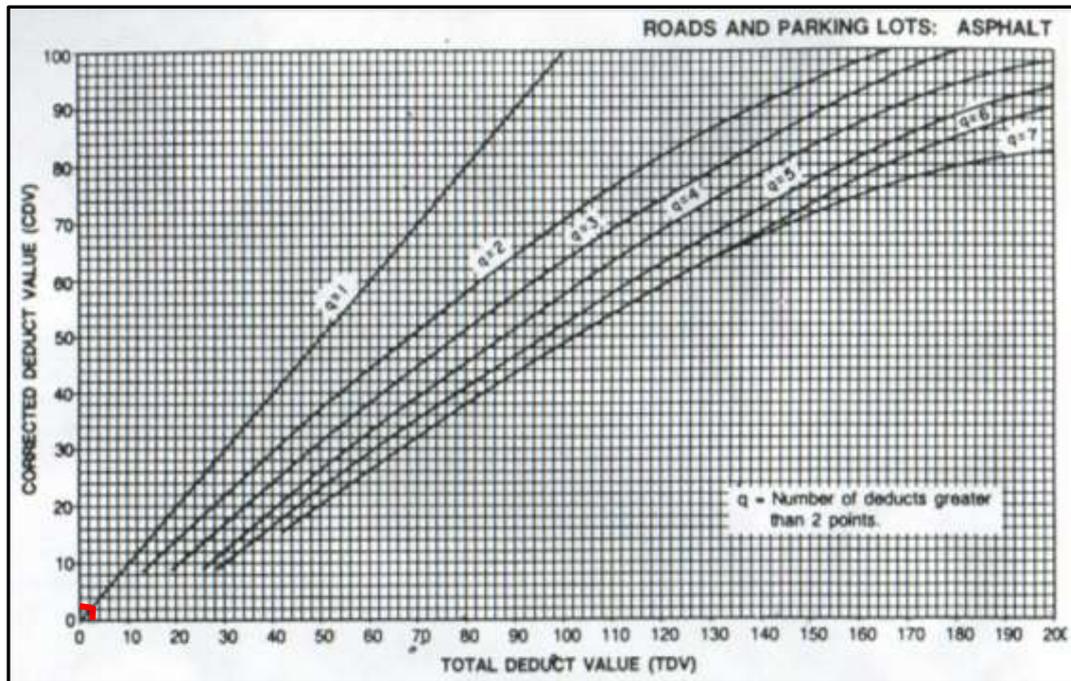
Valor deducido	0.20	-	-
Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)	0.20	-	-

#	Valor Deducido	TDV	q	CDV
1	0.20	0.20	1	0.40

Max CDV	0.40
---------	------

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 34:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 99.6 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

MAX CDV	0.4
PCI	99.6
CALIFICACIÓN	Regular

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: Elaboración propia.

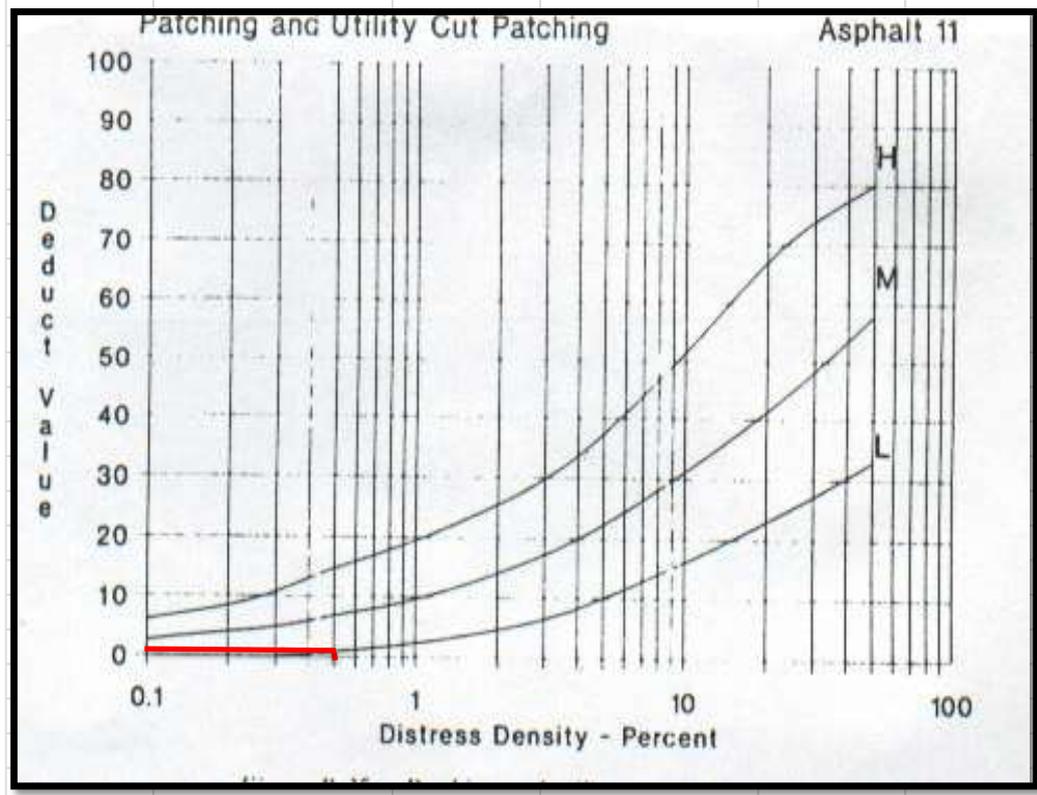
**Tabla N° 21:** Planilla de cálculo PCI, PR 20+086-20+120.25

Valor de deducción de 1.0 para parcheo con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.								
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)							
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco							
<b>Sección</b>	18-A							
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 20+086(Tramo 1)							
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 20+120.25(Tramo 1)							
<b>Fecha</b>	19/01/2019							
<b>Unidad de muestra</b>	m2							
<b>Área de unidad e muestra</b>	216							
<b>Tipos de fallas</b>								
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento					
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L) b) Medium Medio (M) c) High - Alto (H)								
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>
11L	1.95	0.61	-	-	-	2.5594	1.19	1
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	1

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 35:** Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

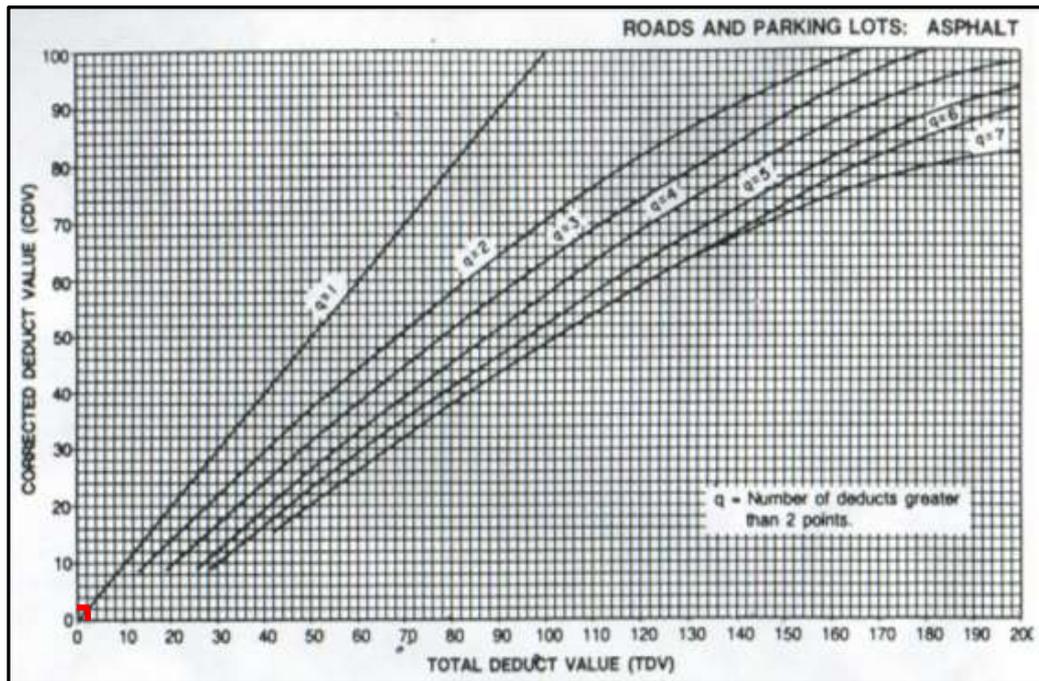
$m_i$	10.09	1.00
-------	-------	------

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

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 36:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 99.7 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

MAX CDV	0.3
PCI	99.7
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: Elaboración propia.

**Tabla N° 22:** Planilla de cálculo PCI, PR 22+970 – 23+009

Valores de deducción de 0.6 y 1 para grietas longitudinales y transversales y parcheo con nivel de severidad L, respectivamente.

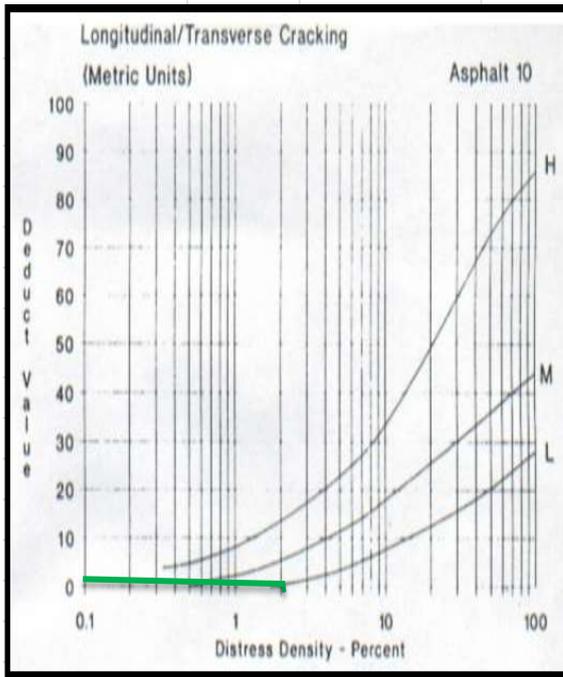
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.								
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto-Morochuco)							
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco							
<b>Sección</b>	19-A							
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 22+970(Tramo 1)							
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 23+009(Tramo 1)							
<b>Fecha</b>	19/01/2019							
<b>Unidad de muestra</b>	m2							
<b>Área de unidad e muestra</b>	226							
<b>Tipos de fallas</b>								
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento					
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L) b) Medium Medio (M) c) High - Alto (H)								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10L	11.20	-	-	-	-	11.2	4.95	0.6
11L	2.93	-	-	-	-	2.93	1.30	1
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	1

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 37:** Valor deducido para la fallas grietas y parcheo de grado bajo

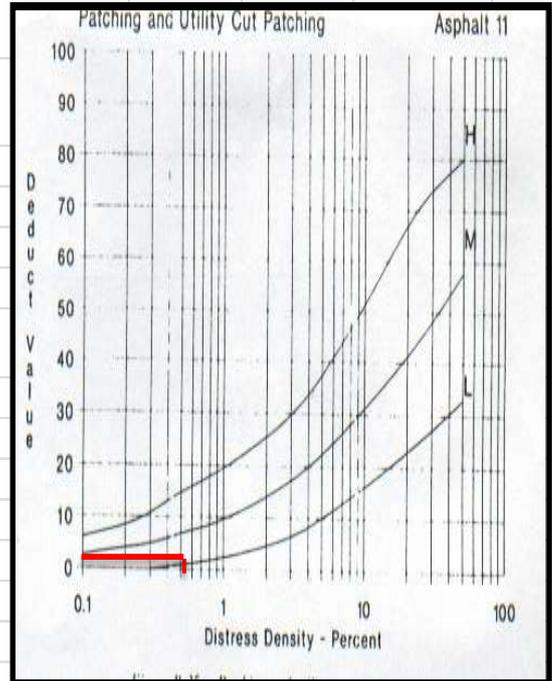
10L

Grietas de grado bajo



11L

Parqueo de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

$HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

<b>mi</b>	10.09	0.09
-----------	-------	------

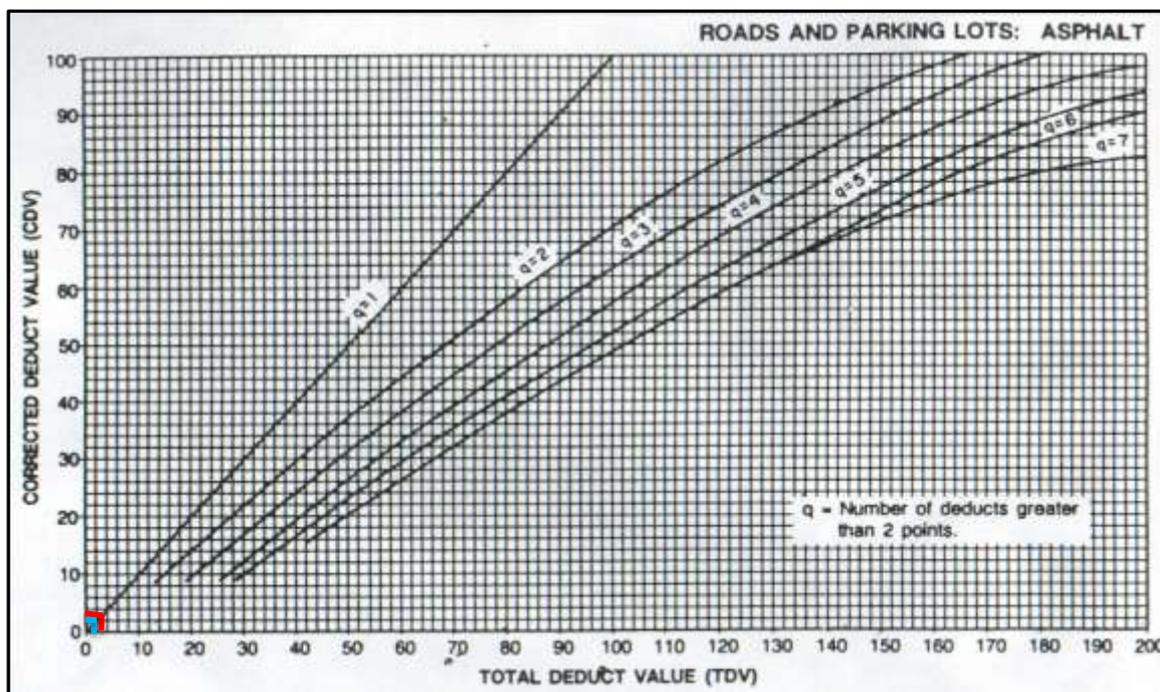
<b>Valor deducido</b>	0.60	1.00	-	-
<b>Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)</b>	1.00	0.60	-	-

#	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
---------	------

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 38:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 98.7 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

MAX CDV	1.3
PCI	98.7
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: Elaboración propia.

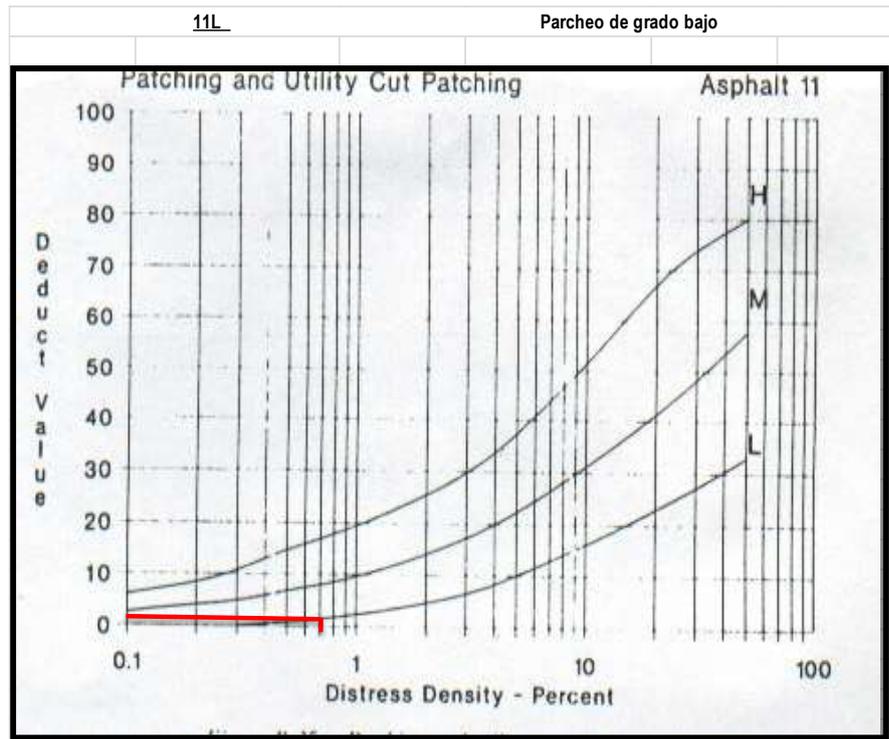
**Tabla N° 23:** Planilla de cálculo PCI, PR 23+651-23+684.23

Valor de deducción de 2 para parcheo con nivel de severidad L

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.								
PROCEDIMIENTO EN GABINETE (LEVANTAMIENTO DE FALLAS) - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS								
<b>Nombre de la vía</b>	Servicio de gestión y conservación vial por niveles de servicio del Corredor Vial Emp. PE-3S (Abra Toccto- Morochuco)							
<b>Encargado de la evaluación</b>	Bach. Ninoska Olga Alania Chuco							
<b>Sección</b>	20-A							
<b>Progresiva de (Inicio)</b>	KM 23+651(Tramo 1)							
<b>Progresiva de (Final)</b>	KM 23+684.23(Tramo 1)							
<b>Fecha</b>	19/01/2019							
<b>Unidad de muestra</b>	m2							
<b>Área de unidad e muestra</b>	229							
<b>Tipos de fallas</b>								
1. Piel de Cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo y acometidas de servicios	16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grieta de Borde	12. Pulimento de Agregado pulido	17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento					
3. Agrietamiento en Bloque	8. Grieta de Reflexión de Junta	13. Huecos	18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y Hundimientos	9. Desnivel Carril-Berma	14. Cruce de Vía Férrea	19. Meteorización/Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento						
<b>Severidad</b>								
a) Low - Bajo (L)								
b) Medium Medio (M)								
c) High - Alto (H)								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11L	2.33	1.73	-	-	-	4.06	1.77	2
							<b>MAYOR VALOR DEDUCIDO</b>	2

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 39:** Valor deducido para la falla parcheo de grado bajo



FUENTE: Elaboración propia.

- Valor Deducido Corregido **CDV**

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:  
 $m_i$ : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .  
 $HDV_i$ : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

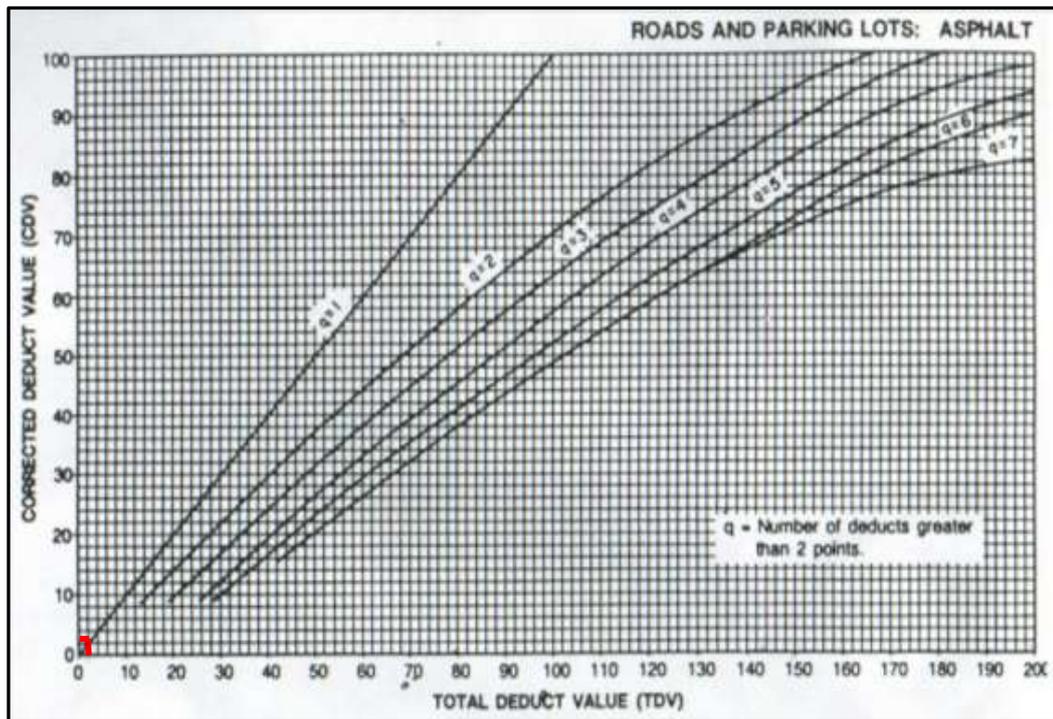
<b>mi</b>	10.00	0.00
-----------	-------	------

<b>Valor deducido</b>	2.00	-	-
<b>Valor deducido (Ordenado de mayor a menor)</b>	2.00	-	-

#	Valor Deducido	TDV	q	CDV
1	2.00	2.00	1	2.00
		<b>Max CDV</b>		<b>2.00</b>

FUENTE: Elaboración propia.

**Gráfico N° 40:** Cálculo del valor deducido corregido



FUENTE: Elaboración propia.

El PCI obtenido fue de 98.0 lo que indica según el siguiente esquema, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (100 y 85).

MAX CDV	2.0
PCI	98.0
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: Elaboración propia.

#### 4.1.2. Presentación de resultados del IRI

**Tabla N° 24:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 13+104 – 13+138.6, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 2.77 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	13+104	To:	13+138.6			
Reference:	Condorccochoa - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	0.144	0.144	4.8	42		
1	0.164	0.164	1.9	42		
1	0.184	0.184	1.6	43		
IRI PROMEDIO KM 13+104 -13+138.6					2.77	
IRI PROMEDIO SIN EVENTOS					2.77	

**Tabla N° 25** Hoja de distribución del IRI, progresiva 14+016 – 14+060.3, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 2.57 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	14+016	To:	14+060.3			
Reference:	Condorccochoa - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	1.064	1.064	2.4	42		
1	1.084	1.084	3	41		
1	1.104	1.104	2.3	41		
PROMEDIO KM 14+016 -14+060.3					2.57	KM 14+016
PROMEDIO SIN EVENTOS					2.57	SIN EVENTOS

**Tabla N°26:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 14+253 – 14+293.9, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.05 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	14+253	To:	14+293.9			
Reference:	Condorccochoa - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	1.304	1.304	2.5	40		
1	1.324	1.324	3.6	17		
1	1.344	1.344	0.6	15		Auto
PROMEDIO KM 14+253 - 14+293.9					2.23	KM 14+253
PROMEDIO SIN EVENTOS					3.05	SIN EVENTOS

**Tabla N° 27:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 14+470 – 14+518.6, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.13 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	14+470	To:	14+518.6			
Reference:	Condorccochoa - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	1.504	1.504	4.2	33		
1	1.524	1.524	2	37		
1	1.544	1.544	2.4	42		
1	1.564	1.564	3.9	43		
PROMEDIO KM 14+470 - 14+518.6					3.13	KM 14+470
PROMEDIO SIN EVENTOS					3.13	SIN EVENTOS

**Tabla N° 28:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+237 – 15+271.64, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 2.50 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	15+237	To:	15+271.64			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	2.284	2.284	0.2	21		Puente Chanquil
1	2.304	2.304	4.8	30		Puente Chanquil
1	2.324	2.324	5.6	34		
PROMEDIO KM 15+237 - 15+271.64					3.53	KM 15+237
PROMEDIO SIN EVENTOS					2.50	SIN EVENTOS

**Tabla N° 29:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+301 – 15+345.51, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 2.60 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	15+301	To:	15+345.51			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	2.344	2.344	2.8	39		
1	2.364	2.364	2.8	42		
1	2.384	2.384	2.2	46		
PROMEDIO KM 15+301 - 15+345.51					2.60	KM 15+301
PROMEDIO SIN EVENTOS					2.60	SIN EVENTOS

**Tabla N° 30:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+600 – 15+645.62, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 1.90 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	15+600	To:	15+645.62			
Reference:	Condorccochoa - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	2.644	2.644	5.5	36		
1	2.664	2.664	3.1	27		Curva cerrada
1	2.684	2.684	0.7	22		Curva cerrada
PROMEDIO KM 15+600 - 15+645.62					3.10	KM 15+600
PROMEDIO SIN EVENTOS					1.90	SIN EVENTOS

**Tabla N° 31:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+686 – 15+726.66, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 1.10 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	15+686	To:	15+726.66			
Reference:	Condorccochoa - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	2.704	2.704	0.1	24		Curva cerrada
1	2.724	2.724	1.1	25		
PROMEDIO KM 15+686 - 15+726.66					0.60	KM 15+686
PROMEDIO SIN EVENTOS					1.10	SIN EVENTOS

**Tabla N° 32:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 15+771 – 15+811.83, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 1.50 m/km.

<b>CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)</b>		<b>ENSAYO DE RUGOSIDAD</b>			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	15+771	To:	15+811.83			
Reference:	Condorecocha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	2.804	2.804	0.3	25		Cruce vehiculos
1	2.824	2.824	1	25		Cruce vehiculos
1	2.844	2.844	1.5	25		
<b>PROMEDIO KM 15+771 - 15+811.83</b>					<b>0.93</b>	<b>KM 15+771</b>
<b>PROMEDIO SIN EVENTOS</b>					<b>1.50</b>	<b>SIN EVENTOS</b>

**Tabla N° 33:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 17+522.5 – 17+559.4, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 1.73 m/km.

<b>CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)</b>		<b>ENSAYO DE RUGOSIDAD</b>			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	17+522.5	To:	17+559.4			
Reference:	Condorecocha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	4.564	4.564	1.9	48		
1	4.584	4.584	1.6	48		
1	4.604	4.604	1.7	49		
<b>PROMEDIO KM 17+522.5 - 17+559.4</b>					<b>1.73</b>	<b>KM 17+522.5</b>
<b>PROMEDIO SIN EVENTOS</b>					<b>1.73</b>	<b>SIN EVENTOS</b>

**Tabla N° 34:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+025 – 19+065.50, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.85 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	19+025	To:	19+065.50			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	6.064	6.064	2.5	38		
1	6.084	6.084	5.2	38		
1	6.104	6.104	5.6	41		Tractor
PROMEDIO KM 19+025 -19+065.50					4.43	KM 19+025
PROMEDIO SIN EVENTOS					3.85	SIN EVENTOS

**Tabla N° 35:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+072 – 19+115.21, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 4.43 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	19+072	To:	19+115.21			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	6.124	6.124	4.2	43		
1	6.144	6.144	4.8	45		
1	6.164	6.164	4.3	47		
PROMEDIO KM 19+072 - 19+115.21					4.43	KM 19+072
PROMEDIO SIN EVENTOS					4.43	SIN EVENTOS

**Tabla N° 36:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+242 – 19+285.65, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 4.70 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	19+242	To:	19+285.65			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	6.284	6.284	6.2	41		Cruce vehiculos
1	6.304	6.304	4.9	45		
1	6.324	6.324	4.6	46		
1	6.344	6.344	4.6	46		
PROMEDIO KM 19+242 - 19+285.65					5.08	KM 19+242
PROMEDIO SIN EVENTOS					4.70	SIN EVENTOS

**Tabla N° 37:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+318 – 19+353.61, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 5.97 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	19+318	To:	19+353.61			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	6.364	6.364	4.4	47		
1	6.384	6.384	7.7	47		
1	6.404	6.404	5.8	48		
PROMEDIO KM 19+318 - 19+353.61					5.97	KM 19+318
PROMEDIO SIN EVENTOS					5.97	SIN EVENTOS

**Tabla N° 38:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+718 – 19+761.83, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 6.17 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	19+718	To:	19+761.83			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	6.764	6.764	4.4	46		
1	6.784	6.784	7.1	46		
1	6.804	6.804	7	47		
PROMEDIO KM 19+718 - 19+761.83					6.17	KM 19+718
PROMEDIO SIN EVENTOS					6.17	SIN EVENTOS

**Tabla N° 39:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+784 – 19+828.15, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.83 m/km.

CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)		ENSAYO DE RUGOSIDAD			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	19+784	To:	19+828.15			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	6.824	6.824	4	47		
1	6.844	6.844	4.1	47		
1	6.864	6.864	3.4	47		
PROMEDIO KM 19+784 - 19+828.15					3.83	KM 19+784
PROMEDIO SIN EVENTOS					3.83	SIN EVENTOS

**Tabla N° 40:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 19+982 – 20+016.78, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.50 m/km.

<b>CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)</b>		<b>ENSAYO DE RUGOSIDAD</b>			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	19+982	To:	20+016.78			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	7.024	7.024	3	43		
1	7.044	7.044	4	35		
<b>PROMEDIO KM 19+982 - 20+016.78</b>					<b>3.50</b>	<b>KM 19+982</b>
<b>PROMEDIO SIN EVENTOS</b>					<b>3.50</b>	<b>SIN EVENTOS</b>

**Tabla N° 41:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 20+086 20+120.24, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.90 m/km.

<b>CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)</b>		<b>ENSAYO DE RUGOSIDAD</b>			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	20+086	To:	20+120.24			
Reference:	Condorcococha - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	7.124	7.124	3.8	33		
1	7.144	7.144	3.1	38		
1	7.164	7.164	4.8	39		
<b>PROMEDIO KM 20+086 - 20+120.24</b>					<b>3.90</b>	<b>KM 20+086</b>
<b>PROMEDIO SIN EVENTOS</b>					<b>3.90</b>	<b>SIN EVENTOS</b>

**Tabla N° 42:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 22+970 – 23+009, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 4.40 m/km.

<b>CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)</b>		<b>ENSAYO DE RUGOSIDAD</b>			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	22+970	To:	23+009			
Reference:	Condorccochoa - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	10.024	10.024	4	46		
1	10.044	10.044	4.8	48		
<b>PROMEDIO KM 22+970 - 23+009</b>					<b>4.40</b>	<b>KM 22+970</b>
<b>PROMEDIO SIN EVENTOS</b>					<b>4.40</b>	<b>SIN EVENTOS</b>

**Tabla N° 43:** Hoja de distribución del IRI, progresiva 23+651 – 23+684.23, a lo largo de la vía se tiene una tendencia con un promedio de 3.93 m/km.

<b>CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)</b>		<b>ENSAYO DE RUGOSIDAD</b>			Versión: 0 Fecha: 13/01/2019	
Road Name:	CORREDOR VIAL (ABRA TOCCTO- MOROCHUCO)					
Processing interval:	20m			Fecha:	13-ene	
Units:	Metric					
Result type:	IRI					
Vehicle:	Totoya Hilux					
Operator:	Bach. Ninoska Alania Chuco					
Direction:	Ascendente					
From:	23+651	To:	23+684.23			
Reference:	Condorccochoa - Chalco					
Comments:	Slurry en zona urbana					
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	Speed	Average	Events
1	10.684	10.684	2.9	52		
1	10.704	10.704	4.3	53		
1	10.724	10.724	4.6	53		
<b>PROMEDIO KM 23+651 - 23+684.23</b>					<b>3.93</b>	<b>KM 23+651</b>
<b>PROMEDIO SIN EVENTOS</b>					<b>3.93</b>	<b>SIN EVENTOS</b>

### 4.1.3. Presentación de los resultados según los objetivos

#### 4.1.3.1. Promedio de los métodos.

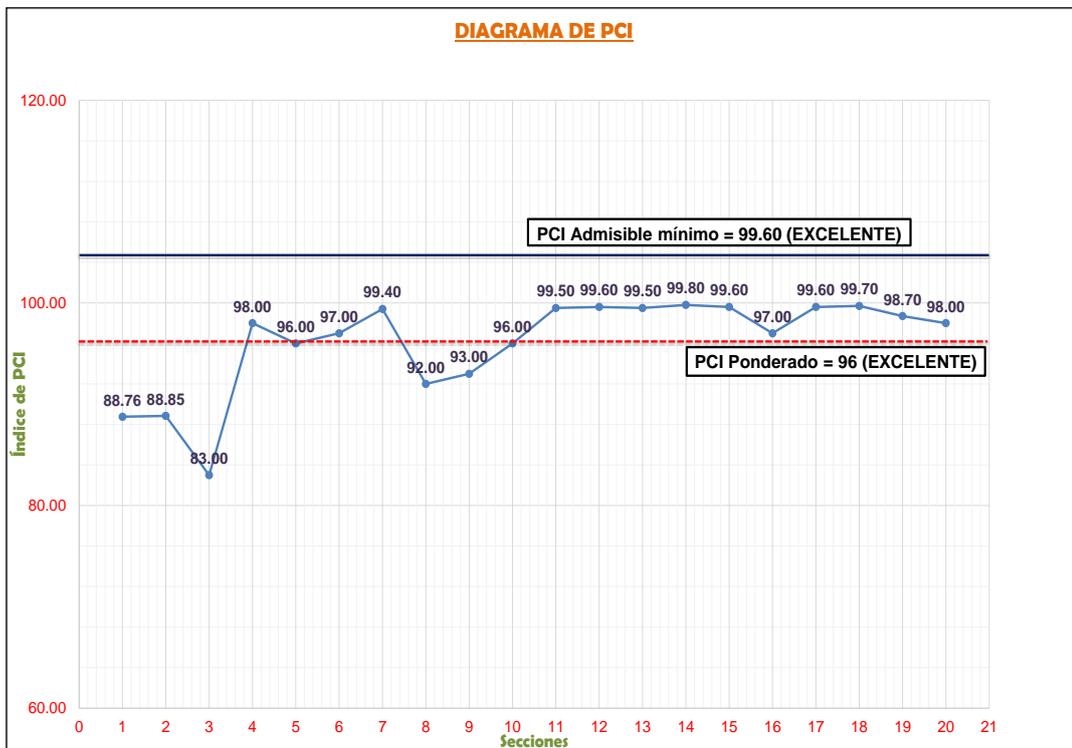
**Tabla N° 44:** Rango (Nivel) de evaluación promedio del PCI

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI: (ASTM D 6433 – 07), STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS1.									
N°	Tramo	Progresivas	Secciones	Fallas identificadas	Valor de PCI	PCI - PROMEDIO	Rangos de Calificación del PCI		
							EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO
							100 - 85	85 – 70	70 – 55
1	TRAMO 1	KM 13+104	SECCION 1-A	(13M) Huecos de grado medio	88.76	88.76	x		
2	TRAMO 1	KM 14+016	SECCION 2-A	(13M) Huecos de grado medio	88.85	89.95	x		
3	TRAMO 1	KM 14+253	SECCION 3-A	(13M) Huecos de grado medio	83.00		x		
4	TRAMO 1	KM 14+470	SECCION 4-A	(11L) Parcheo de grado bajo	98.00		x		
5	TRAMO 1	KM 15+237	SECCION 5-A	(11L) Parcheo de grado bajo	96.00		x		
6	TRAMO 1	KM 15+301	SECCION 6-A	(10L) Grietas longitudinales de grado bajo	97.00	95.48	x		
7	TRAMO 1	KM 15+600	SECCION 7-A	(10L) Grietas longitudinales de grado bajo	99.40		x		
8	TRAMO 1	KM 15+686	SECCION 8-A	(1L) Piel de cocodrilo de grado bajo	92.00		x		
9	TRAMO 1	KM 15+771	SECCION 9-A	(1L) Piel de cocodrilo de grado bajo	93.00		x		
10	TRAMO 1	KM 17+552	SECCION 10-A	(11L) Parcheo de grado bajo	96.00		96.00	x	
11	TRAMO 1	KM 19+025	SECCION 11-A	(11L) Parcheo de grado bajo	99.50	99.23	x		
12	TRAMO 1	KM 19+072	SECCION 12-A	(10L) Grietas longitudinales de grado bajo	99.60		x		
13	TRAMO 1	KM 19+242	SECCION 13-A	(10L) Grietas longitudinales de grado bajo	99.50		x		

14	TRAMO 1	KM 19+318	SECCION 14-A	(10L) Grietas longitudinales de grado bajo	99.80				
15	TRAMO 1	KM19+718	SECCION 15-A	(10L) Grietas longitudinales de grado bajo	99.60			x	
16	TRAMO 1	KM 19+784	SECCION 16-A	(11L) Parcheo de grado bajo	97.00			x	
17	TRAMO 1	KM 19+982	SECCION 17-A	(10L) Grietas longitudinales de grado bajo	99.60			x	
18	TRAMO 1	KM 20+086	SECCION 18-A	(11L) Parcheo de grado bajo	99.70	99.70		x	
19	TRAMO 1	KM 22+970	SECCION 19-A	(10L) Grietas longitudinales de grado bajo	98.70	98.70		x	
20	TRAMO 1	KM 23+651	SECCION 20-A	(11L) Parcheo de grado bajo	98.00	98.00		x	
<b>PCI PROMEDIO</b>					<b>96.15</b>			<b>X</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N°41: Diagrama del rango promedio del PCI.**



Fuente: Elaboración propia.

Según el Índice de Condición del Pavimento (PCI) promedio obtenido de los tramos Abra Toccto – Morochuco fue de 96.15 lo que indica según el rango de calificación del PCI, que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (entre 100 y 85).

**Tabla N° 45:** Nivel (Grado) de serviciabilidad del IRI

INDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD (IRI)								
TRAMO	KM	SECCION	SUB DISTANCIA	DISTANCIA TOTAL	VELOCIDAD	IRI	IRI - PROMEDIO	SERVICIABILIDAD
ABRA TOCCTO - MOROCHUCO	13+104 - 13+138.6	1	0.144	0.144	42	4.8	2.77	Muy bueno
			0.164	0.164	42	1.9		
			0.184	0.184	43	1.6		
	14+016 - 14+060.3	2	1.064	1.064	42	2.4	2.57	Muy bueno
			1.084	1.084	41	3		
			1.104	1.104	41	2.3		
	14+253 - 14+293.9	3	1.304	1.304	40	2.5	3.05	Muy bueno
			1.324	1.324	17	3.6		
			1.344	1.344	15	0.6		
	14+470 - 14+518.6	4	1.504	1.504	33	4.2	3.13	Muy bueno
			1.524	1.524	37	2		
			1.544	1.544	42	2.4		
			1.564	1.564	43	3.9		
	15+237 - 15+271.64	5	2.284	2.284	21	0.2	2.5	Muy bueno
			2.304	2.304	30	4.8		
			2.324	2.324	34	5.6		
	15+301 - 15+345.51	6	2.344	2.344	39	2.8	2.6	Muy bueno
			2.364	2.364	42	2.8		
			2.384	2.384	46	2.2		
	15+600 - 15+645.62	7	2.644	2.644	36	5.5	1.9	Muy bueno
2.664			2.664	27	3.1			
2.684			2.684	22	0.7			
15+686 - 15+726.66	8	2.704	2.704	24	0.1	1.1	Muy bueno	
		2.724	2.724	25	1.1			
15+771 - 15+811.83	9	2.804	2.804	25	0.3	1.5	Muy bueno	
		2.824	2.824	25	1			
		2.844	2.844	25	1.5			
		10	4.564	4.564	48	1.9	1.73	Muy bueno

17+522.5 - 17+559.4		4.584	4.584	48	1.6		
		4.604	4.604	49	1.7		
19+025 - 19+065.50	11	6.064	6.064	38	2.5	3.85	Bueno
		6.084	6.084	38	5.2		
		6.104	6.104	41	5.6		
19+072 - 19+115.21	12	6.124	6.124	43	4.2	4.43	Regular
		6.144	6.144	45	4.8		
		6.164	6.164	47	4.3		
19+242 - 19+285.65	13	6.284	6.284	41	6.2	4.7	Malo
		6.304	6.304	45	4.9		
		6.324	6.324	46	4.6		
		6.344	6.344	46	4.6		
19+318 - 19+353.61	14	6.364	6.364	47	4.4	5.97	Malo
		6.384	6.384	47	7.7		
		6.404	6.404	48	5.8		
19+718 - 19+761.83	15	6.764	6.764	46	4.4	6.17	Malo
		6.784	6.784	46	7.1		
		6.804	6.804	47	7		
19+784 - 19+828.15	16	6.824	6.824	47	4	3.83	Bueno
		6.844	6.844	47	4.1		
		6.864	6.864	47	3.4		
19+982 - 20+016.78	17	7.024	7.024	43	3	3.5	Bueno
		7.044	7.044	35	4		
20+086 - 20+120.24	18	7.124	7.124	33	3.8	3.9	Bueno
		7.144	7.144	38	3.1		
		7.164	7.164	39	4.8		
22+970 - 23+009	19	10.024	10.024	46	4	4.4	Regular
		10.044	10.044	48	4.8		
23+651 - 23+684.23	20	10.684	10.684	52	2.9	3.93	Bueno
		10.704	10.704	53	4.3		
		10.724	10.724	53	4.6		
<b>IRI PROMEDIO</b>						<b>3.38</b>	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

Según el Índice de rugosidad internacional (IRI) promedio obtenido de los tramos Abra Toccto – Morochuco fue de 3.38 con una serviciabilidad de bueno.

#### 4.1.3.1. Método más económico.

**Tabla N° 46:** Costos de operación del PCI

METODO	INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)			RENDIMIENTO POR KM/DIA		
DESCRIPCION DEL RECURSOS	UNIDAD	CANTIDAD	CUADRILLA	PRECIO UNITARIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
<b><u>MANO DE OBRA</u></b>						<b>204.00</b>
OPERARIO	HH	2.00	1.00	50.00	100.00	
AYUDANTE	HH	4.00	1.00	26.00	104.00	
<b><u>MATERIALES</u></b>						<b>445.50</b>
CONOS DE SEGURIDAD	UND	4.00		40.00	160.00	
PINTURA EN SPRAY	UND	1.00		9.00	9.00	
CHALECOS DE SEGURIDAD	UND	6.00		25.00	150.00	
WINCHA DE MANO	UND	1.00		11.50	11.50	
REGLA METALICA	UND	1.00		12.00	12.00	
UTENSILIOS VARIOS	Gib	1.00		28.00	28.00	
<b><u>EQUIPOS</u></b>						<b>395.00</b>
CAMIONETA 4X4	DIA	1.00		350.00	350.00	
ODOMETRO	DIA	1.00		45.00	45.00	

**COSTO TOTAL -  
INDICE DE  
CONDICION DEL  
PAVIMENTO (PCI)  
=**

**S/. 969.50**

**Son: NOVECIENTOS SESENTA Y NUEVE CON 50/100 SOLES**

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 47:** Costos de operación del IRI

METODO	INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)			RENDIMIENTO POR KM/DIA			
	DESCRIPCION DEL RECURSOS	UNIDAD	CANTIDAD	CUADRILLA	PRECIO UNITARIO S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
<b><u>MANO DE OBRA</u></b>							<b>102.00</b>
OPERARIO	HH	1.00	1.00	50.00	50.00		
AYUDANTE	HH	2.00	1.00	26.00	52.00		
<b><u>MATERIALES</u></b>							<b>114.50</b>
CHALECOS DE SEGURIDAD	UND	3.00		25.00	75.00		
WINCHA DE MANO	UND	1.00		11.50	11.50		
UTENSILIOS VARIOS	Glb	1.00		28.00	28.00		
<b><u>EQUIPOS</u></b>							<b>445.00</b>
CAMIONETA 4X4	DIA	1.00		350.00	350.00		
PSJE. PARA RUGOSIMETRO	DIA	1.00		95.00	95.00		

**COSTO  
TOTAL -  
INDICE  
INTERNACIONAL DE  
RUGOSIDAD  
(IRI) =** **S/. 661.50**

Son: **SEISCIENTOS SESENTA Y UNO CON 50/100 SOLES**

Fuente: Elaboración propia.

Los costos operativos de Índice de Condición del Pavimento (PCI) en relación a los recursos, cantidad y rendimiento por día, suman a s/ 969,50 nuevos soles; en comparación a los Costos operativos de Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en relación a los recursos, cantidad y rendimiento por día, suman a s/ 661,50 nuevos soles; lo que permite establecer que el más económico entre los dos métodos de análisis de pavimentos flexibles es el del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

#### 4.1.3.2. Tiempo que utiliza cada método.

**Tabla N° 48:** Utilidad de los métodos en estudio.

Rendimiento por Kilometro	Horas/Kilometro
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	2.5 horas por kilometro
INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)	Media hora por kilometro

Fuente: Elaboración propia.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) emplea 2.5 horas por kilómetro; en comparación al Índice de Rugosidad Internacional (IRI) emplea 30 minutos por kilómetro. Lo que permite establecer que el menor tiempo entre los dos métodos de análisis es el del Índice de Rugosidad Internacional.

#### 4.1.3.3. Mejor resultado.

**Tabla N° 49:** El Índice de condición del pavimento es el método más conservador

TRAMO	KM	INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)		
		IPC	SERVICIABILIDAD	IPC-PROMEDIO
ABRA TOCCTO - MOROCHUCO	KM 13	88.76	Excelente	95.73 EXCELENTE
	KM 14	89.95	Excelente	
	KM 15	95.48	Excelente	
	KM 17	96.00	Excelente	
	KM 19	99.23	Excelente	

	KM 20	99.70	Excelente	
	KM 22	98.70	Excelente	
	KM 23	98.00	Excelente	

Fuente: Elaboración propia.

El mejor resultado entre los dos métodos de análisis, entre el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI) según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial, es el índice de condición del pavimento (PCI) que obtuvo un PCI de 95.73 lo que indica que esta sección de pavimento está en un excelente estado (entre 100 y 85).

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según los objetivos de la investigación se presentan los resultados:

#### **5.1. Promedio de los métodos.**

- El Índice de Condición de pavimento (PCI) promedio de los tramos: Abra Toccto – Morochuco, fue de 96.15 lo que indica según el rango de calificación que la condición de esta sección de pavimento está en un excelente estado (entre 100 y 85).
- El Índice de rugosidad internacional (IRI) promedio de los tramos: Abra Toccto – Morochuco, según los resultados el índice de rugosidad internacional (IRI) fue de 3.38 con una serviciabilidad de bueno.

#### **5.2. Método más económico.**

Los Costos operativos de Índice de Condición del Pavimento (PCI) en relación a los recursos, cantidad y rendimiento por día, suman a s/ 969,50 nuevos soles; en comparación a los Costos operativos de Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en relación a los recursos, cantidad y rendimiento por día, suman a s/ 661,50 nuevos soles; lo que permite establecer que el más económico entre los dos métodos de análisis de pavimentos flexibles es el del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

#### **5.3. Tiempo que utiliza cada método.**

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) emplea 2.5 horas por kilómetro; en comparación al Índice de Rugosidad Internacional (IRI) emplea 30 minutos por kilómetro.

#### **5.4. Mejor resultado.**

El mejor resultado entre los dos métodos de análisis entre el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI) según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial, es el índice de condición del pavimento (PCI) que obtuvo un PCI de 95.73 lo que indica que esta sección de pavimento está en un excelente estado (entre 100 y 85), además según la cantidad de tramos evaluados el estado de excelente representa al 95 % que es 19 tramos; mientras que un 5% se encuentra en el estado de muy bueno de (85 – 70) según el rango de calificación del PCI.

Así mismo según el índice de rugosidad internacional (IRI) se obtuvo 3.28 m/km que está calificado como bueno; para los 20 tramos se observan los siguientes resultados, el 47% se ubica en la condición de serviciabilidad muy buena, así mismo el 24% se ubica en la condición de serviciabilidad mala, el 22% se ubica en la condición de serviciabilidad regular, finalmente solo el 7 % se ubica en la condición de serviciabilidad buena.

## CONCLUSIONES

1. El índice de condición de pavimento (PCI) es el mejor método de análisis para evaluar la serviciabilidad vial: Abra Toccto – Morochuco, ya que para todos los tramos el índice de Condición del Pavimento (PCI) arroja valores mucho más conservadores que el índice Internacional de Rugosidad (IRI).
2. El Índice de Condición del Pavimento (PCI) promedio obtenido de los tramos Abra Toccto – Morochuco es de 96.15 con una serviciabilidad excelente y el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) promedio obtenido de los tramos Abra Toccto – Morochuco es de 3.38 con una serviciabilidad de bueno.
3. El índice de rugosidad Internacional (IRI) es el método más económico para la determinación del grado de la serviciabilidad vial, con relación a los recursos, cantidad y rendimiento por día suman s/ 661.50 nuevos soles; en comparación a los costos operativos del Índice de condición del pavimento (PCI) los costos suman s/. 969.50 nuevos soles.
4. El índice de rugosidad (IRI) es el método que utiliza menos tiempo para la determinación del grado de serviciabilidad vial, emplea 5 veces menos tiempo por kilómetro en comparación con el índice de Condición del pavimento (PCI).
5. El Índice de condición del pavimento (PCI) es el método de análisis que proporciona resultados más conservadores según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial, ya que este método registra todos los tipos de falla existente en la vía y los valora de acuerdo a su influencia en la serviciabilidad para darnos un valor mucho más conservador que el Índice de rugosidad internacional (IRI); mientras este solo toma en cuenta la rugosidad de la vía lo cual significa el grado de homogeneidad de la vía mas no toma en cuenta las demás fallas existentes en la vía.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el Índice de Condición del Pavimento (PCI), porque este método nos permita evaluar de forma más precisa y es de fácil implementación.
2. Se sugiere utilizar el **Rughometer III**, instrumento diseñado para medir el verdadero perfil de cualquier superficie de la carretera y así hacer el método más integral.
3. Para tramos largos de vía, en los cuales no es necesario un análisis integral del ancho de vía, es recomendable usar el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) ya que el IRI emplea mucho menos tiempo en el proceso de recolección de datos en comparación del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Almanza. (2014). Escala en la estimación de la rugosidad de pavimentos.
2. Arriaga, Garnica, & Rico. (1998). Escalas en la estimación del IRI en pavimentos asfálticos.
3. Calderón, López y Santiago. (2015). Cálculo del índice de rugosidad internacional de pavimento utilizando el Perfilometro Romdas Z-250. San Salvador, El Salvador.
4. Del Águila. (2009). Manual del usuario Merliner, Perú.
5. Egoavil. (2015). Estudio de la serviciabilidad del pavimento y su influencia en los gastos de operación vehicular en la carretera Cusco - Pisoc. Cusco, Perú.
6. Galvis. (2014). Auscultación, valoración del estado superficial y estimación económica de la autopista La libertad - Tollima desde el Km0+00 al Km6+00. Tollima, Colombia.
7. Jaramillo. (2011). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. San Luis. Piura, Perú.
8. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2013). Manual de Carreteras Especificas Técnicas Generales. Lima, Perú.
9. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2013). Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima, Perú.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Lima, Perú.

11. Norma ASTM 5340-98. (2005). Índice de Condición de Pavimentos.

12. Shahim, M. (1994). Gestión de pavimentos para aeropuertos, carreteras y estacionamientos.

## **ANEXOS**



**Anexo 01: Matriz de consistencia**

**EVALUACIÓN DE LA SERVICIABILIDAD VIAL: ABRA TOCCTO - MOROCHUCO SEGÚN ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGIA</b>
<b>Problema General.</b>	<b>Objetivo General.</b>	<b>Hipótesis General.</b>	<b>Variable Independiente</b>	<p><b>Metodo general de investigacion:</b> Cientifico</p> <p><b>Tipo de investigacion:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigacion:</b> Descriptiva - Comparativa - Correlacional</p> <p><b>Diseño de investigacion:</b> No experimental</p> <p><b>Poblacion:</b> Corredor vial Abra Toccto – Morochuco que comprende 35.330 km</p> <p><b>Muestra:</b> Comprende del km 13+00 al km 24+000, siendo este 12 km</p>
¿Cuál es la evaluación de la serviciabilidad vial: Abra Toccto - Morochuco según el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad internacional (IRI)?	Evaluar la serviciabilidad vial: Abra Toccto-Morochuco según el índice de condición del pavimento (PCI) y el el índice de rugosidad internacional (IRI).	El índice de condición de pavimento (PCI) es el mejor método de análisis para evaluar la serviciabilidad vial: Abra Toccto – Morochuco.	<p><b>Índice de condición del pavimento</b></p> <p>* Cantidad de fallas. * Severidad de las fallas. * Tipo de falla</p>	
<b>Problemas Específicos.</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Índice de rugosidad internacional</b>	
a) ¿Cuál es el Índice de condición del pavimento (PCI) e Índice de rugosidad internacional (IRI) promedio de los tramos Abra Toccto - Morochuco?	a) Determinar el Índice de condición del pavimento (PCI) e Índice de rugosidad (IRI) promedio de los tramos: Abra Toccto – Morochuco.	a) El Índice de condición del pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad internacional (IRI) promedio oscila entre excelente y bueno según el grado de servicialidad vial.	* Índice de rugosidad	
b) ¿Qué método de análisis es el más económico para determinar el grado de serviciabilidad vial?	b) Estimar que método de análisis es el más económico para determinar el grado de serviciabilidad vial.	b) El índice de rugosidad Internacional (IRI) es el método más económico para la determinación del grado de la serviciabilidad de las vial.		
c) ¿Cuál de los dos métodos de análisis utiliza menos tiempo para determinar el grado de serviciabilidad vial?	c) Calcular el tiempo que utiliza estos métodos para la determinación del grado de serviciabilidad vial.	c) El índice de rugosidad (IRI) es el método que utiliza menos tiempo para la determinación del grado de serviciabilidad vial.	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p><b>Servicialidad vial</b></p> <p>* Situación de la carretera que determina la serviciabilidad de una vía.</p>	
d) ¿Qué método de análisis proporciona resultados más conservadores según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial?	d) Determinar el mejor resultado entre los dos métodos de análisis según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial.	d) El Índice de condición del pavimento (PCI) es el método de análisis que proporciona resultados mas conservadores según la escala de calificación del grado de serviciabilidad vial.	* Confort que brinda al beneficiario.	

**Anexo N° 02:**  
**Panel fotográfico**

**INSTALACION DE LOS COMPONENTES DEL ROUGHOMETER III**

- *INSTALACION DEL ODOMETRO*

Su instalación es de suma importancia para el registro de la distancia recorrida por el vehículo, considerando que uno de los datos necesarios para el cálculo del IRI es la distancia recorrida, debe ser instalado en el eje posterior de vehículo.



**FOTOGRAFIA N° 01: INSTALACION DEL ODOMETRO**



**FOTOGRAFIA N° 02: INSTALACION DEL NIVELADOR**



**FOTOGRAFIA N° 03: INTALACION DEL CABLE DEL  
ODOMETRO**

- *INSTALACION DEL GPS*

De la misma forma debe ser instalado en el vehículo, en una parte visible para la recepción de la señal satelital y la obtención de dato confiables.



**FOTOGRAFIA N° 04: INTALACION DEL GPS**

Todos los componentes instalados al vehículo deben ser conectados a una fuente de poder para su funcionamiento, incluyendo el controlador y esta fuente a su vez debe ser alimentado por la batería de 12 V DC.



**FOTOGRAFIA N° 05: FUENTE DE PODER**



**FOTOGRAFIA N° 06: COMPONENTES INSTALADOS A LA FUENTE DE PODER**

- *INSTALACIÓN DEL SENSOR DE RUGOSIDAD.*

Debe ser instalado en el eje trasero del vehículo para el registro de los desplazamientos verticales de la masa amortiguada.



**FOTOGRAFIA N° 07: INSTALACION DEL SENSOR EN EL EJE TRASERO DEL VEHICULO**



**FOTOGRAFIA N° 08: CALIBRACION DEL SENSOR A 90 Y 180 GRADOS**

### OPERACIÓN DEL EQUIPO - ROUGHOMETER III

Posterior a la instalación y verificación de los elementos que componen el rugosímetro, entre los que se encuentra el acelerómetro, el GPS, el odómetro, se puede realizar una medición, para lo cual presionamos la opción que se muestra en pantalla:

**NEW SURVEY** (Nueva Encuesta)

**Press <YES>** (Presionamos el botón YES)



**FOTOGRAFIA N° 09**



**FOTOGRAFIA N° 10**

Luego en pantalla nos indicara la cantidad de km que están disponibles:



**FOTOGRAFIA N° 11**

Seguidamente nos muestra la fecha y hora (Este será el nombre de nuestro archivo de medición, se recomienda tomar estos datos para saber a qué sector evaluado corresponde):



Luego nos indica en pantalla presionar **START/STOP** para comenzar con la encuesta o medición, antes de comenzar con la medición tenemos que 50 o 100 metros antes hacer un recorrido para alcanzar nuestra velocidad ideal y ya estando a la altura de nuestro punto de medición presionamos **START/STOP**:



Durante el recorrido en la medición se pueden encontrar particularidades o “EVENTOS” que pueden ser: Gibas o resaltos, Badenes, Puentes, peajes, Zonas Urbanas, animales en la vía, etc. particularidades que puedan afectar la condición final del IRI en nuestra evaluación, para este tipo de casos tenemos la opción de registrar estos eventos utilizando los Botones <A> - <B> en el controlador identificando el número del evento asociándolo con la progresiva que se muestra en el controlador, ejemplo: EVENTO A1, registramos una Giba en la progresiva 1357.



Continuamos con la medición y llegando al punto final del tramo evaluado presionamos START/STOP para finalizar con las mediciones:



Con la información obtenida en campo se pueden descargar los datos en una computadora mediante el uso de un cable USB que viene con el ROUGHOMETER III, de esta manera se descarga un software mediante el cual se procesan todos los valores obtenidos con la medición en campo, los cuales son presentados mediante cuadros y gráficas, en los cuales se pueden obtener valores de IRI en m/km, distancia en metros, altitud en msnm, ubicación mediante coordenadas geográficas de los puntos donde se efectuó la medición, incluyendo la velocidad del vehículo a la que se hizo la medición..

### **INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)**

A continuación se presentan los tipos de daños encontrados en el tramo en estudio, así como sus niveles de severidad:



**FOTOGRAFIA N° 16: Huecos de severidad medio KM 13+104**



**FOTOGRAFIA N° 17: Huecos de severidad medio KM 14+016**



**FOTOGRAFIA N° 018: Huecos de severidad medio KM 14+253**



**FOTOGRAFIA N° 19: Parcheo de severidad bajo KM 14+470**



**FOTOGRAFIA N° 020: Parcheo de severidad bajo KM 15+237**



**FOTOGRAFIA N° 21: Grietas longitudinales de severidad bajo KM 15+301**



**FOTOGRAFIA N° 22: Grietas longitudinales de severidad bajo KM  
15+600**



**FOTOGRAFIA N° 23: Piel de cocodrilo de severidad bajo KM 15+686**



**FOTOGRAFIA N° 24: Piel de cocodrilo de severidad bajo KM  
15+771**



**FOTOGRAFIA N° 25: Parcheo de severidad bajo KM 17+552**



**FOTOGRAFIA N° 026: Parcheo de severidad bajo KM 19+025**



**FOTOGRAFIA N° 27: Grietas longitudinales de severidad bajo  
KM 19+072**



**FOTOGRAFIA N° 28: Grietas longitudinales de severidad bajo  
KM 19+242**



**FOTOGRAFIA N° 29: Grietas longitudinales de severidad bajo  
KM 19+318**



**FOTOGRAFIA N° 30: Grietas longitudinales de severidad bajo  
KM19+718**



**FOTOGRAFIA N° 31: Medición de calzada**



**FOTOGRAFIA N° 32: Medición de calzada KM 18**



**FOTOGRAFIA N° 33: Medición de calzada KM 8**



**FOTOGRAFIA N° 34: Medición de calzada KM 15**



**FOTOGRAFIA N° 35: Medición con Odómetro**



**FOTOGRAFIA N° 36: Medición de calzada al termino del tramo KM 24**



**FOTOGRAFIA N° 37: Medición de calzada (FIN DEL TRAMO)**

**ANEXO N° 03**



**ARRB Group Ltd**  
ABN 68 004 620 651

500 Burwood Highway  
Vermont South VIC 3133  
Australia

P: +61 3 9881 1555  
F: +61 3 9887 8104

info@arrb.com.au  
www.arrb.com.au

## **CALIBRATION AND ACCURACY STATEMENT**

### **ROUGHOMETER III**

The Roughometer III is a device designed to measure the true profile of any road surface.

The type of vehicle, weight of the vehicle and the characteristics of the suspension components has very little influence on the performance of system.

Roughometer measures the true road profile using an electronic accelerometer mounted on the axle. This profile is then fed into the same IRI algorithm used by a laser profiler. Consequently it is a true measure of IRI and not an experimental correlation.

#### **SPECIFICATIONS**

**ACCURACY (Roughness):** IRI correlates to better than +/- 0.5 IRI of true IRI  
(when operated within design parameters)

**RESOLUTION:** 0.1 IRI

**SURVEY SPEED:** 40 to 60 km/h

**ACCURACY (Distance):** Better than 0.1% (with DMI distance sensor)

#### **ACCURACY**

ARRB Group is an Australian government authority specializing in public interest road research. ARRB has a fully certified NATA laboratory and has designed, tested and calibrated the Roughometer III against ASTM E950 Class I laser profiler systems under various road conditions.

The stated accuracy is guaranteed to be met when:

The system is operated within the design parameters as stated in the User Manual

The Distance Measuring Device (DMI) is calibrated at the recommended intervals

The Roughness Sensor (accelerometer) is calibrated prior to installation in the vehicle and re-calibrated by the user every 12 months thereafter

#### **CALIBRATION**

Before installing the Roughometer on a vehicle, it is necessary to calibrate the devices that collect the survey data. Calibration is carried out in the vehicle and is performed by the customer. The software provided contains the required procedures and the calibration standards are described below.

Note: There is no requirement for the system to be calibrated and serviced periodically by a certified laboratory or by the ARRB group.

There are no adjustments available for the Roughometer sensors. All sensitivity and adjustment factors are calculated and recorded during the calibration process. These factors are then used by the software when calculating and reporting Road Roughness.

ARRB has designed the system to meet the accuracy specification stated for the life of the product, provided the regular calibration procedures are performed by the customer,

### **Accelerometer calibration**

The roughness sensor must be calibrated by the customer (as described in the manual) prior to mounting on the vehicle. It is recommended that the calibration is repeated annually by the customer, to allow for drift of the electronics over time. There are no mechanical moving parts and no adjustments required to perform an accurate calibration of the sensor. The **calibration standard** or **reference** is the earth's gravity (1g). Each sensor has been pre-tested and calibrated prior to despatch from ARRB's factory and is guaranteed to be within design parameters. However, the calibration procedure outlined in the manual and below must be performed to compensate for variations in altitude and gravity of where the system is to be operated.

The roughness sensor is sensitive to vertical motion. When correctly installed, it will accurately measure the vertical motion induced by the road surface profile as the vehicle is driven along the road. Calibration of the roughness sensor involves measuring the output from the sensor in both the normal and inverted orientations.

1. Hold the sensor against a vertical surface with the **sensor arrow pointing downward** (0 degrees position)
2. The output from the sensor is continuously measured and displayed. Adjust the sensor's vertical alignment (small movements) to achieve the **maximum** output voltage reading. The calibration value will vary from unit to unit but should be around 2.6 V. If the 'new' value differs greatly from the 'old' value or is greater than 3.5 or less than 2.0, repeat the procedure.
3. Rotate the sensor 180 degrees. The display will change to show the sensor output voltage. The displayed voltage in this position will be less than the voltage displayed for the 0 degrees position. Adjust the sensor's vertical alignment to achieve the **minimum** output voltage reading. Typically 1.6x V.

### **Distance calibration (DMI Sensor)**

The distance calibration requires a straight track which has been accurately measured and marked. The track can be from 100 metres to 1000 metres in length. A greater length of track will produce a more accurate calibration. 0.1% accuracy is achieved when the measured track is 1000 metres. Consistent tyre pressures must be maintained when the system is being used.

It is recommended that the distance calibration is performed twice a year to allow for wear of the tyres. If the tyre is changed, or the system is installed on a different vehicle the calibration must be redone.

The accuracy of the calibration is totally dependent on how accurately the track has been measured and marked.

### **Verification of Calibration**

The operator of the Roughometer is responsible for the calibrations and should be able to produce a log book or history sheet detailing the times and dates of the most recent calibrations. The latest calibration factors should also be recorded. Details of the equipment and procedure used to measure and mark the distance calibration should also be recorded.

Yours Faithfully



Roland Leschinski  
**Chief Engineer**  
ARRB Group

**ANEXO N° 04**

