



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TÍTULO:**

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL  
PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AVENIDA EL CEMENTERIO Y  
CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL  
CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE  
PIURA, OCTUBRE 2017”

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

**AUTOR:**

Bach. CLARK RAMIRO GUEVARA GIRON

**ASESOR:**

Mgtr. CARMEN CHILON MUÑOZ

**PIURA - PERÚ**

**2017**

**JURADO EVALUADOR:**

Mgtr. CHAN HEREDIA MIGUEL ANGEL  
PRESIDENTE

Mgtr. CORDOVA CORDOVA WILMER OSWALDO  
MIEMBRO

Ing. SUAREZ ELIAS ORLANDO VALERIANO  
MIEMBRO

## **AGRADECIMIENTO**

A Jehová Dios, por guiarme por el camino correcto, por darme el conocimiento, la sabiduría y fortaleza necesaria para cumplir mis sueños.

Un agradecimiento muy especial a mi madre Clara, a mi esposa Maribel y a mis hijos Claritarosa Sarhay y Adriel Elí, por su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años de formación profesional.

A todos los catedráticos de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, que ayudaron en mi formación profesional.

Al Ing. CARMEN CHILON MUÑOZ, por su asesoramiento en la realización de la presente investigación de tesis.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación de Tesis a Jehová Dios, por ser mi guía en cada momento de mi vida.

A mi Madre Clara, a mi esposa Maribel, a mis hijos Claritarosa Sarhay y Adriel Elí, por ser ellos la fuente de mi inspiración para ser cada día mejor persona y profesional.

## **4. RESUMEN Y ABSTRACT**

### **4.1. RESUMEN**

El presente trabajo de investigación, ha tenido como objetivo determinar y evaluar las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura. Centrándose en dar a conocer los métodos que existen para conocer los tipos de daños que sufren los pavimentos y así poder determinar el grado de severidad del pavimento.

El proceso de determinación y evaluación consistió en la inspección ocular, donde se identificaron las patologías, teniendo en cuenta la clase, severidad y cantidad de las mismas, aplicando el método del PCI.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el pavimento rígido de la Avenida El Cementerio concluimos que el Índice Promedio de Condición del Pavimento es de 75.75%, clasificándose como un pavimento MUY BUENO, y el resultado obtenido en el pavimento rígido de la Calle José Carlos Mariátegui se obtuvo un Índice Promedio de Condición del Pavimento de 61.88%, clasificándose como un pavimento BUENO.

El nivel de incidencia de las patologías del pavimento rígido encontrado en la Avenida El Cementerio es: Blow up/buckling 4.00%, grieta de esquina 12.14%, losa dividida 7.33%, escala 3.33%, grieta lineal 22.30%, pulimento de agregados 38.93%, punzonamiento 0.67%, descascaramiento de esquina 5.33%, descascaramiento de junta 5.99%.

El nivel de incidencia de las patologías del pavimento rígido encontrado en la Calle José Carlos Mariátegui son: grieta de esquina 18.70%, losa dividida 4.88%, grieta lineal 26.02%, pulimento de agregados 38.22%, descascamiento de esquina 6.50%, descascamiento de junta 5.69%.

La patología predominante en el pavimento rígido de la Avenida El Cementerio es Pulimento de agregados 38.93%.

La patología predominante en el pavimento rígido de la Calle José Carlos Mariátegui es Pulimento de agregados 38.22%

En la Avenida El Cementerio se observan 133 daños con nivel de severidad bajo con un porcentaje de 86.93%, 20 daños con nivel de severidad medio con un porcentaje de 13.07%, y ningún daño con nivel de severidad alto. Por lo tanto el pavimento de la Avenida El Cementerio presenta un nivel de severidad LOW: BAJO

En la Calle José Carlos Mariátegui se observan 119 daños con nivel de severidad bajo con un porcentaje de 96.75%, 3 daños con nivel de severidad medio con un porcentaje de 2.44%, y 1 daño con nivel de severidad alto con un porcentaje de 0.81%. Por lo tanto el pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui presenta un nivel de severidad LOW: BAJO

**Palabras claves:** Pavimento rígido, patologías en pavimentos, severidad, índice de condición del pavimento.

## 4.2. ABSTRACT

The present fact-finding work, he has aimed at determining to and to evaluate the pathologies of the Avenida's rigid pavement The Cementerio and Calle José Carlos Mariátegui of Miguel Checa Sojo's Distrito, Sullana's Provincia, Piura's Departamento. Focusing on making known the methods that exist to know the types of damages suffered by the pavements and thus determine the degree of severity of the pavement.

The process of determination and evaluation consisted in the ocular inspection, where the pathologies were identified, taking into account the class, severity and quantity thereof, applying the PCI method.

According to the results obtained in the rigid pavement of El Cementerio Avenue, we conclude that the Average Pavement Condition Index is 75.75%, classified as a VERY GOOD pavement, and the result obtained in the rigid pavement of José Carlos Mariátegui Street. an Average Pavement Condition Index of 61.88% was obtained, classified as a GOOD pavement.

The level of incidence of the pathologies of the rigid pavement found in the Avenida El Cementerio is: Blow up / buckling 4.00%, crack of corner 12.14%, slab divided 7.33%, scale 3.33%, linear crack 22.30%, polish of aggregates 38.93% , 0.67% punching, 5.33% corner peeling, 5.99% joint peeling.

The level of incidence of the pathologies of the rigid pavement found in José Carlos Mariátegui Street are: corner crack 18.70%, slab divided 4.88%, linear crack

26.02%, polish of aggregates 38.22%, corner peeling 6.50%, joint peeling 5.69%.

The predominant pathology in the rigid pavement of El Cementerio Avenue is aggregate polish 38.93%.

The predominant pathology in the rigid pavement of José Carlos Mariátegui Street is aggregate polish 38.22%

In El Cementerio Avenue, 133 damages are observed with a low level of severity with a percentage of 86.93%, 20 damages with medium severity level with a percentage of 13.07%, and no damage with a high level of severity. Therefore, the pavement of Avenida El Cementerio presents a level of severity LOW: LOW

In José Carlos Mariátegui Street there are 119 damages with low severity level with a percentage of 96.75%, 3 damages with average severity level with a percentage of 2.44%, and 1 damage with high severity level with a percentage of 0.81%. Therefore the pavement of José Carlos Mariátegui Street presents a level of severity LOW: LOW

**Keywords:** Rigid pavement, pavement pathologies, severity, pavement condition index.



# CONTENIDO

1. Título.....	i
2. Jurado evaluador.....	ii
3. Agradecimiento y/o dedicatoria.....	iii
4. Resumen y abstract.....	v
4.1. Resumen.....	v
4.2. Abstract.....	vii
5. Contenido.....	ix
6. Índice de tablas y gráficos.....	xii
Introducción.....	xvi
<b>Capítulo I</b>	
<b>I. PLANEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
a) Caracterización del Problema.....	1
b) Enunciado del Problema.....	2
1.2. Objetivos de la Investigación.....	3
1.3. Justificación de la Investigación.....	3
<b>Capítulo II</b>	
<b>II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	6

2.1.3. Antecedentes Locales.....	9
2.2. Bases Teóricas De La Investigación.....	10
2.2.1. Concepto de patología.....	10
2.2.2. Concepto de Pavimento. ....	10
2.2.2.1. Clasificación de Pavimentos.....	11
2.2.2.2. Fallas en los Pavimentos Rígidos.....	14
2.2.2.3. Serviciabilidad de Pavimentos.....	41
2.2.2.4. Evaluación de la Condición de un Pavimento.....	42
2.2.2.5. Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index).....	43
2.2.2.6. Objetivos del PCI.....	44
2.2.2.7. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento..	45
2.2.2.7.1. Unidades de Muestra.....	45
2.2.2.7.2. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación	46
2.2.2.7.3. Selección de las unidades de muestreo para inspección...	47
2.2.2.7.4. Selección de unidades de muestreo adicionales.....	48
2.2.2.7.5. Evaluación de la condición.....	48
2.2.2.8. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.....	50
2.2.2.8.1. Cálculo del PCI para pavimentos con capa de rodadura en concreto de cemento portland.....	50
2.2.2.9. Cálculo del PCI de una sección de pavimento.....	53
2.2.2.10. Manual de daños.....	54

### **Capítulo III**

<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>56</b>
3.1. Diseño de investigación.....	56
3.1.1. Tipo y nivel de investigación.....	57
3.2. Universo y muestra.....	58
3.2.1. Universo.....	58
3.2.2. Población o muestra.....	58
3.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	61
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
3.5. Plan de análisis.....	62
3.6. Matriz de consistencia.....	63
3.7. Principios éticos.....	65

### **Capítulo IV**

<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
4.1. Resultados.....	66
4.2. Análisis de resultados.....	119

### **Capítulo V**

<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>127</b>
Recomendaciones.....	129
Referencias bibliográficas.....	130
Anexos.....	132

## ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.

### Índice de Tablas

Tabla N° 01: (PCI) de la Muestra N°01 de la Avenida El Cementerio.....	66
Tabla N° 02: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U1.....	69
Tabla N° 03: Cálculo del PCI (Muestra 1).....	72
Tabla N° 04: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 1).....	73
Tabla N° 05: (PCI) de la Muestra N°02 de la Avenida El Cementerio.....	74
Tabla N° 06: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U2.....	75
Tabla N° 07 Cálculo del PCI (Muestra 2).....	75
Tabla N° 08: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 2).....	76
Tabla N° 09: (PCI) de la Muestra N°03 de la Avenida El Cementerio.....	77
Tabla N° 10: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U3.....	78
Tabla N° 11 Cálculo del PCI (Muestra 3).....	78
Tabla N° 12: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 3).....	79
Tabla N° 13: (PCI) de la Muestra N°04 de la Avenida El Cementerio.....	80
Tabla N° 14: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U4.....	81
Tabla N° 15 Cálculo del PCI (Muestra 4).....	81
Tabla N° 16: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 4).....	82
Tabla N° 17: (PCI) de la Muestra N°05 de la Avenida El Cementerio.....	83
Tabla N° 18: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U5.....	84
Tabla N° 19 Cálculo del PCI (Muestra 5).....	84
Tabla N° 20: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 5).....	85
Tabla N° 21: (PCI) de la Muestra N°06 de la Avenida El Cementerio.....	86
Tabla N° 22: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U6.....	87
Tabla N° 23 Cálculo del PCI (Muestra 6).....	87
Tabla N° 24: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 6).....	88
Tabla N° 25: (PCI) de la Muestra N°07 de la Avenida El Cementerio.....	89
Tabla N° 26: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U7.....	90
Tabla N° 27 Cálculo del PCI (Muestra 7).....	90
Tabla N° 28: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 7).....	91
Tabla N° 29: (PCI) de la Muestra N°08 de la Avenida El Cementerio.....	92
Tabla N° 30: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U8.....	93
Tabla N° 31 Cálculo del PCI (Muestra 8).....	93
Tabla N° 32: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 8).....	94
Tabla N° 33: (PCI) de la Muestra N°09 de la Avenida El Cementerio.....	95
Tabla N° 34: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U9.....	96
Tabla N° 35 Cálculo del PCI (Muestra 9).....	96
Tabla N° 36: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 9).....	97
Tabla N° 37: (PCI) de la Muestra N°10 de la Avenida El Cementerio.....	98
Tabla N° 38: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U10.....	99
Tabla N° 39 Cálculo del PCI (Muestra 10).....	99
Tabla N° 40: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 10).....	100
Tabla N° 41: (PCI) de la Muestra N°11 de la Avenida El Cementerio.....	101
Tabla N° 42: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U11.....	102
Tabla N° 43 Cálculo del PCI (Muestra 11).....	102
Tabla N° 44: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 11).....	103
Tabla N° 45: (PCI) de la Muestra N°12 de la Avenida El Cementerio.....	104
Tabla N° 46: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U12.....	105
Tabla N° 47 Cálculo del PCI (Muestra 12).....	105
Tabla N° 48: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 12).....	106
Tabla N° 49: (PCI) de la Muestra N°01 de la Calle José Carlos Mariátegui.....	107

Tabla N° 50: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U01....	108
Tabla N° 51 Cálculo del PCI (Muestra 1).....	108
Tabla N° 52: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 1).....	109
Tabla N° 53: (PCI) de la Muestra N°02 de la Calle José Carlos Mariátegui.	110
Tabla N° 54: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U02....	111
Tabla N° 55 Cálculo del PCI (Muestra 2).....	111
Tabla N° 56: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 2).....	112
Tabla N° 57: (PCI) de la Muestra N°03 de la Calle José Carlos Mariátegui.	113
Tabla N° 58: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U03...	114
Tabla N° 59 Cálculo del PCI (Muestra 3).....	114
Tabla N° 60: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 3).....	115
Tabla N° 61: (PCI) de la Muestra N°04 de la Calle José Carlos Mariátegui.	116
Tabla N° 62: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U04...	117
Tabla N° 63 Cálculo del PCI (Muestra 4).....	117
Tabla N° 64: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 4).....	118
Tabla N° 65: Nivel de incidencias de las patologías de la Avenida El Cementerio.	119
Tabla N° 66: Promedio de PCI del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.....	120
Tabla N° 67: Cálculo del nivel de severidad del pavimento de la Avenida El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura....	121
Tabla N° 68: Nivel de incidencias de las patologías de la Calle José Carlos Mariátegui.	123
Tabla N° 69: Promedio de PCI del pavimento rígido de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura...	124
Tabla N° 70: Cálculo del nivel de severidad del pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.	125

## Índice de Gráficos

Gráfica N° 01: Curva de valor reducido de patología Grieta de esquina.....	67
Gráfica N° 02: Curva de valor reducido de patología Pulimento de agregados.	68
Gráfica N° 03: Curva de valor reducido de patología Descascaramiento de juntas.	68
Gráfica N° 04: Curva de valor reducido de patología Descascaramiento de juntas.	69
Gráfica N° 05: Curva de máximo valor reducido corregido para q=4 de la muestra U1.	70
Gráfica N° 06: Curva de máximo valor reducido corregido para q=3 de la muestra U1.	71
Gráfica N° 07: Curva de máximo valor reducido corregido para q=2 de la muestra U1.	71
Gráfica N° 08: Curva de máximo valor reducido corregido para q=1 de la muestra U1.	72
Gráfica N° 09: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 1).....	73
Gráfica N° 10: Porcentaje de Patologías (Muestra 1).....	73
Gráfica N° 11: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 2).....	75
Gráfica N° 12: Porcentaje de Patologías (Muestra 2).....	76
Gráfica N° 13: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 3).....	78
Gráfica N° 14: Porcentaje de Patologías (Muestra 3).....	79
Gráfica N° 15: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 4).....	81
Gráfica N° 16: Porcentaje de Patologías (Muestra 4).....	82
Gráfica N° 17: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 5).....	84
Gráfica N° 18: Porcentaje de Patologías (Muestra 5).....	85
Gráfica N° 19: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 6).....	87
Gráfica N° 20: Porcentaje de Patologías (Muestra 6).....	88
Gráfica N° 21: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 7).....	90
Gráfica N° 22: Porcentaje de Patologías (Muestra 7).....	91
Gráfica N° 23: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 8).....	93
Gráfica N° 24: Porcentaje de Patologías (Muestra 8).....	94
Gráfica N° 25: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 9).....	96
Gráfica N° 26: Porcentaje de Patologías (Muestra 9).....	97
Gráfica N° 27: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 10).....	99
Gráfica N° 28: Porcentaje de Patologías (Muestra 10).....	100
Gráfica N° 29: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 11).....	102
Gráfica N° 30: Porcentaje de Patologías (Muestra 11).....	103
Gráfica N° 31: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 12).....	105
Gráfica N° 32: Porcentaje de Patologías (Muestra 12).....	106
Gráfica N° 33: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 01).....	108
Gráfica N° 34: Porcentaje de Patologías (Muestra 01).....	109
Gráfica N° 35: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 02).....	111
Gráfica N° 36: Porcentaje de Patologías (Muestra 02).....	112
Gráfica N° 37: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 03).....	114
Gráfica N° 38: Porcentaje de Patologías (Muestra 03).....	115
Gráfica N° 39: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 04).....	117
Gráfica N° 40: Porcentaje de Patologías (Muestra 04).....	118
Gráfica N° 41: Tipo de daño con su nivel de incidencias de la Av. El Cementerio.	119
Gráfica N° 42: Promedio de PCI del pavimento rígido de la Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.....	120
Gráfica N° 43: Nivel de severidad bajo del pavimento de la Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.....	121
Gráfica N° 44: Nivel de severidad medio del pavimento de la Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.....	122
Gráfica N° 45: Tipo de daño con su nivel de incidencias de la Calle José Carlos Mariátegui. .....	123

Gráfica N° 46: Promedio de PCI del pavimento rígido de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura..... 124

Gráfica N° 47: Nivel de severidad bajo del pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura..... 125

Gráfica N° 48: Nivel de severidad medio del pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.... 126

Gráfica N° 49: Nivel de severidad alto del pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura..... 126

## INTRODUCCIÓN

El pavimento rígido es considerada un bien público de mucha ayuda para la población y para el desarrollo social de cada ciudad, son usadas para el tránsito vehicular, es por eso que se da la necesidad de ejecutar estudios concernientes a su elaboración, ejecución, y mantenimiento.

Los pavimentos rígidos son más duraderos que los pavimentos flexibles ya que su mantenimiento es necesario en intervalos de 5 a 10 años después de su construcción en los que sólo se requiere subsanar detalles de sellado de juntas, y su rehabilitación se da después de alcanzar su vida útil de 30 años.

Por otro lado es importante recalcar que los pavimentos rígidos tienen una durabilidad variable dependiendo de factores climáticos, proceso constructivo, mantenimiento, materiales, servicio, etc.

La falta o un mal mantenimiento de los pavimentos rígidos en sus primeros años de haberse construido, dan lugar a deterioros, pudiendo generar grandes problemas económicos.

La verificación visual de patologías en los pavimentos rígidos en nuestra localidad, fue el motivo para realizar esta investigación. La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado actual del



pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, según el tipo de patologías, asimismo indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad que tiene sobre la condición del pavimento.

El enunciado del problema fue ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, nos permitirá obtener el índice de integridad estructural del pavimento (PCI) y evaluar la condición operacional de la superficie?

## **CAPÍTULO I**

### **I. PLANEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del Problema.**

##### **a) Caracterización del Problema.-**

El Distrito de Miguel Checa Sojo se encuentran ubicado en el Norte del Perú en la Provincia de Sullana del Departamento de Piura en las coordenadas  $4^{\circ}54'08''S$   $80^{\circ}48'56''O$  y a una altura promedio de 70 m.s.n.m, con una temperatura máxima de  $40^{\circ}C$  en verano y una mínima de  $17^{\circ}C$  en invierno, tal es así que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas del año, durante el día el sol calienta la superficie y por la noche se enfría rápidamente produciendo cambios de temperaturas relativas, por tal motivo se necesita un nivel técnico que sea apropiado para su ejecución.

Los pavimentos rígidos de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, tienen un promedio de 15 años.

Con la metodología de aplicación del PCI se llegó a tener una clara visión de la realidad de las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura y se pudo evaluar el estado actual de las mismas con la finalidad de tener un dato exacto de la condición del pavimento. Para ello se ejecutó la observación, análisis y evaluación de las pistas.

Se determinaron las patologías en el pavimento rígido, las mismas que fueron muestras de inspección visual, para a partir de sus patologías se tomaron datos y se determinó el Índice de Condición de Pavimento de cada vía.

**b) Enunciado del Problema.**

¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, nos permitirá obtener un índice de la integridad estructural y la condición operacional de la superficie del pavimento?

## **1.2. Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo General**

Determinar y evaluar las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar el tipo de patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.
- Determinar el grado de severidad de las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo.
- Obtener el Índice de Condición del Pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.
- Evaluar la condición operacional de la superficie del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

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

La presente investigación se justifica por la necesidad que de conocer el Índice de Condición de Pavimento de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, según el tipo de patologías identificadas, asimismo indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de patología, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento, nos permite tomar decisiones para su mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

## CAPÍTULO II

### II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes.

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales.

- a) **Prunell S.<sup>1</sup>**. Este estudio concluye que la mayoría de los deterioros que se hallaron, pueden producirse por causa de uno o varios factores simultáneos. Se debe considerar el mantenimiento del pavimento como un punto muy importante para así evitar deterioros de severidad alta (High), puesto que en todos los casos, según el estudio realizado, las patologías con mayor frecuencia de aparición en las superficies de concreto hidráulico son: falla de borde 22,3 %, falla de juntas 19,4 %, Nidos de abeja 19 %, fisura transversal 13,8 %, fisura longitudinal 10,3 %) dislocamiento 9,1 % hundimiento de vías 6,1 %.
- b) **(Ramírez D, Godoy O. 2006).**<sup>2</sup>. Esta investigación se realizó en la ciudad de Asunción, el autor describe las patologías de los Pavimentos Rígidos existentes de la siguiente manera:

La patología de los pavimentos rígidos de la ciudad de

Asunción, como estudio amplio, nos permite saber sobre ciertos fenómenos involucrados en la generación de los deterioros del pavimento y establecer un esquema de soluciones preventivas y correctivas de los daños observados, tomando como objetivo principal realizar un estudio de patologías presente en las Calles Padre Cassanello, Capitán Lombardo, Calles del Barrio Sajonia y la Avenida Choferes del Chaco.

Las patologías encontradas en la Calle Padre Cassanello son grietas lineales, baches, deficiencias de sellado de severidad alta siendo calificado la serviciabilidad de esta calle como mala 40%, regular 30%, buena 19%, muy buena 11%.

c) **(Figuroa T, Palacio R. 2008)** <sup>3</sup>. La presente investigación, se desarrolló en la ciudad de Medellín, de 26 construcciones realizadas, se tomaron 30 muestras de cada una, para garantizar que de los defectos observados tengan una distribución estadística normal, este estudio que hace parte de una investigación tuvo como fin elaborar un manual de construcción de concreto arquitectónico para la ciudad de Medellín Colombia.

Según los resultados obtenidos:

El primer defecto observado son las rebabas, que aparecen en el 21% de los elementos que fueron evaluados y estos defectos representan el 10,3% de los elementos totales.

El segundo defecto observado son los hormigueros, que

aparecen en el 19% de los elementos que fueron evaluados y estos defectos representan el 9,1% de los defectos totales.

El tercer defecto observado es la variación del color, que aparecen en el 40% de los elementos que fueron evaluados y estos defectos representan el 19,4% de los defectos totales.

El cuarto defecto observado son las burbujas, con mayor aparición con un 45% de los elementos que fueron evaluados y estos defectos representan el 22,3% de los defectos totales.

El quinto defecto observado, son los desalineamientos, que aparecen en el 12,4% de los elementos que fueron evaluados y estos defectos representan el 6,1 % de los defectos totales.

El sexto defecto observado es el descascaramiento, que aparecen en el 28% de los elementos que fueron evaluados y estos defectos representan el 13,9% de los defectos totales.

Estos seis defectos mencionados representan el 81% de los defectos totales que aparecen en la superficie de concreto arquitectónico en la ciudad de Medellín Colombia.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales.**

- a) **(Gonzalo M. León R. Ancash 2014).<sup>4</sup>** En esta tesis se usó el método PCI para determinar el índice de condición estructural del pavimento de las veredas.

En el presente estudios se evaluaron Setecientos cuarenta y nueve (749) paños de vereda, para identificar las fallas existentes y poder cuantificar el estado de la misma. Esta investigación concluye que las veredas del AA.HH. Alto Perú que fueron evaluadas tienen un pavimento en estado bueno, con un PCI de 58.13%.

Las fallas observadas fueron del tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de peatones, pues no causan daños estructurales.

**b) Florencio E.<sup>5</sup>** Se concluye que se visualizaron y se evaluaron los diferentes tipos de fallas detectadas en las veredas existentes, obteniéndose las siguientes patologías:

En la Av. Antonio Raymondi, son: Grietas Lineales de 25.81% Craquelado de 33.87% Parche Pequeño de 35.48% Grietas de Retracción de 4.84%

En el Jr. José de San Martín, son: Escala de 3.85% Grietas Lineales de 30.77% Craquelado de 34.62% Parche Pequeño de 19.23% Grietas de Retracción de 11.54%.

En la Av. Agustín Gamarra, son: Escala de 2.04% Grietas Lineales de 18.37% Craquelado de 46.94% Descascaramiento de Juntas de 2.04% Parche Pequeño de 8.16% Grietas de Retracción de 22.45%.

En la Av. 28 de Julio, son: Grietas Lineales de 27.27% Craquelado de 21.82% Descascaramiento de Juntas de 1.82% Parche



Pequeño de 38.18% Grietas de Retracción de 10.91%.

En la Av. Pedro C. Villon, son: Grietas Lineales de 15.63% Craquelado de 68.75% Parche Pequeño de 12.50% Grietas de Retracción de 3.13%.

Se puede concluir que el INDICE PROMEDIO DE CONDICION DE PAVIMENTO, de las veredas de las diferentes calles del Cercado del Distrito de Huaraz es de 66.60.

Se concluye que las veredas de las diferentes calles del Cercado del Distrito Huaraz, tienen un estado BUENO.

Se concluye que el nivel de las patologías en las veredas de las diferentes calles del Cercado del Distrito de Huaraz, son: 2 Escala 1.20% 3 Grietas Lineales 24.40% 5 Craquelado 38.40% 7 Descascaramiento de Juntas 0.80% 3.67% 9 Parche Pequeño 24.40% 10 Grieta de Retracción 10.80%.

c) **(Tafur, 2013)<sup>6</sup>**. En la ciudad de Cajamarca se elaboró una tesis con el objetivo de evaluar la resistencia y calidad de las losas de concreto rígido de los Jirones Arcomayo cuadra No 1 y Sánchez Hoyos cuadra N°2. El procedimiento consistió en la extracción de probetas de concreto con diamantina, con broca de cuatro pulgadas, para determinar la resistencia del concreto, también se midió el espesor de la losa, el tamaño máximo de los agregados y finalmente la determinación de la calidad del concreto mediante un cuadro comparativo y el expediente técnico. Se obtuvo que el 43% de los

testigos son de excelente calidad, el 57% de los testigos son de mala calidad. Se recomendó a la Municipalidad Provincial de Cajamarca realizar una adecuada supervisión en el proceso constructivo.

### **2.1.3. Antecedentes Locales.**

- a) **(Espinoza T.).<sup>7</sup>** En la presente tesis se concluye que el índice promedio de condición del pavimento, es de 55% con un estado regular.

Se concluye que estos pavimentos tienen varias patologías esto por un mal proceso constructivo, una mala calidad de los agregados de la zona y sumado a esto la inclemencia del tiempo y que el suelo tiene bastante responsabilidad en dichas grietas.

Se concluye que el nivel de incidencia de las patologías son: Grietas de esquina 22.77%, Escala 7.11%, Grietas lineales 40.65%, Pulimento de agregados, 29.00%.

- b) **(Ipanaque P. 2010).<sup>8</sup>** El presente trabajo es una tesis se concluyó que el índice promedio de condición de pavimento en las veredas de las diferentes calles del Distrito de Vice es 90%, con un estado de serviciabilidad excelente, encontrando las siguientes patologías: grietas de esquina 8.11%, grietas lineales 8.00%, parcheo pequeño 16.22%, pulimiento de agregados 8.11%, y descascaramiento de junta 32.42%.

c) **(Morocho Peña, 2011).<sup>9</sup>** En este estudio de investigación el autor determina y evalúa las patologías del pavimento rígido en las veredas, evaluando los diferentes tipos de patologías existentes en las veredas patologías existentes en las veredas de las calles de la urbanización Santa María del Pinar del distrito de Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

En esta investigación se hace uso del método de Nivel de Índice de Condición de Pavimento, para cada una de las veredas de las calles de la Urbanización Santa María del Pinar, así mismo de cuadros estadísticos de las Patologías existentes, cuadros del ámbito de la investigación, y cuadros del estado en que se encuentran las veredas de las calles de la Urbanización Santa María del Pinar.

## **2.2. Bases Teóricas De La Investigación**

**2.2.1. Concepto de patología.** La patología del concreto es el estudio de los defectos y daños que sufre el concreto, sus consecuencias, sus causas. En otras palabras Patología es aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que pueden experimentar las estructuras de concreto.

**2.2.2. Concepto de Pavimento.** Se llama pavimento al conjunto de capas denominadas como base, subbase y superficie de rodadura, hechas de material seleccionado, según los requerimientos particulares de la subrasante, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Dichas capas reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada.

Un pavimento es considerado una estructura diseñada con la finalidad de absorber las fuerzas causadas por acción de cargas del tránsito peatonal y vehicular y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodadura la cual debe de funcionar eficientemente.<sup>10</sup>

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. Soportando la circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado.

#### **2.2.2.1. Clasificación de Pavimentos**

- a) **Pavimento flexible:** Es una estructura compuesta por dos capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y en algunos casos aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica a las sobrecapas granulares: lechada asfáltica (slurry seal), tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.



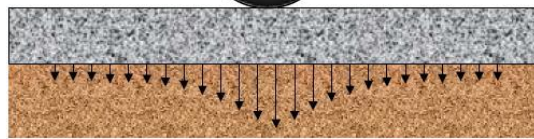
b) **Pavimento semirrígido:** Tiene la misma estructura que un pavimento flexible, con la diferencia que una de sus capas se encuentra rígida artificialmente con el uso de algún aditivo que puede ser: cal, asfalto, emulsión, cemento, o químicos; los cuales permiten incrementar la capacidad portante del suelo.



c) **Pavimento Rígido:** Es una estructura compuesta específicamente por una capa de subbase granular, la cual puede ser estabilizada con cemento o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento Portland con agregados, aglomerantes, y de ser el caso con aditivos, con resistencia a la compresión que debe ser mayor o igual a 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Existen tres categorías de pavimentos rígidos:

- Pavimentos de concreto simple con juntas.
- Pavimentos de concreto con juntas y barras transversales.
- Pavimentos de concreto continuo reforzado.



**Pavimento Rígido**



**d) Pavimento Articulado:** Es aquel en el cuales la capa superior o acabado del pavimento está constituida por elementos prefabricados de concreto, piedras duras en su forma natural o cortadas o piezas de arcilla cocida, que empalman entre sí sin emplear materiales aglomerantes para fijarlos. Son iguales y de un espesor uniforme, se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o sobre la subrasante.



### 2.2.2.2. Fallas en los Pavimentos Rígidos

Fallas según los lineamientos de la norma ASTM D6433-03.

#### a) **Blowup - buckling. (Levantamiento / Pandeo)**

- Descripción: Los Blowup - buckling ocurren en climas cálidos, generalmente en grietas transversales o juntas que no son lo suficientemente anchas como para permitir la expansión de las losas de concreto. El ancho insuficiente generalmente es causado por la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede aliviar la presión suficiente, se producirá un movimiento localizado ascendente de los bordes de la losa (pandeo) o rotura en las proximidades de la junta. Este tipo de falla casi siempre se debe reparar de inmediato

- Niveles de Severidad

Low: Causa una calidad de tránsito de severidad baja.

Medium: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

High: Causa una calidad de tránsito de severidad alta.

- Medida. En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

- Opciones de Reparación

Low: No se hace nada. Parcheo profundo o parcial de la losa de concreto.

Medium: Se realiza un parcheo profundo o reemplazo de la losa de concreto.

High: Se realiza un parcheo profundo o reemplazo de la losa de concreto.





Figura 1. Blowup/Buckling de severidad baja.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 2. Blowup/Buckling de severidad media.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 3. Blowup/Buckling de severidad alta.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

## **b) Grieta de esquina.**

- Descripción: Un corte de esquina es una grieta que intersecta las juntas a una distancia menor o igual a la mitad de la longitud de la losa en ambos lados, medida desde la esquina de la losa. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 25 por 25 pies (7,5 por 7,5 m) que tiene una fisura que corta la junta 5 pies (1,5 m) desde la esquina en un lado y 17 pies (5 m) en el otro lado no es considerado un descanso en la esquina; es una grieta diagonal. Sin embargo, una grieta que intersecta 7 pies (2 m) en un lado y 10 pies (3 m) en el otro se considera un corte de esquina. Un quiebre o descascaramiento de esquina difiere de una grieta de esquina en que la grieta se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que una esquina rompe la unión en un ángulo. La repetición de carga combinada con la pérdida de soporte y las tensiones de rizado generalmente causan cortes en las esquinas.

- Niveles de Severidad

Low: La grieta o corte de esquina está definida por una grieta de severidad baja y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.

Medium: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media.

High: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas están severamente fragmentadas.

- Medida. La losa dañada se registra como una losa si es que:
  1. Si la losa sólo presenta una grieta de esquina.
  2. Si la losa contiene más de una grieta de una severidad específica.
  3. Si la losa contiene dos o más grietas de severidades distintas.

Si existen dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

- Opciones de reparación

Low: No se realiza ninguna reparación. Se hace el sellado de grietas de más de 3 mm.

Medium: Se sellan las grietas. Se realiza parcheo profundo.

High: Se realiza parcheo profundo.



Figura 4. Grieta de esquina de severidad baja.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

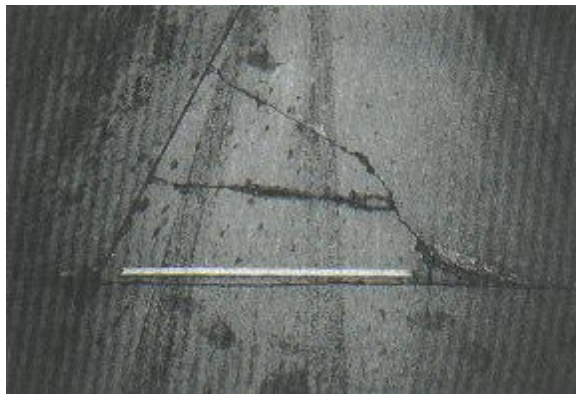


Figura 5. Grieta de esquina de severidad media.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

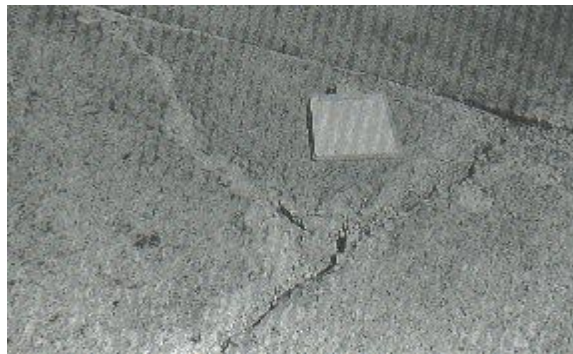


Figura 6. Grieta de esquina de severidad alta.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

**c) Losa dividida.**

- Descripción: Las grietas que se cruzan son grietas que rompen la losa en cuatro o más piezas debido a una sobrecarga o un soporte inadecuado, o ambas cosas. Si todas las piezas o grietas están contenidas dentro de un corte de esquina, el daño se clasifica como una ruptura de esquina severa.
- Niveles de severidad

En el siguiente Cuadro 23.1 se detallan los niveles de severidad para una losa dividida.

**Cuadro 23.1. Niveles de Severidad para Losa Dividida**

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 ó más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

- Medida. Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.
- Opciones de reparación

Low: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

Medium: Reemplazo de la losa.

High: Reemplazo de la losa.

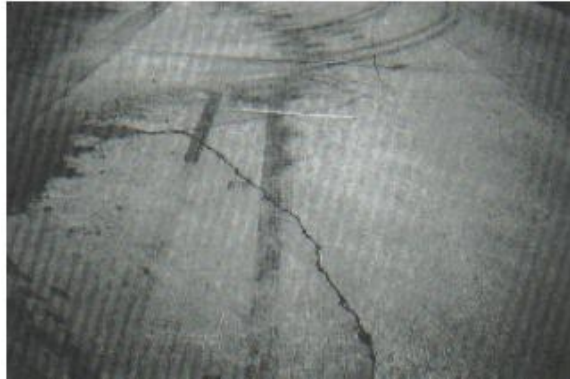


Figura 7. Losa dividida de severidad baja.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 8. Losa dividida de severidad media.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 9. Losa dividida de severidad alta.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

**d) Grieta de durabilidad “D”.**

- Descripción: El agrietamiento por durabilidad (D-Cracking) es causado por la incapacidad del concreto para soportar factores ambientales tales como los ciclos de congelación-descongelación. Por lo general, aparece como un patrón de grietas paralelas a una grieta conjunta o lineal. Por lo general, se puede ver una coloración oscura alrededor de las grietas de durabilidad fina. Este tipo de agrietamiento puede eventualmente conducir a la desintegración del concreto dentro de 1 a 2 pies (0.3 a 0.6 m) de la junta o grieta.
- Niveles de severidad

Low: Las grietas por durabilidad “D” cubren menos del 15% del área de la losa de concreto. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.

Medium: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Las grietas por durabilidad “D” cubren menos del 15% del área de la losa de concreto y la mayoría de los pedazos de la losa se han desprendido o pueden removerse fácilmente.
2. Las grietas por durabilidad “D” cubren más del 15% del área de la losa de concreto. En su mayoría las grietas están cerradas, pero unos cuantos pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.

High: Las grietas por durabilidad “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

- Medida. Cuando se localiza el daño y se califica su severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como el nivel de daño más alto. Por ejemplo, si en la misma losa se encuentran grietas por durabilidad “D” de baja y media severidad, la losa sólo se registra como de severidad media.
- Opciones de reparación

Low: No se hace nada en la losa.

Medium: Se realiza parcheo profundo. Se reconstruyen las juntas.

High: Se realiza parcheo profundo. Se reconstruyen las juntas. Se reemplaza la losa.



Figura 10. Grieta de durabilidad de severidad baja.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*





Figura 11. Grieta de durabilidad de severidad media.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 12. Grieta de durabilidad de severidad alta.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

#### **e) Escala.**

- Descripción: El escalamiento es un deterioro de la superficie causado por defectos de construcción, defectos de materiales y factores ambientales

La escala se origina por las siguientes causas:

1. Por asentamiento debido un terreno blando.
2. Por bombeo o erosión del material que se encuentra debajo de la losa de concreto.
3. Por alabeo de los bordes de la losa de concreto debido a

cambios de temperatura o humedad.

- Niveles de Severidad

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se detalla en el Cuadro 25.1.

**Cuadro 25.1 Niveles de Severidad para Escala.**

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

- Medida. La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas.

Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño tan sólo se consideran al momento de definir la severidad de las grietas.

- Opciones de reparación

Low: No se hace nada en la losa. Se hace un fresado en la losa.

Medium: Se hace un fresado en la losa.

High: Se hace un fresado en la losa.



Figura 13. Escala de severidad baja.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 14. Escala de severidad media.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

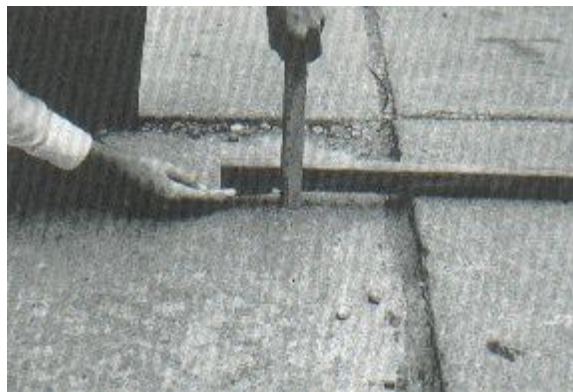


Figura 15. Escala de severidad alta.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

**f) Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).**

- Descripción: Las grietas longitudinales, transversales y diagonales (LTD), que dividen la losa en dos o tres piezas,

generalmente son causadas por una combinación de repetición de carga, tensiones de rizado y tensiones por contracción. Las grietas de baja gravedad suelen estar relacionadas con la deformación o la fricción y no se consideran problemas estructurales importantes. Las grietas de gravedad media o alta generalmente son grietas de trabajo y se consideran dificultades estructurales mayores.

- Niveles de severidad

#### Losas sin refuerzo

Low: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

Medium: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Una grieta no sellada tiene un ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
2. Una grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Una grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.

High: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Una grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.

2. Una grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

#### Losas con refuerzo

Low: En grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

Medium: Si es que existe una de las siguientes condiciones:

1. Una grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
2. Una grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Una grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

High: Si es que existe una de las siguientes condiciones:

1. Una grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
  2. Una grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.
- Medida. Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

- Opciones de reparación

Low: No se hace nada. Se realiza el sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

Medium: Se realiza el sellado de grietas.

High: Se realiza el sellado de grietas. Parcheo profundo. Se reemplaza la losa.



Figura 16. Grietas lineales de severidad baja en losa de concreto simple.

*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 17. Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 18. Grietas lineales de severidad alta en losa de concreto simple.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

**g) Bombeo.**

- Descripción: El bombeo es la expulsión de material por el agua a través de juntas o grietas causadas por la deflexión de la losa bajo cargas que pasan. A medida que se expulsa el agua, transporta partículas de grava, arena, arcilla o limo, lo que resulta en una pérdida progresiva del soporte del pavimento. Las manchas en la superficie y el material de la base o

subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas son evidencia de bombeo. El bombeo cerca de las juntas indica sellador de junta deficiente y pérdida de soporte, que provocará agrietamiento bajo cargas repetidas. El sello de la junta debe identificarse como defectuoso antes de poder decir que existe. El bombeo puede ocurrir en grietas y juntas.

- Niveles de Severidad. No existen grados de severidad definidos. Basta con indicar la existencia.
- Medida. Si existen bombeo de una junta entre dos losas esto se contabiliza como dos losas, pero, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.
- Opciones de reparación

Low, Medium y High: Se realiza el sellado de juntas y grietas. Se restaura la transferencia de cargas.



Figura 19. Bombeo de severidad baja.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



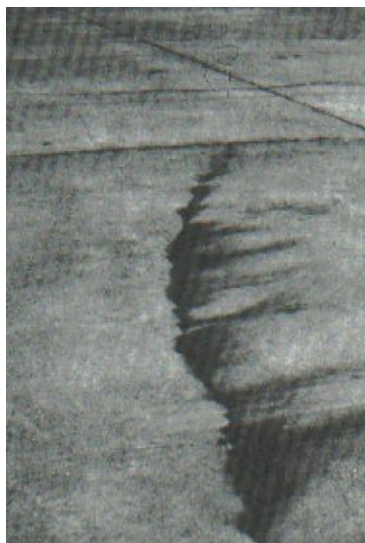


Figura 20. Bombeo de severidad media.  
Fuente: ASTM D6433-03.

#### h) Punzonamiento.

- Descripción: Este daño se localiza en un área de la losa que está rota en pedazos. Puede expresarse en muchas formas y figuras diferentes pero, por lo general, se define por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, con 1.52 m de separación entre sí. Este daño se origina por las constantes cargas pesadas, por un espesor inadecuado de la losa de concreto, por la pérdida de soporte de la fundación del suelo o una deficiencia localizada de construcción del concreto como por ejemplo, hormigueros.
- Niveles de Severidad

Niveles de Severidad para Punzonamiento			
Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

Figura 21. Nivel de severidad para punzonamiento.  
Fuente: ASTM D6433-03.

- Medida. Si la losa se encuentra uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno considerando el mayor nivel de severidad que se presente.
- Opciones de reparación

Low: No se hace nada. Se realiza el sellado de grietas.

Medium: Se realiza un parcheo profundo.

High: Se realiza un parcheo profundo.

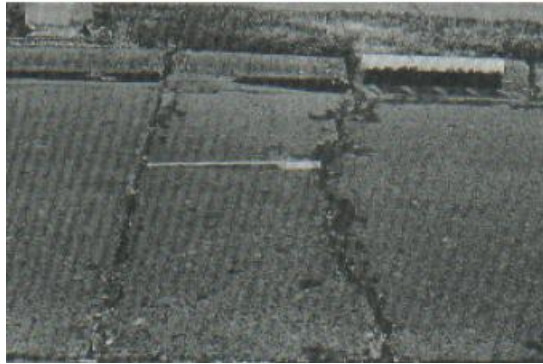


Figura 22. Punzonamiento de severidad baja.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 23. Punzonamiento de severidad media.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 24. Punzonamiento de severidad alta.

Fuente: *ASTM D6433-03*.

**i) Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.**

- Descripción: El desconchamiento o craquelado se refiere a una red de grietas finas, superficiales o capilares, que se extienden sólo en la parte superior de la superficie de la losa de concreto. Las grietas tienden a unirse en ángulos de 120 grados. Por lo general, este daño se presenta por exceso de manipulación en el acabado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa de concreto a una profundidad aprox. de 6.0mm a 13.0mm. El desconchamiento o craquelado también puede ser causado por un proceso constructivo incorrecto o por mala calidad en los agregados.

- Niveles de Severidad

Low: El desconchamiento o craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa de concreto; la superficie se encuentra en buena condición con tan solo un descamado mínimo.

Medium: La losa de concreto está descamada, pero menos del 15% de la losa se encuentra afectada.

High: La losa esta craquelada en más del 15% de su área.

- Medida. Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.
- Opciones para Reparación

Low: No se hace nada a la losa.

Medium: No se hace nada a la losa. Reemplazo de la losa.

High: Se realiza un parcheo profundo o parcial. Se reemplaza la losa de concreto. Se realiza una sobrecarpeta.



Figura 25. Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado de severidad baja.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 26. Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado de severidad media.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 27. Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado de severidad alta.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

#### **j) Descascamiento de esquina.**

- Descripción: El espaciado de las esquinas es el desmoronamiento o la rotura de la losa a aproximadamente 2 pies (0.6 m) de la esquina. Un descascamiento de esquina difiere de un corte de esquina en que el descascamiento generalmente se curva hacia abajo para intersectar la unión o junta, mientras que un corte o grieta se extiende verticalmente

a través de la losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

- Niveles de severidad

En el Cuadro 38.1 se detallan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. Si existe un descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados este no deberá contarse.

Profundidad del Descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
Menor de 25.0 mm	L	L
> 25.0 mm a 51.0 mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

Figura 28. Nivel de severidad de descascaramiento de esquina.

*Fuente: ASTM D6433-03.*

- Medida. Si en una losa se presenta una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el nivel de severidad mayor.
- Opciones de reparación

Low: No se hace nada en la losa.

Medium: Se realiza un parcheo parcial.

High: Se realiza un parcheo parcial.



Figura 29. Descascaramiento de esquina de severidad baja.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 30. Descascaramiento de esquina de severidad media.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 31. Descascaramiento de esquina de severidad alta.  
*Fuente: ASTM D6433-03.*

#### **k) Descascaramiento de junta.**

- Descripción: El descascarado de juntas es la rotura de los bordes de la losa a 2 pies (0.6 m) del lado de la junta. Una grieta articular generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa, sino que corta la articulación en un ángulo. El

descascarado resulta de tensiones excesivas en la junta o grieta causadas por la infiltración de materiales incompresibles o la carga de tráfico. Concreto débil en la junta (causado por exceso de trabajo) combinado con cargas de tráfico es otra causa de desprendimiento.

- Niveles de Severidad

En el Cuadro 39.1 se detallan los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6m	> 0.6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	L	L
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0 mm.	< 102 mm	L	M
	>102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	M	H

Figura 32. Nivel de severidad descascaramiento de junta.

*Fuente: ASTM D6433-03.*

- Medida. Si el descascaramiento de junta se presenta a lo largo del borde de una losa de concreto, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa de concreto, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas de concreto adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.



- Opciones para Reparación

Low: No se hace nada en la losa.

Medium: Se realiza un parcheo parcial.

High: Se realiza un parcheo parcial. Se realiza la reconstrucción de la junta.

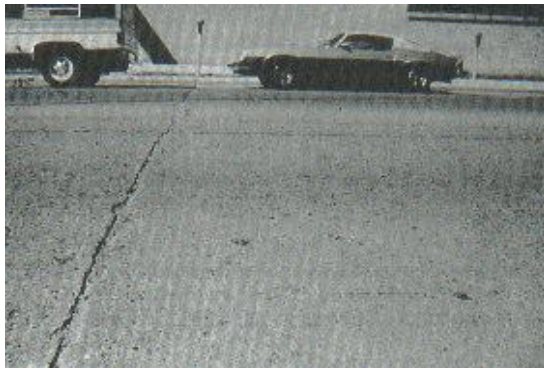


Figura 33. Descascaramiento de junta de severidad baja.

*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 34. Descascaramiento de junta de severidad media.

*Fuente: ASTM D6433-03.*



Figura 35. Descascaramiento de junta de severidad alta.

*Fuente: ASTM D6433-03.*

### 2.2.2.3. Serviciabilidad de Pavimentos.

La serviciabilidad funcional del pavimento se define como la condición necesaria del pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable.

Se ha representado la serviciabilidad del pavimento en un índice, se deriva de los resultados de la prueba AASHO, que consta de evaluación en una escala que varía de 0 a 5, donde para un pavimento con una superficie en muy malas condiciones toma un valor de 0, y para pavimentos con una superficie muy buena toma un valor de 5.

Si usamos buenas técnicas de construcción, el pavimento de concreto puede llegar a tener una serviciabilidad  $P_o = 4.7$  ó  $4.8$ , con ellos podemos asegurar que mientras mejor se construya inicialmente un pavimento, o bien, mientras mejor índice de serviciabilidad inicial tenga mayor será su vida útil.

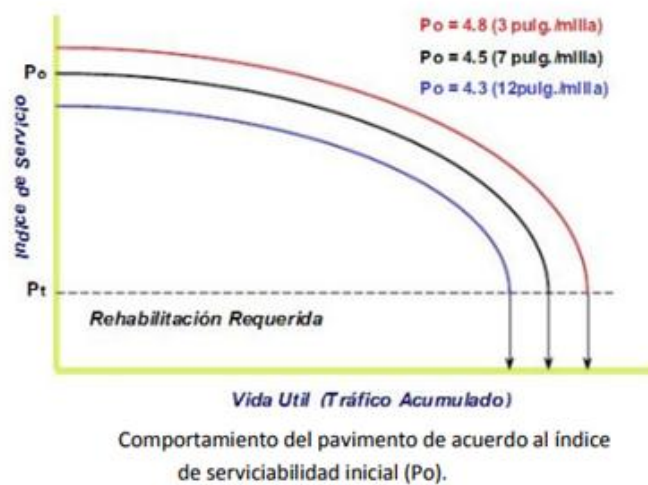


Figura 36. Comportamiento del pavimento de acuerdo al índice de serviciabilidad inicial.

Fuente: ASTM D6433-03.

**Figura 37. Norma AASHTO**

<b>Índice de Serviciabilidad (PSI)</b>	<b>Calificación</b>
5 – 4	Muy buena.
4 – 3	Buena.
3 – 2	Regular.
2 – 1	Mala.
1 – 0	Muy mala.

Fuente: ASSSHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

#### **2.2.2.4. Evaluación de la Condición de un Pavimento**

La evaluación de un pavimento es un informe en el cual se detalla el estado en que se encuentra la superficie del mismo, para luego tomar medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, logrando así prolongar la vida útil del pavimento. Esta metodología puede ser aplicada a pavimentos asfálticos, como a los de concreto de cemento Portland

Esta evaluación tiene dos componentes:

##### **a. Evaluación Estructural.**

A través de esta evaluación se obtienen resultados sobre el comportamiento del pavimento como estructura, que es sometida a las cargas generadas por el tráfico de autos y a agentes ambientales, como temperatura, humedad, etc.

### **b. Evaluación Superficial o Visual.**

Se busca ver los deterioros presentes en la superficie del pavimento en el momento de la evaluación.

.Estas dos evaluaciones si se realizan de forma periódica nos ayudan a predecir el nivel de vida útil de una red o un proyecto.

También nos permitirá optimizar los costos de rehabilitación, si es que se detecta un deterioro de forma temprana.

#### **2.2.2.5. Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index).<sup>11</sup>**

El PCI, fue desarrollado entre los años 1974 a 1976, para el Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y fue ejecutado por los Ingenieros Mohamed Shahin, Michael Darter y Starr Kohn, con el objetivo de obtener un sistema de administración para el mantenimiento de pavimentos rígidos y Flexibles.

El PCI resulta ser un indicador numérico, desarrollado con el fin de calificar la condición operacional y la irregularidad de la superficie del pavimento. El PCI puede ser un indicador de la condición operacional y la integridad estructural del pavimento, pero no da una medida puntual de la capacidad estructural, ni de su resistencia.

El PCI varía entre 0 (cero) y 100 (cien), correspondiendo cero a la peor condición o en mal estado del pavimento y cien a la mejor condición o en perfecto estado del pavimento.

#### **RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI.**

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

#### **2.2.2.6. Objetivos del PCI**

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

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

El cálculo del PCI se basa en los resultados obtenidos en un estudio visual de la condición del **pavimento** en el cual se establece: CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD que cada daño presenta. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una apreciación clara de las causas de los daños en el pavimento y su relación con las cargas o con el clima.

#### **2.2.2.7. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento**

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Luego se registra la información obtenida en formatos adecuados para tal fin. Luego se debe establecer el Inventario de Pavimentos, es decir, los pavimentos se separan definiéndose los siguientes conceptos:

Red: El conjunto de pavimentos a ser administrados.

Rama: Parte fácilmente identificable de la red.

Sección: La menor unidad de administración con características homogéneas.

### 2.2.2.7.1. Unidades de Muestra

Para carreteras con capa de rodadura en losas de concreto rígido y con longitud inferior a 7.60 m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas.

### 2.2.2.7.2. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

En la “Evaluación De Una Red” puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.<sup>12</sup>

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

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a ser evaluadas.

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

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $\sigma$ ) del PCI de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

#### **2.2.2.7.3. Selección de las unidades de muestreo para inspección**

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

El intervalo de muestreo ( $i$ ) se expresa mediante la Ecuación

$$i = \frac{N}{n}$$

Dónde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)



El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo  $i$ .

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como  $(S)$ ,  $(S + 1)$ ,  $(S + 2)$ , etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo ( $i$ ) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

#### **2.2.2.7.4. Selección de unidades de muestreo adicionales**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

#### **2.2.2.7.5. Evaluación de la condición**

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición

de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

➤ Equipo.

- Escalímetro de 50 cm.
- Regla de aluminio y
- Wincha de 30 m y 5 m.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

➤ Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la plataforma inspeccionada y para el personal en la plataforma.

### **2.2.2.8. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo**

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

#### **2.2.2.8.1. Cálculo del PCI para pavimentos con capa de rodadura en concreto de cemento portland**

##### **Etapa 1. Cálculo de los Valores Reducido (VR)**

Para cada combinación particular de tipos de fallas y grados de severidad, sumar el número de losas en las cual se presentan.

Dividir el número de losas entre el número total de losas en la unidad de muestra y luego multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje de la densidad de cada combinación de falla y grado de severidad.

Determine los Valores Reducidos (VR) para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada.

## **Etapa 2. Cálculo del número Máximo Admisible de Valores Reducidos ( $m$ )**

Si solo uno o ningún Valor Reducido (VR) es mayor a 5, se usará la suma de los Valores Reducidos (VRs) en lugar del máximo VRC para la determinación del PCI. De no ser así utilizar el siguiente procedimiento para determinar el máximo VRC.

Determinar  $m$ , el máximo número de fallas permitidas:

$$m = 1 + (9/98) * (100 - \text{VAR})$$

Dónde:

$m$  = Número permitido de Valores Reducidos (VRs) incluyendo fracciones.

VAR = Valor individual más alto de Valor Reducido (VR).

## **Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Reducido Corregido”, VRC.**

El máximo VRC se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- a. Determine el número de valores reducidos,  $q$ , mayores que 2.0.
- b. Determine el “Valor Reducido Total” sumando TODOS los valores reducidos individuales.
- c. Determine el VRC con  $q$  y el “Valor Reducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- d. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Reducidos” individuales que

sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

e. El máximo VRC es el mayor de los VRC obtenidos en este proceso.

**Etapa 4. Calcule el PCI restando de 100 el máximo VRC.**

**PAVEMENT CONDITION INDEX  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO**

Nº	Valores Reducidos										Total	q	VRC
1													
2													
3													
4													

Formato para las iteraciones del cálculo del VRC.

Figura 38. Pavement Condition Index.  
Fuente: ASTM D6433-03.

Ingresar en la tabla los Valores Reducidos (VRs) en la primera fila en forma descendente, reemplazando el menor Valor Reducido (VR) por el producto del mismo y la fracción decimal del  $m$  calculado y utilizar este valor como el menor en la primera fila,. Si el número de Valores Reducidos (VRs) es menor al valor de  $m$ , ingresar todos los Valores Reducidos (VRs) en la tabla. Si el número de Valores Reducidos (VRs) es mayor a  $m$  utilizar los  $m$  valores más altos solamente.

Sumar todos los valores de VRs de la fila y colocar ese valor en la columna de “total”, luego poner en la columna “q” el número de valores de VRs que son mayores a 5.

Determinar el VRC con la curva de corrección correcta, para

pavimentos para de concreto, con los valores de “Total” y “q”.

Copiar los VRs a la siguiente línea, cambiando el menor valor de VR mayor que 5 a 5. Luego repetir lo anterior hasta que se cumpla “q” = 1.

El máximo VRC es el valor más alto de la columna VRC.

### **2.2.2.9. Cálculo del PCI de una sección de pavimento**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Dónde:

PCIS: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o

representativas.

PCI<sub>A</sub>: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

#### **2.2.2.10. Manual de daños**

##### **Calidad de tránsito (RIDE QUALITY)**

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones, para la presente investigación. A continuación se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.<sup>13</sup>

**L.- (Low-Bajo).** Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observara el grado de abultamientos o hundimientos.

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

rebote significativo, creando incomodidad. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observara el grado de abultamientos o hundimientos.

**H.- (High-Alto).** Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo. Para el caso de la presente investigación esta será recorrida a pie y se observara el grado de abultamientos o hundimientos.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.



## **CAPÍTULO III**

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Diseño de investigación.**

- a) Se efectuó siguiendo el manual del método Índice de Condición de Pavimentos (PCI). Para el desarrollo del siguiente trabajo de investigación es posible utilizará software para el procesamiento de los datos, estos son:
- b) La evaluación será del tipo visual y personalizada.
- c) La metodología a utilizar, para el desarrollo adecuado del proyecto, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es:
  - Recopilación de antecedentes preliminares: en esta etapa se realizó la búsqueda, ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayudaron a cumplir con los objetivos planteados para este proyecto.
  - Estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos enfocado al método PCI.
  - Para la determinación de las muestras se tomaron las vías de pavimento rígido de la Av. El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito

de Miguel Checa Sojo, cada vía es una red y dentro de esta red, se ubican las muestras.

Este diseño se grafica de la siguiente manera:



### **3.1.1. Tipo y nivel de investigación.**

El estudio a realizarse es del tipo, descriptivo, no experimental y de corte transversal.

- Es descriptivo porque describe la realidad, sin que esta sea alterada.
- Es no experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.
- Es de corte transversal porque se está analizando en un periodo exclusivo.

## **3.2. Universo y muestra**

### **3.2.1. Universo.**

Para la presente Investigación el Universo o población está dada por la delimitación geográfica del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

### **3.2.2. Población o Muestra**

Se seleccionaron los pavimentos rígidos de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, para su correspondiente evaluación.

- Se ha definido dos proyecto para ser evaluados:

1. La Avenida El Cementerio con una longitud de 432 mts.
2. La Calle José Carlos Mariátegui con una longitud de 168 mts.

Estas dos vías pertenecen al Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

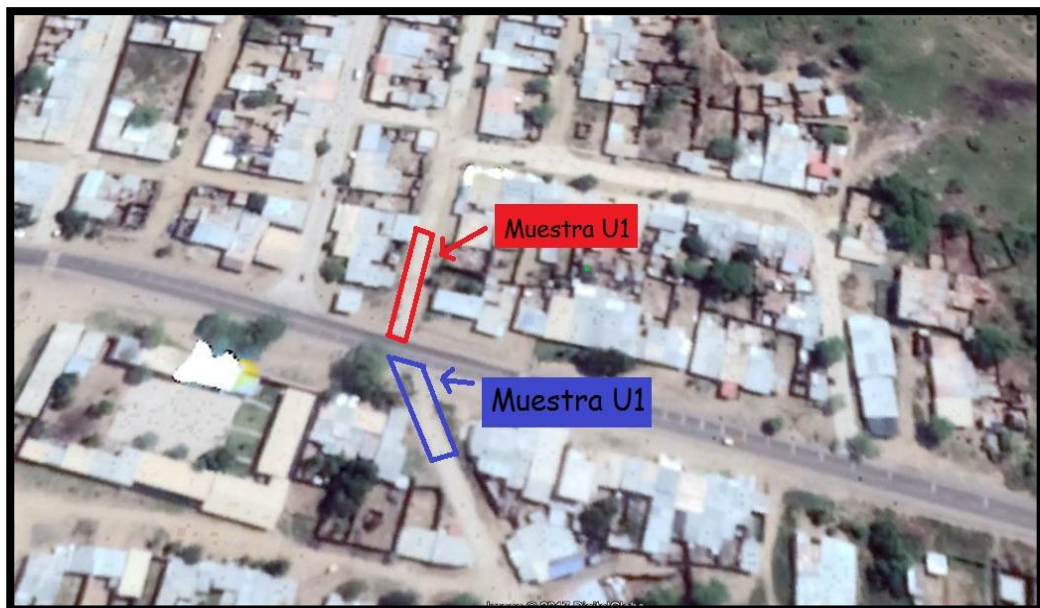
En la figura 01, se halla la Avenida El Cementerio señalada de color azul y la Calle José Carlos Mariátegui señalada de color rojo.

**Figura 39:** Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui.



*Fuente: Elaboración Propia,*

**Figura 40:** Ubicación de muestra U1 de Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui.



En la figura 02, se hallan las ubicaciones de la muestra U1 de la Avenida El Cementerio de color azul y la muestra U1 de la Calle José Carlos Mariátegui de color rojo.

*Fuente: Elaboración Propia.*

Para carreteras con capa de rodadura en losas de concreto rígido y con longitud inferior a 7.60 m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas. En la Avenida el Cementerio tenemos 12 muestras y en la Calle José Carlos Mariátegui tenemos 4 muestras.

Aplicando la siguiente fórmula 1 obtenemos el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar en la Avenida El Cementerio.

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar en la Avenida El Cementerio.

N: 12.

e: 5

$\sigma$ : 15.

$$n = \frac{(N)(\sigma^2)}{\frac{e^2}{4}(N-1) + \sigma^2} \quad \boxed{\text{Fórmula 1}}$$

Reemplazamos los valores:

$$n = \frac{12 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (12 - 1) + 15^2} \cong 9.19 = 10$$

El número mínimo de muestras es 10.

El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la siguiente fórmula 2:

$$i = \frac{N}{n} \quad \boxed{\text{Fórmula 2}}$$

Reemplazamos los valores:

$$i = \frac{12}{10} = 1.2$$

En la Avenida El Cementerio se cogerán cada 1.2 unidades de los 12 muestreos, eso quiere decir que solo analizaremos 10 muestras, en este estudio de investigación se evaluaron las 12 muestras que se tomó en campo.

En la Calle José Carlos Mariátegui sólo tenemos 04 unidades de muestreo, por lo cual no es necesario aplicar la fórmula 1, y se evaluaron las 04 muestras que se tomó en campo.

### 3.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.	Es la determinación o establecimiento de las patologías que tienen los pavimentos rígidos de las pistas de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.	Tipos de patologías que se presentan en el pavimento rígido como son:  • Blow up/Buckling, grieta de esquina, losa dividida, escala, grieta lineal, pulimento de agregados, punzonamiento, descascaramiento de esquina, descascaramiento de junta.	Variabilidad en	Tipo, forma de patología.
			Grado de afectación	Clase de patología.
				Nivel de severidad.
				Baja (L)  Medio (M)  Alto (H)

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se utilizó la Evaluación Visual y toma de datos como largo, ancho y profundidad de las fisuras a través de ficha técnica como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

La evaluación de la condición incluyo los siguientes aspectos:

## Equipo

- Escalímetro de 50 cm.
- Regla de aluminio y
- Wincha de 30 m y 5 m.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

### **3.5. Plan de análisis**

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- La Ubicación del área de estudio.
- Los Tipos de patologías existentes en el pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo.
- Nivel de Índice de Condición de Pavimento (PCI).
- Cuadros estadísticos de las Patologías existentes.
- Cuadros de curvas para pavimentos de concreto.

### 3.6. Matriz de consistencia.

#### MATRIZ DE CONSISTENCIA

ENUNCIADO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, Abril 2017.</p>	<p><b>Objetivo General</b>            Determinar y evaluar las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el tipo de patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.</li> <li>• Determinar el grado de severidad de las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo o.</li> <li>• Obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente.</b>            Patologías del pavimento rígido.</p> <p><b>Variable dependiente.</b>            Identificar, determinar y evaluar las patologías del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.</p>	<p>La metodología que se va a utilizar, para el desarrollo del presente proyecto de investigación será:</p> <p>La Recopilación de antecedentes preliminares (Internacionales, Nacionales y Locales). En esta etapa se realizará la búsqueda de información, el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes que ayudarán a cumplir con los objetivos de este proyecto de investigación.</p> <p>Se realizará un muestreo del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura</p> <p>El muestreo se desarrollará siguiendo la metodología del PCI.</p>



	<p>Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluar la condición operacional de la superficie del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.</li></ul>		
--	---	--	--

### **3.7. Principios éticos.**

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se ha creído conveniente consultar y tomar artículos, trabajos de investigación, ponencias, textos y otros documentos relacionados al tema respetando la autoría de cada uno de ellos.

**CAPITULO IV**  
**IV. RESULTADOS**

**4.1. Resultados**

**Unidad de Muestra N° 01 – Avenida El Cementerio**


 UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	<b>" DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"</b>				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>					
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Avenida El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U1	
<b>MUESTRA</b>		<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido		Piura		18	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>				<b>LARGO x ANCHO</b>	
Vehicular				4.00 x 3.47	
				<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
				247.97	
				<b>SEVERIDAD</b>	
				L: Baja M: Media H: Alta	
<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N°</b>	<b>DAÑO</b>		
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>N° DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
22	L	3	16.67	12.00	12.00
31	L	11	61.11	9.10	9.10
39	L	2	11.11	2.10	2.10
39	M	1	5.56	2.00	2.00

Tabla N° 01: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°01 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.

La densidad es hallada a través de la división del número de losas en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad entre el número de losas de la unidad de muestra y multiplicada por 100.

Grieta de esquina, severidad L.  $D = \frac{3}{18} \times 100 = 16.67$

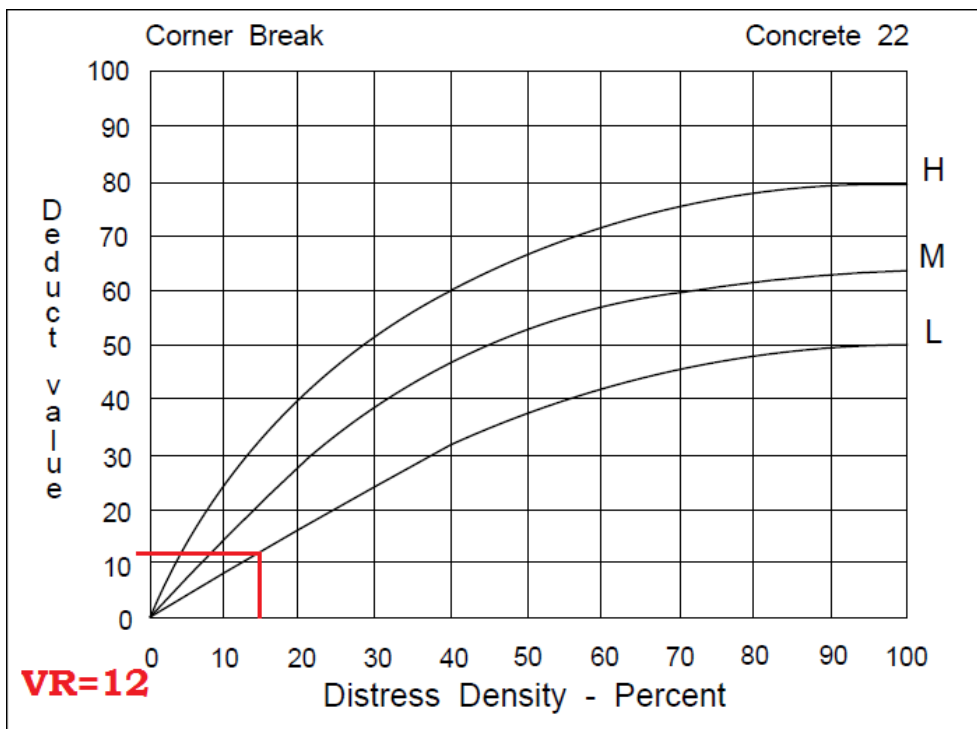
Pulimento de agregados, severidad L.  $D = \frac{11}{18} \times 100 = 61.11$

Descascaramiento de juntas, severidad L.  $D = \frac{2}{18} \times 100 = 11.11$

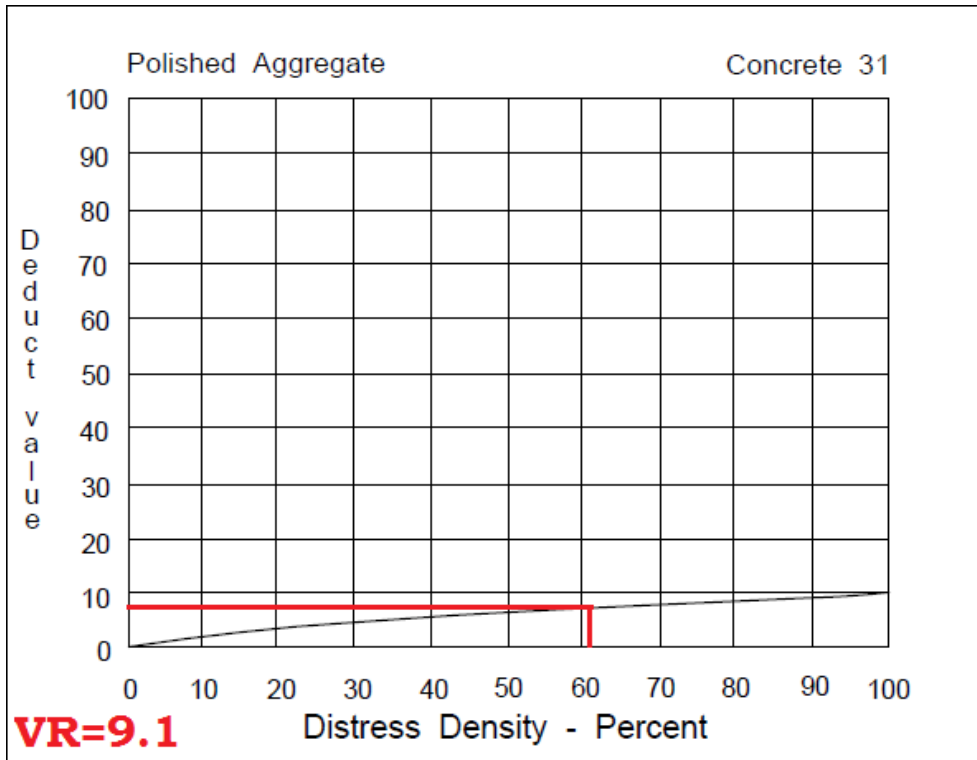
Descascaramiento de juntas, severidad M.  $D = \frac{1}{18} \times 100 = 5.56$

El valor reducido para cada tipo de daño se determina a través de las curvas denominadas “valor reducido de daño”.

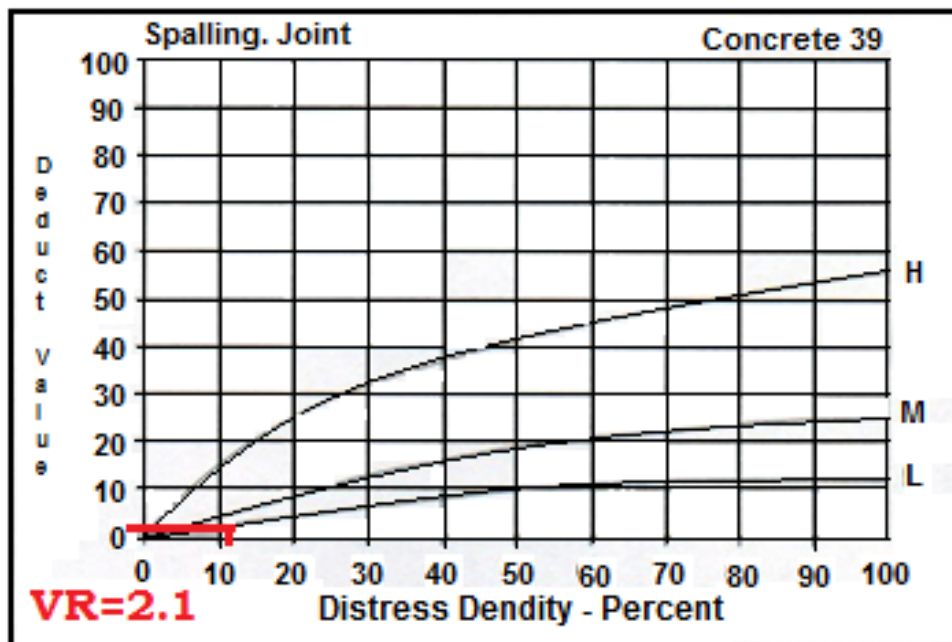
**Curvas de valor reducido de daño del tramo U1**



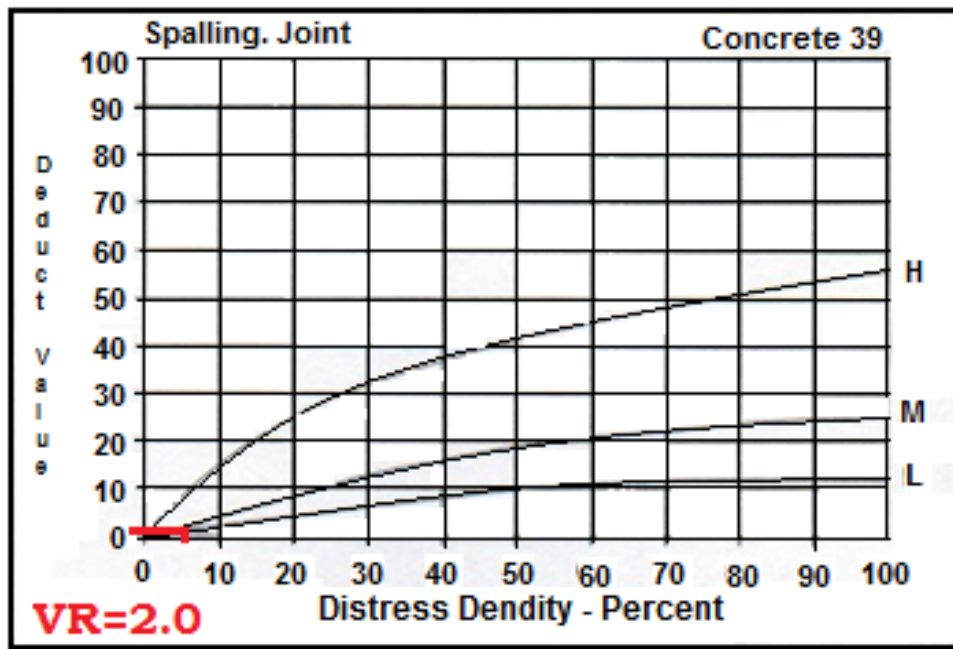
Gráfica N° 01: Curva de valor reducido de patología Grieta de esquina.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)



Gráfica N° 02: Curva de valor reducido de patología Pulimento de agregados.  
 Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)



Gráfica N° 03: Curva de valor reducido de patología Descascaramiento de juntas.  
 Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)



Gráfica N° 04: Curva de valor reducido de patología Descascaramiento de juntas  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

Determinamos m, el máximo número de fallas permitidas:

$$m = 1 + (9/98) * (100 - \text{VAR})$$

Reemplazamos:  $m = 1 + (9/98) * (100 - 12) = 9.08$

Ordenamos los valores reducidos individuales de mayor a menor.

#### CALCULO DEL VRC

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - \text{VAR})$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 9.08$$

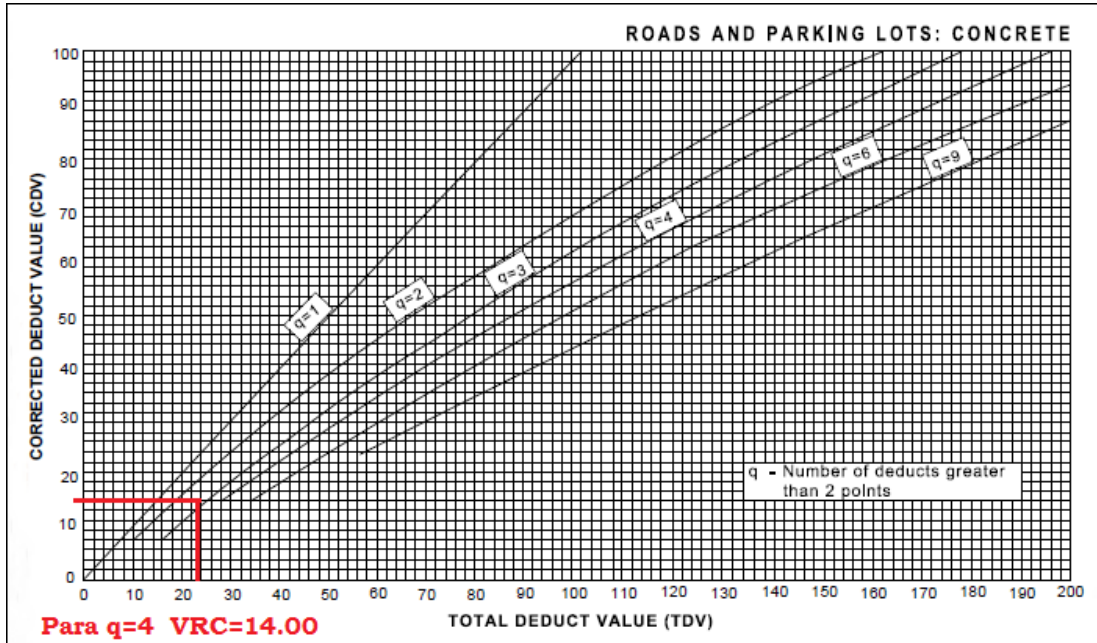
Número de reducciones > 2 (q): 9

Nº	VALORES REDUCIDOS										VR TOTAL	q	VRC
1	12.00	9.10	2.20	2.10							25.40	4	14.00
2	12.00	9.10	2.20	2.00							25.30	3	14.10
3	12.00	9.10	2.00	2.00							25.10	2	20.00
4	12.00	2.00	2.00	2.00							18.00	1	18.00

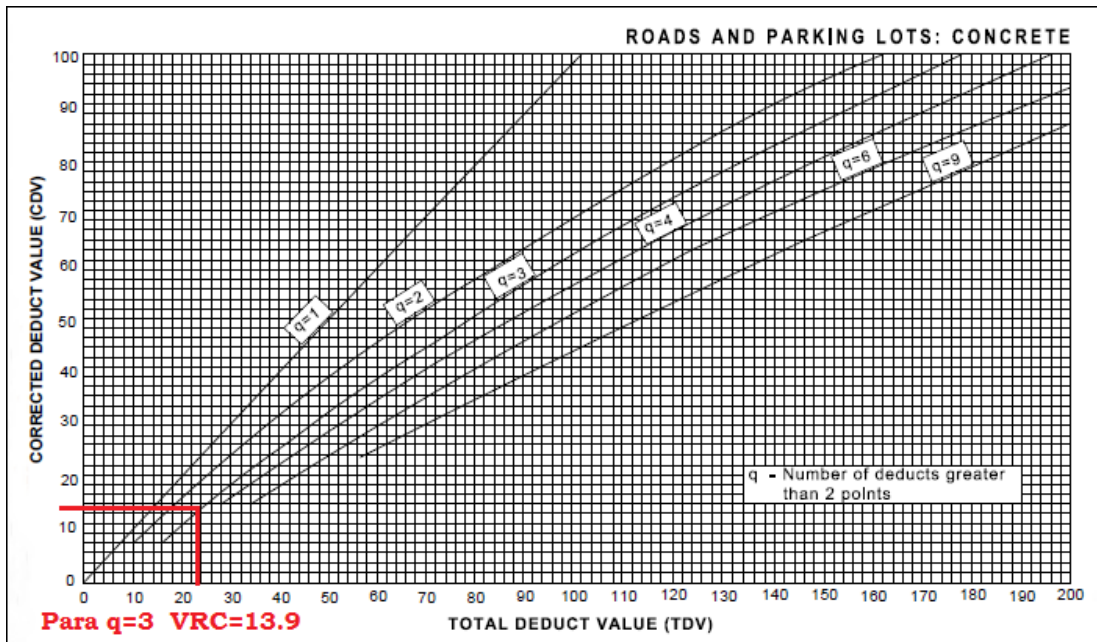
Tabla N° 02: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U1. Fuente: Elaboración Propia.

Determinamos el Valor Reducido Corregido con q y el “Valor Reducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

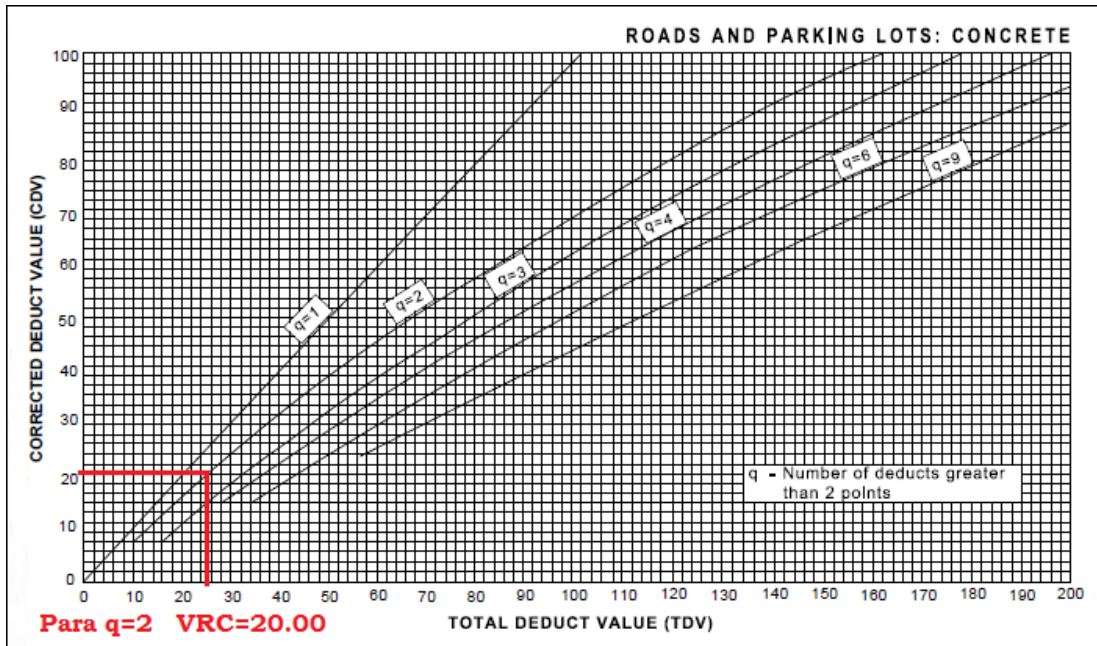
**Curvas del máximo valor deducido corregido tramo U-1**



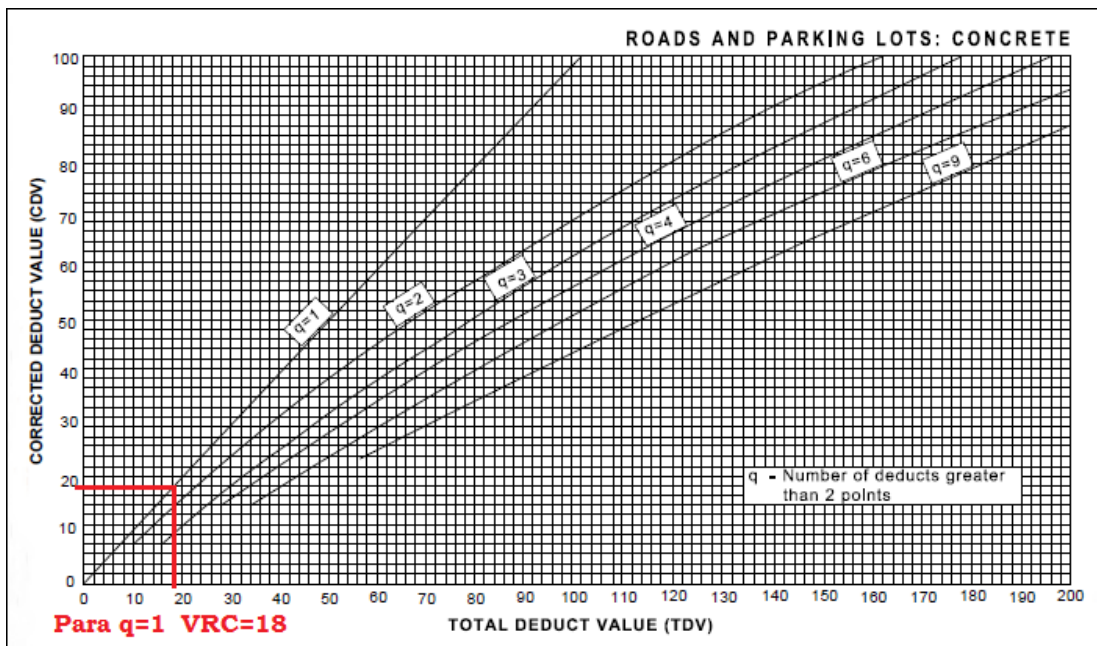
Gráfica N° 05: Curva de máximo valor reducido corregido para q=4 de la muestra U1.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)



Gráfica N° 06: Curva de máximo valor reducido corregido para q=3 de la muestra U1.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)



Gráfica N° 07: Curva de máximo valor reducido corregido para q=2 de la muestra U1.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)



Gráfica N° 08: Curva de máximo valor reducido corregido para q=1 de la muestra U1.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)



Para hallar el PCI escogemos el máximo VRC utilizando la siguiente formula:

$$PCI = 100 - \text{máx. VRC}$$

$$PCI = 100 - 20.00 = 80.00$$

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 20.00

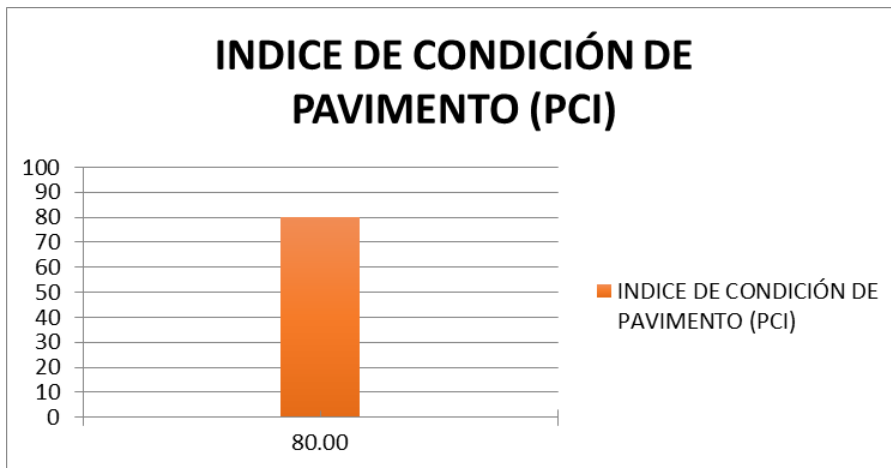
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 80.00

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla N° 03: Cálculo del PCI (Muestra 1).

Fuente: Elaboración Propia.



Gráfica N° 09: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 1)

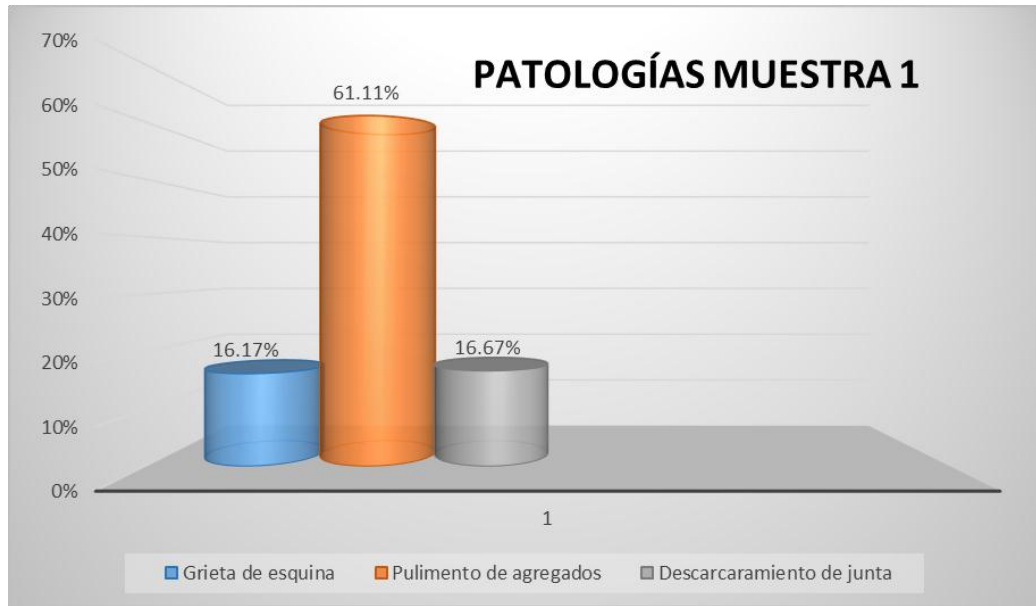
Fuente: Elaboración Propia.

#### PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
22	Grieta de esquina	16.17
31	Pulimento de agregados	61.11
39	Descarcamiento de junta	16.67
		93.95

Tabla N° 04: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 1).

Fuente: Elaboración Propia.



Gráfica N° 10: Porcentaje de Patologías (Muestra 1)

Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 02 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"									
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>										
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>										
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>						
Avenida El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17						
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>						
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U2						
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>						
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		18						
<b>Nº</b>		<b>DAÑO</b>		<b>LARGO x ANCHO</b>						
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados	4.00 x 3.47						
22	Grieta de esquina	32	Popouts	<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>						
23	Losa dividida	33	Bombeo	247.97						
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #f4a460;"><td colspan="2" style="text-align: center;"><b>SEVERIDAD</b></td></tr> <tr><td>L: Baja</td></tr> <tr><td>M: Media</td></tr> <tr><td>H: Alta</td></tr> </table>		<b>SEVERIDAD</b>		L: Baja	M: Media	H: Alta
<b>SEVERIDAD</b>										
L: Baja										
M: Media										
H: Alta										
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea							
26	Sello de junta	36	Desconchamiento							
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción							
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina							
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta							
30	Parqueo (pequeño)									
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>					
21	M	1	5.56	10.00	24.00					
22	M	3	16.67	24.00	10.00					
23	L	1	5.56	4.80	6.60					
25	L	1	5.56	1.90	5.60					
28	L	1	5.56	4.00	4.80					
28	M	1	5.56	5.60	4.00					
31	L	7	38.89	6.60	1.90					

Tabla N° 05: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°02 de la Avenida El Cementerio. Fuente: *Elaboración Propia.*

**CALCULO DEL VRC**

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - \text{VAR})$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

**m = 7.98**

Número de reducciones > 2 (q): **8**

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN								VR TOTAL	q	VRC
1	24.00	10.00	6.60	5.60	4.80	4.00	1.90		56.90	9	24.00
2	24.00	10.00	6.60	5.60	4.80	2.00	1.90		54.90	6	27.00
3	24.00	10.00	6.60	5.60	2.00	2.00	1.90		52.10	4	30.00
4	24.00	10.00	6.60	2.00	2.00	2.00	1.90		48.50	3	31.40
5	24.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90		43.90	2	34.00
6	24.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90		35.90	1	36.50

Tabla N° 06: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U2.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 36.50

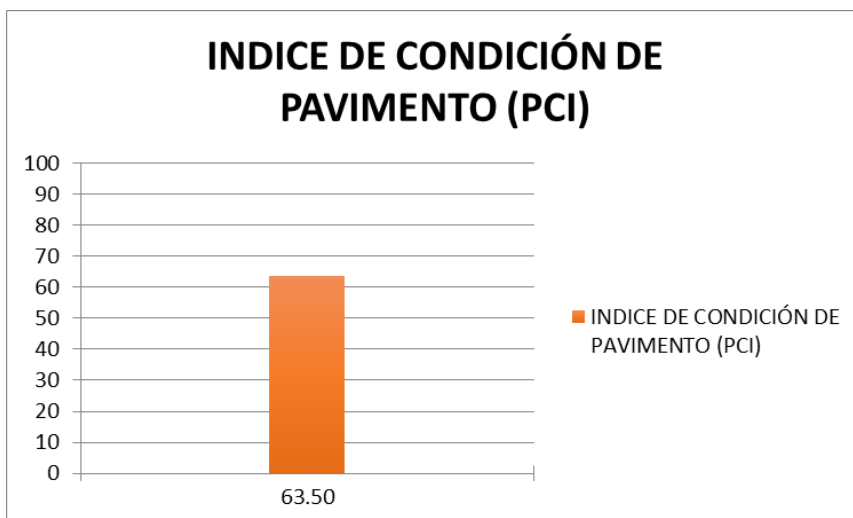
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 63.50

Clasificación = **BUENO**

Tabla N° 07 Cálculo del PCI (Muestra 2)

Fuente: *Elaboración Propia.*

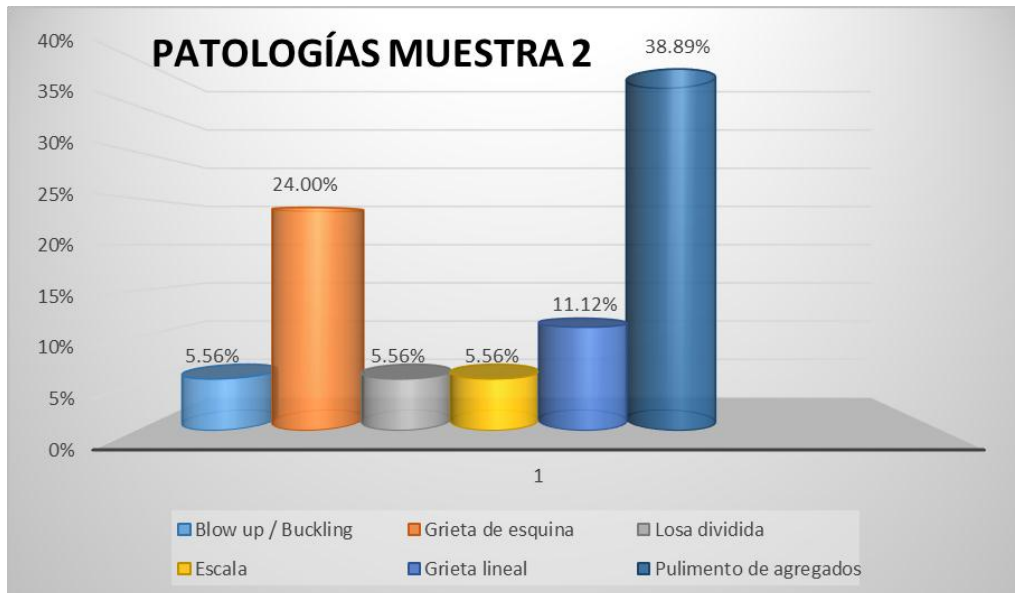


Gráfica N° 11: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 2). Fuente: *Elaboración Propia.*

### PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
21	Blow up / Buckling	5.56
22	Grieta de esquina	24.00
23	Losa dividida	5.56
25	Escala	5.56
28	Grieta lineal	11.12
31	Pulimento de agregados	38.89
		90.69

Tabla N° 08: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 2)  
Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 12: Porcentaje de Patologías (Muestra 2)  
Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 03 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>					
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Av. El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U3	
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		18	
				<b>LARGO x ANCHO</b>	
				4.00 x 3.47	
				<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
				247.97	
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b> L: Baja M: Media H: Alta	
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
22	L	6	33.33	16.00	16.00
25	L	1	5.56	14.80	14.80
28	L	1	5.56	4.10	4.10
31	L	2	11.11	2.10	2.10

Tabla N° 09: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°03 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.

**CALCULO DEL VRC**

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

**m = 8.71**

Número de reducciones > 2 (q): **8**

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC
1	16.00	14.80	4.10	2.10							37.00	4	21.00
2	16.00	14.80	4.10	2.00							36.90	3	23.40
3	16.00	14.80	2.00	2.00							34.80	2	28.00
4	16.00	2.00	2.00	2.00							22.00	1	22.00

Tabla N° 10: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U3.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 28.00

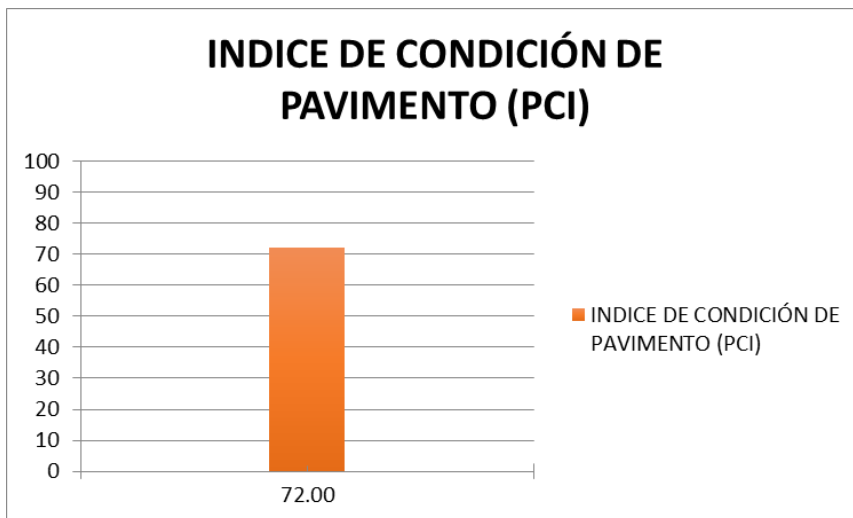
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 72.00

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla N° 11 Cálculo del PCI (Muestra 3)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 13: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 3).

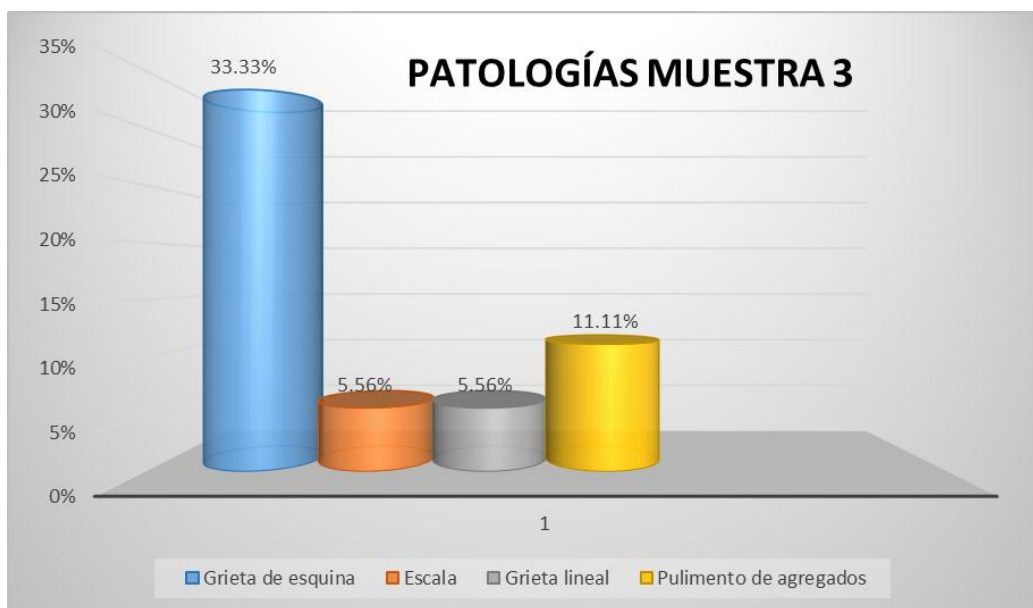
Fuente: *Elaboración Propia.*

### PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
22	Grieta de esquina	33.33
25	Escala	5.56
28	Grieta lineal	5.56
31	Pulimento de agregados	11.11
		55.56

Tabla N° 12: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 3)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 14: Porcentaje de Patologías (Muestra 3)

Fuente: *Elaboración Propia.*



### Unidad de Muestra N° 04 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"						
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>							
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>							
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>			
Av. El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17			
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>			
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U4			
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>		<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>		
Pavimento rígido	Vehicular		Piura		18		
<b>Nº</b>		<b>Nº</b>		<b>LARGO x ANCHO</b>			
<b>DAÑO</b>		<b>DAÑO</b>		4.00 x 3.47			
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados	<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>			
22	Grieta de esquina	32	Popouts	247.97			
23	Losa dividida	33	Bombeo	<b>SEVERIDAD</b> L: Baja M: Media H: Alta			
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento				
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea				
26	Sello de junta	36	Desconchamiento				
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción				
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina				
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta				
30	Parqueo (pequeño)						
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>			<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
21	L	1	5.56			5.56	13.80
28	L	5	27.78	13.80	5.60		
28	M	1	5.56	5.60	5.56		
31	L	3	16.67	2.60	2.60		

Tabla N° 13: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°04 de la Avenida El Cementerio. Fuente: *Elaboración Propia.*

### CALCULO DEL VRC

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 8.92$$

Número de reducciones > 2 (q): 9

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC
1	13.80	5.60	5.56	2.60							27.56	4	14.10
2	13.80	5.60	5.56	2.00							26.96	3	26.00
3	13.80	5.60	2.00	2.00							23.40	2	18.00
4	13.80	2.00	2.00	2.00							19.80	1	20.00

Tabla N° 14: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U4.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 26.00

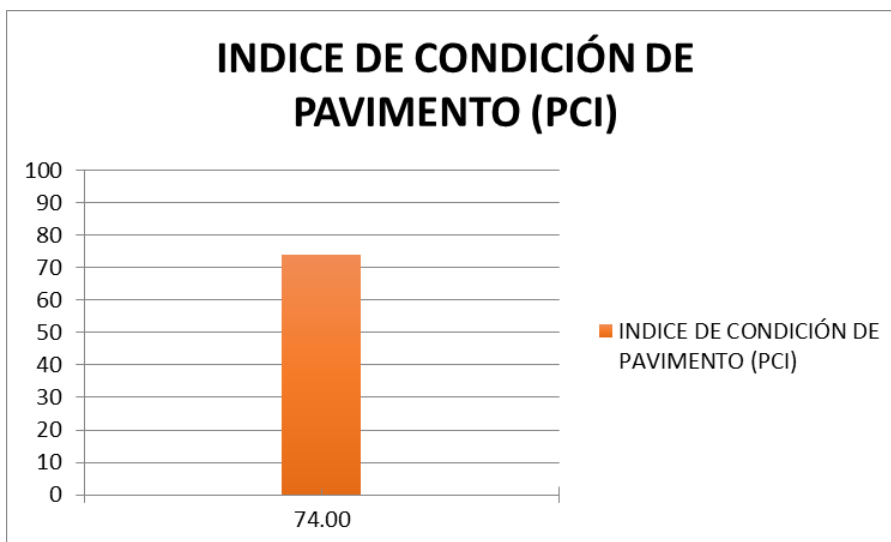
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 74.00

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla N° 15 Cálculo del PCI (Muestra 4)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 15: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 4).

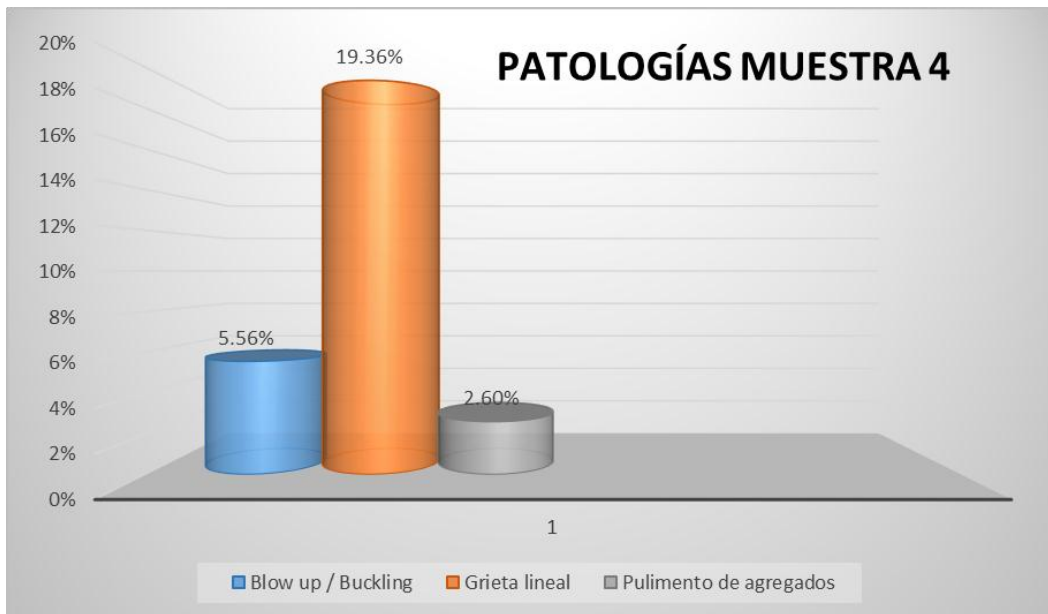
Fuente: *Elaboración Propia.*

### PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
21	Blow up / Buckling	5.56
28	Grieta lineal	19.36
31	Pulimento de agregados	2.60
		27.52

Tabla N° 16: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 4)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 16: Porcentaje de Patologías (Muestra 4)

Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 05 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>					
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Avenida El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U5	
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		18	
				<b>LARGO x ANCHO</b>	
				4.00 x 3.47	
				<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
				247.97	
				<b>SEVERIDAD</b>	
				L: Baja	
				M: Media	
				H: Alta	
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>		
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
28	L	3	16.67	9.70	9.90
28	M	2	11.11	9.90	9.70
31	L	4	22.22	4.00	4.00

Tabla N° 17: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°05 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.

**CALCULO DEL VRC**

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

**m = 9.27**

Número de reducciones > 2 (q): **9**

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC
1	9.90	9.70	4.00								23.60	3	13.2
2	9.90	9.70	2.00								21.60	2	17.8
3	9.90	2.00	2.00								13.90	1	13.9

Tabla N° 18: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U5.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 17.80

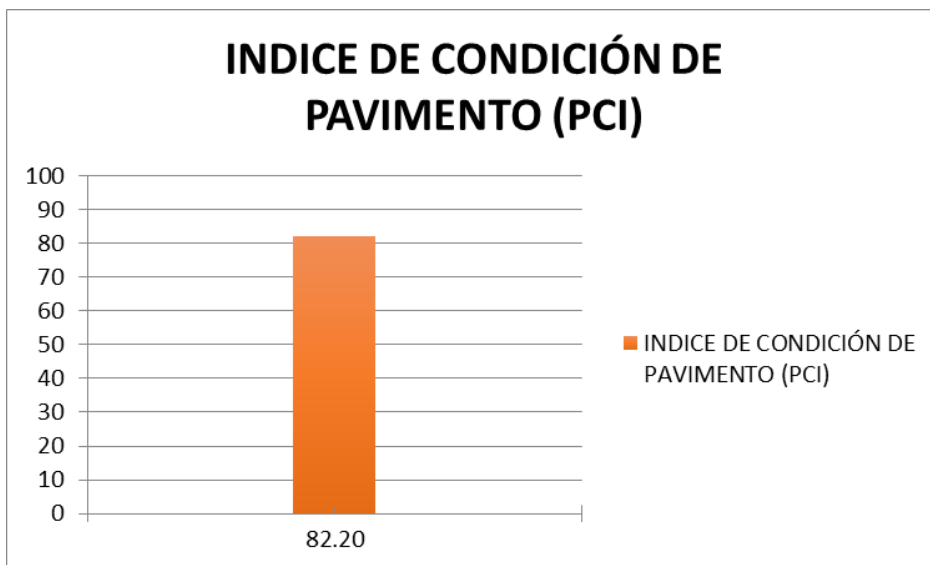
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 82.20

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla N° 19 Cálculo del PCI (Muestra 5)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 17: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 5).

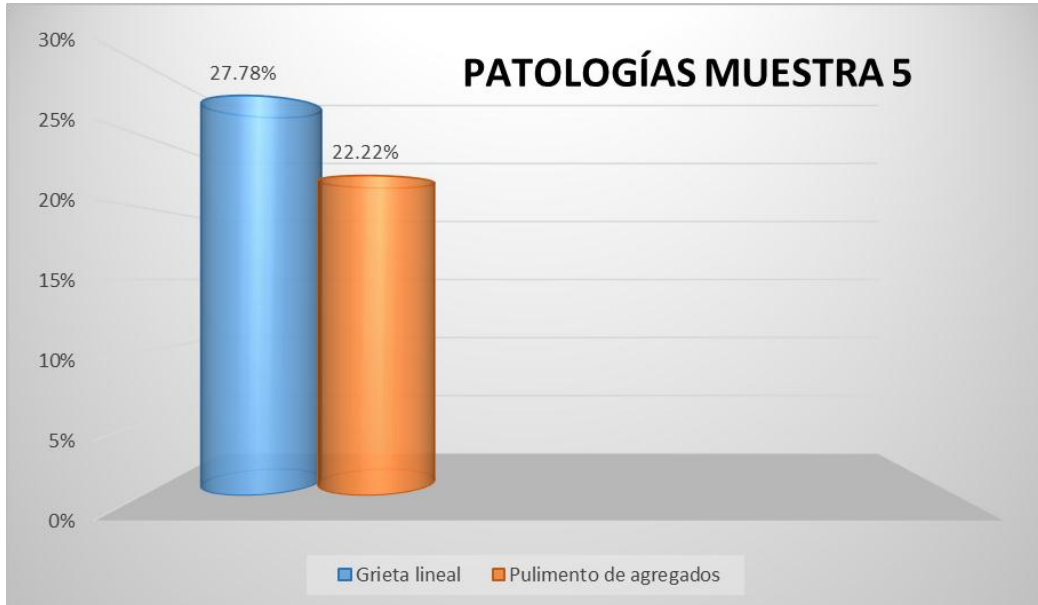
Fuente: *Elaboración Propia.*

### PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
28	Grieta lineal	27.78
31	Pulimento de agregados	22.22
		50.00

Tabla N° 20: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 5)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 18: Porcentaje de Patologías (Muestra 5)

Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 06 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>					
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Avenida El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U6	
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		18	
				<b>LARGO x ANCHO</b>	
				4.00 x 3.47	
				<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
				247.97	
				<b>SEVERIDAD</b>	
				L: Baja M: Media H: Alta	
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>		
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
23	L	4	22.22	22.20	22.20
28	L	3	16.67	9.90	14.80
31	L	6	33.33	3.60	9.90
34	M	1	5.56	14.80	3.60

Tabla N° 21: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°06 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.

### CALCULO DEL VRC

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 8.14$$

Número de reducciones > 2 (q): **8**

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC
1	22.20	14.80	9.90	3.60							50.50	4	28.50
2	22.20	14.80	3.60	2.00							42.60	3	26.60
3	22.20	14.80	2.00	2.00							41.00	2	33.00
4	22.20	2.00	2.00	2.00							28.20	1	28.20

Tabla N° 22: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U6.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 33.00

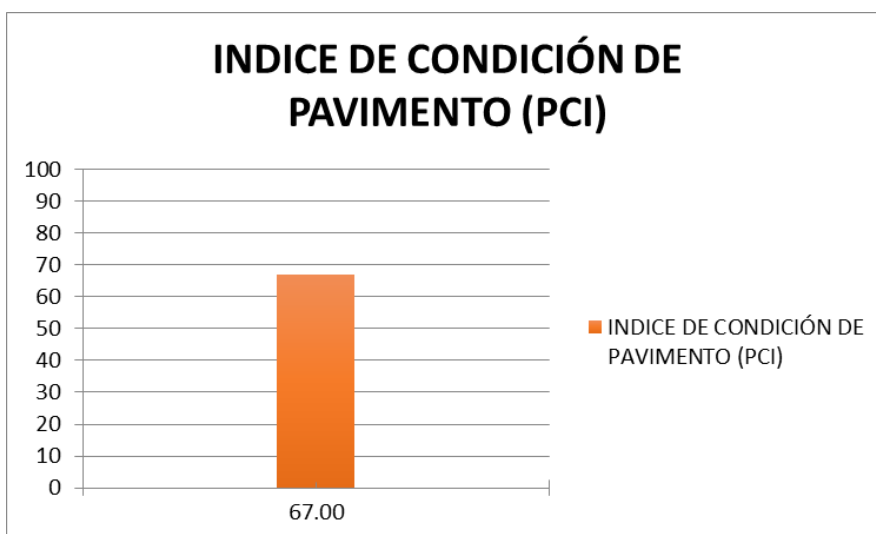
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 67.00

Clasificación = **BUENO**

Tabla N° 23 Cálculo del PCI (Muestra 6)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 19: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 6).

Fuente: *Elaboración Propia.*

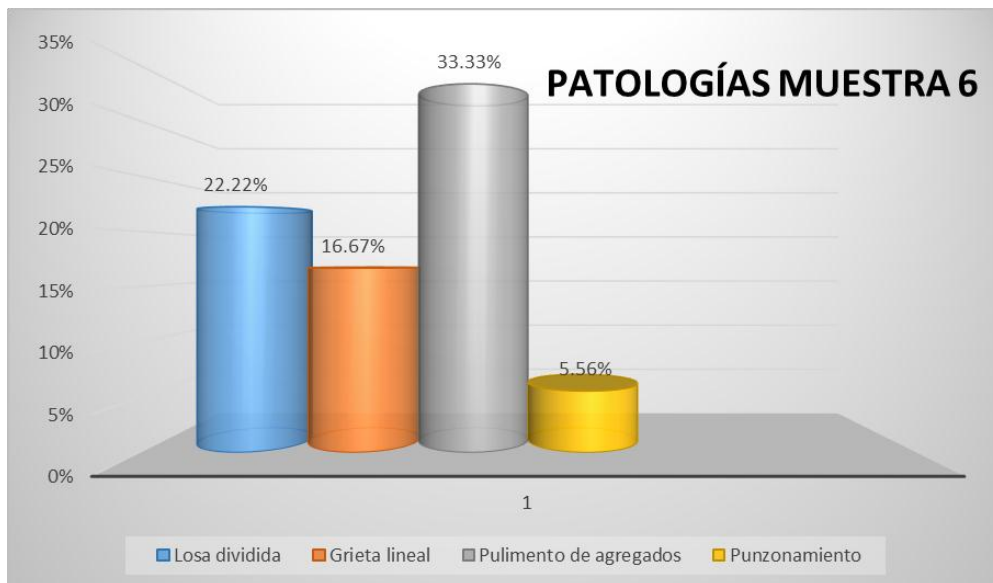


### PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
23	Losa dividida	22.22
28	Grieta lineal	16.67
31	Pulimento de agregados	33.33
34	Punzonamiento	5.56
		77.78

Tabla N° 24: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 6)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 20: Porcentaje de Patologías (Muestra 6)

Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 07 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>					
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Avenida El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U7	
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		18	
				<b>LARGO x ANCHO</b>	
				4.00 x 3.47	
				<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
				247.97	
				<b>SEVERIDAD</b> L: Baja M: Media H: Alta	
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>		
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
23	L	1	5.56	4.80	12.00
28	L	2	11.11	7.10	7.10
28	M	4	22.22	12.00	4.80
31	L	4	22.22	4.00	4.00
38	L	4	22.22	3.00	3.00

Tabla N° 25: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°07 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.

### CALCULO DEL VRC

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 9.08$$

Número de reducciones > 2 (q): 9

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC	
1	12.00	7.10	4.80	4.00	3.00							30.90	6	15.00
2	12.00	7.10	4.80	4.00	2.00							29.90	4	16.00
3	12.00	7.10	4.80	2.00	2.00							27.90	3	16.20
4	12.00	7.10	2.00	2.00	2.00							25.10	2	20.00
5	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00							20.00	1	20.00

Tabla N° 26: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U7.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 20.00

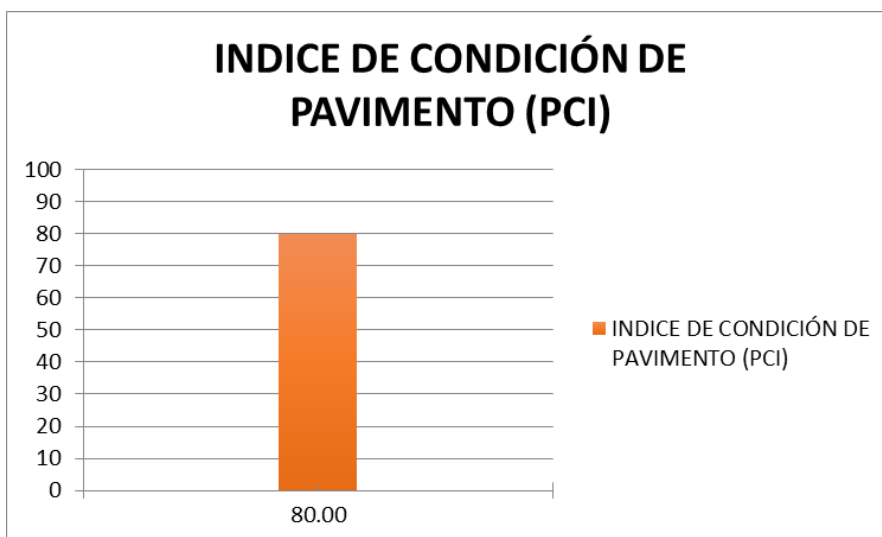
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 80.00

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla N° 27 Cálculo del PCI (Muestra 7)

Fuente: *Elaboración Propia.*



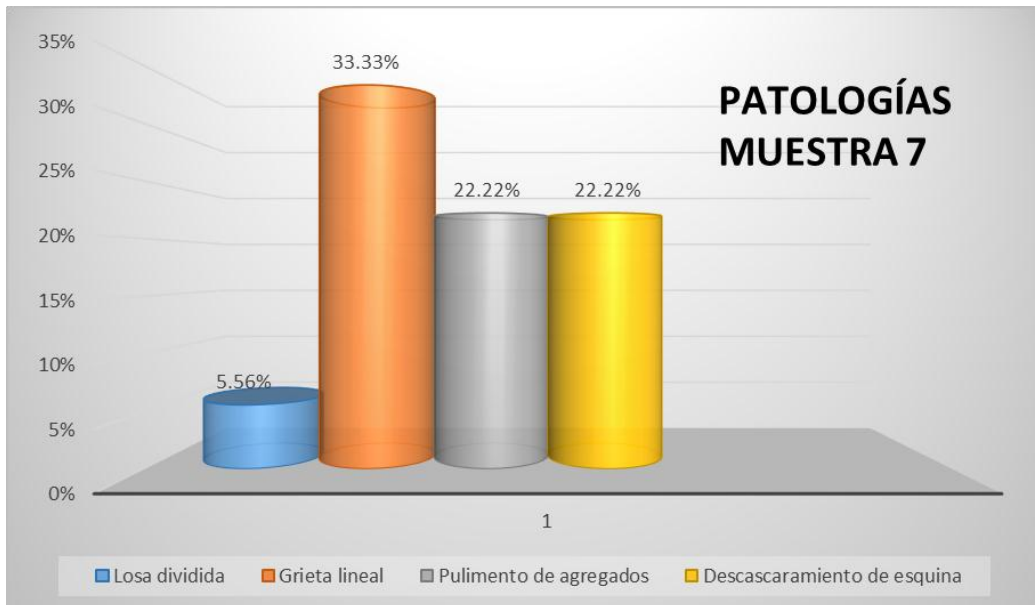
Gráfica N° 21: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 7).

Fuente: *Elaboración Propia.*

**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
23	Losa dividida	5.56
28	Grieta lineal	33.33
31	Pulimento de agregados	22.22
38	Descascaramiento de esquina	22.22
		83.33

Tabla N° 28: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 7)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 22: Porcentaje de Patologías (Muestra 7)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 08 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>					
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Avenida El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U8	
<b>MUESTRA</b>		<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido		Piura		18	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>				<b>LARGO x ANCHO</b>	
Vehicular				4.00 x 3.47	
				<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
				247.97	
<b>Nº DAÑO</b>		<b>Nº DAÑO</b>		<b>SEVERIDAD</b> L: Baja M: Media H: Alta	
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
23	L	2	11.11	11.10	13.00
28	M	3	16.67	13.00	11.10
31	L	5	27.78	5.00	5.00
38	L	2	11.11	0.70	0.70

Tabla N° 29: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°08 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.

**CALCULO DEL VRC**

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
 Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

**m = 8.99**

Número de reducciones > 2 (q): **9**

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC
1	13.00	11.10	5.00	0.70							29.80	4	15.00
2	13.00	11.10	5.00	2.00							31.10	3	19.10
3	13.00	11.10	2.00	2.00							28.10	2	14.00
4	13.00	2.00	2.00	2.00							19.00	1	18.10

Tabla Nº 30: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U8.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 19.10

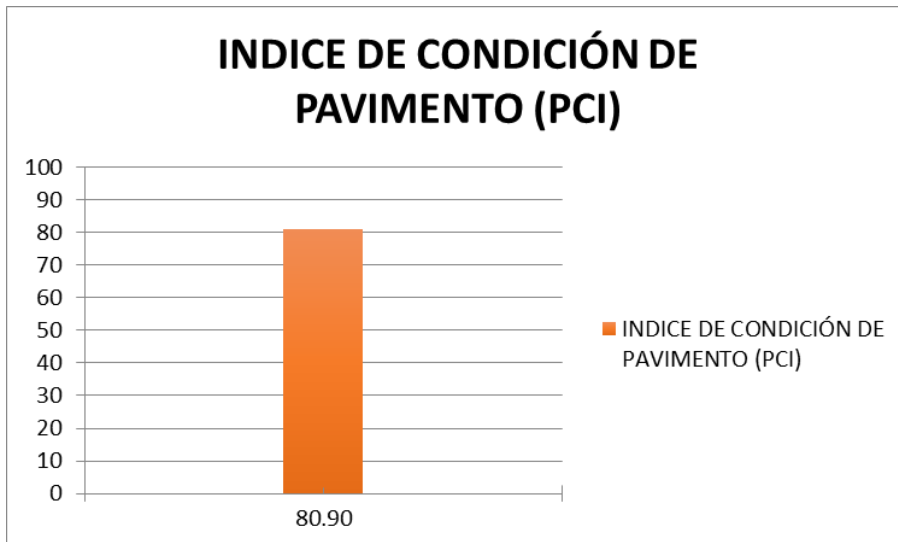
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 80.90

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla Nº 31 Cálculo del PCI (Muestra 8)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica Nº 23: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 8).

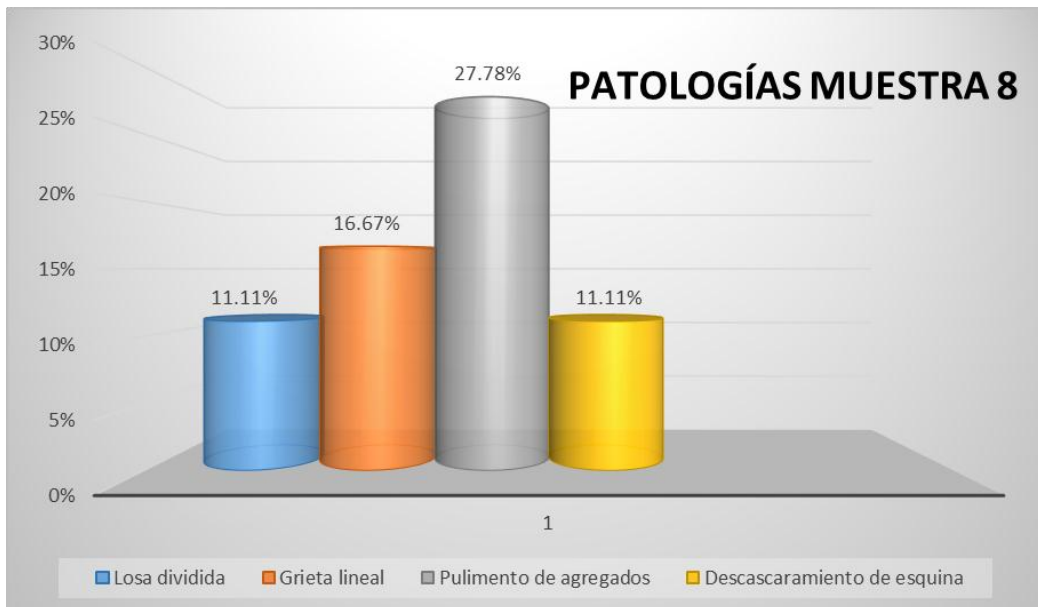
Fuente: *Elaboración Propia.*

**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
23	Losa dividida	11.11
28	Grieta lineal	16.67
31	Pulimento de agregados	27.78
38	Descascaramiento de esquina	11.11
		66.67

Tabla N° 32: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 8)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 24: Porcentaje de Patologías (Muestra 8)

Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 09 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"								
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>									
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>									
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>					
Av. El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17					
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>					
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U9					
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>					
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		18					
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>LARGO x ANCHO</b>					
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados	4.00 x 3.47					
22	Grieta de esquina	32	Popouts	<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>					
23	Losa dividida	33	Bombeo	247.97					
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #f4a460;"><td style="text-align: center;"><b>SEVERIDAD</b></td></tr> <tr><td>L: Baja</td></tr> <tr><td>M: Media</td></tr> <tr><td>H: Alta</td></tr> </table>		<b>SEVERIDAD</b>	L: Baja	M: Media	H: Alta
<b>SEVERIDAD</b>									
L: Baja									
M: Media									
H: Alta									
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea						
26	Sello de junta	36	Desconchamiento						
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción						
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina						
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta						
30	Parqueo (pequeño)								
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>				
22	L	3	16.67	12.00	13.10				
25	L	1	5.56	1.90	12.00				
28	L	3	16.67	13.10	9.90				
28	M	2	11.11	9.90	5.00				
31	L	5	27.78	5.00	2.10				
39	L	2	11.11	2.10	1.90				

Tabla N° 33: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°09 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.



### CALCULO DEL VRC

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 8.98$$

Número de reducciones > 2 (q): 9

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC	
1	13.10	12.00	9.90	5.00	2.10	1.90						44.00	6	20.00
2	13.10	12.00	9.90	5.00	2.00	1.90						43.90	4	25.00
3	13.10	12.00	9.90	2.00	2.00	1.90						40.90	3	25.80
4	13.10	12.00	2.00	2.00	2.00	1.90						33.00	2	26.10
5	13.10	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90						23.00	1	23.10

Tabla N° 34: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U9.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 26.10

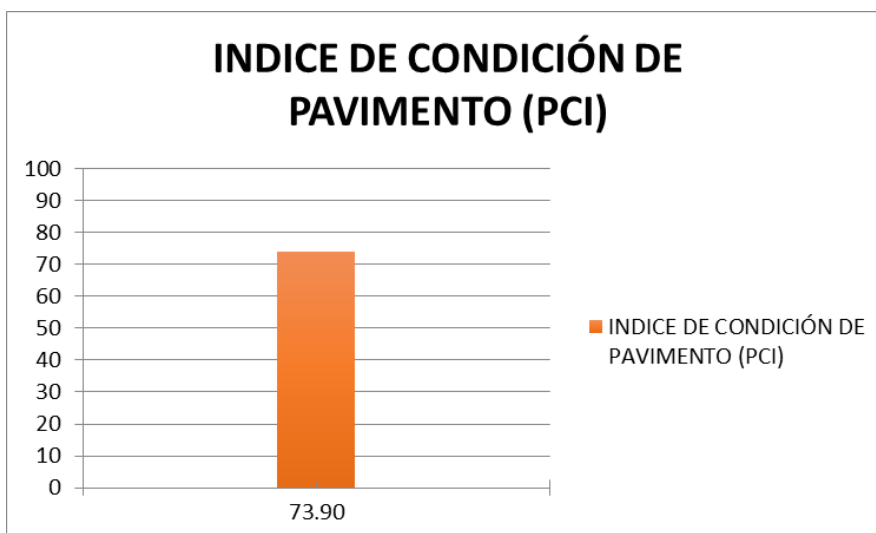
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 73.90

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla N° 35 Cálculo del PCI (Muestra 9)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 25: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 9).

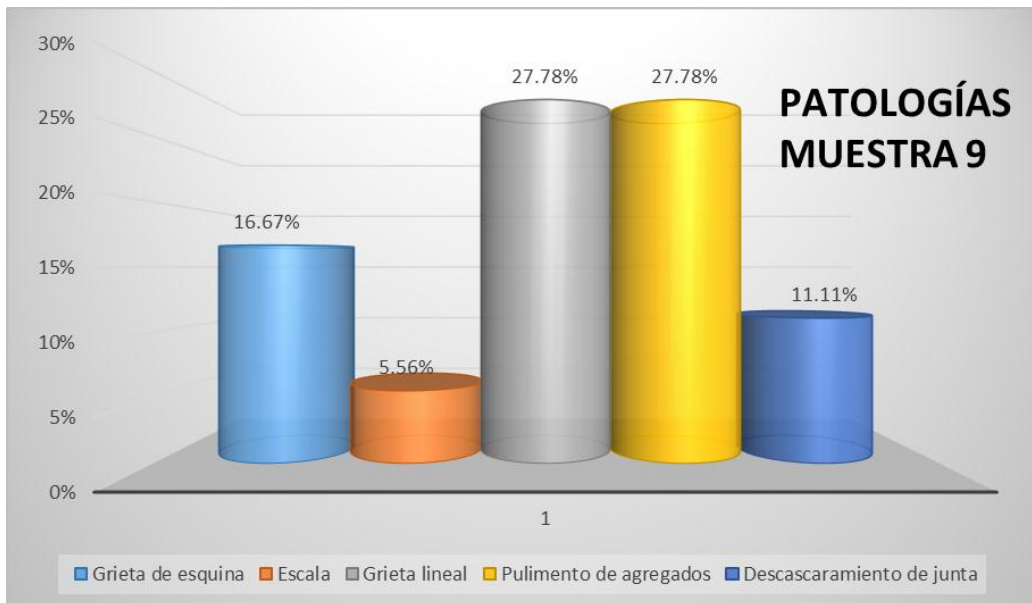
Fuente: *Elaboración Propia.*

**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
22	Grieta de esquina	16.67
25	Escala	5.56
28	Grieta lineal	27.78
31	Pulimento de agregados	27.78
39	Descascaramiento de junta	11.11
		88.90

Tabla N° 36: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 9)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 26: Porcentaje de Patologías (Muestra 9)

Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 10 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"								
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>									
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>									
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>					
Avenida El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17					
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>					
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U10					
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>					
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		18					
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>LARGO x ANCHO</b>					
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados	4.00 x 3.47					
22	Grieta de esquina	32	Popouts	<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>					
23	Losa dividida	33	Bombeo	247.97					
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #f4a460;"><td><b>SEVERIDAD</b></td></tr> <tr><td>L: Baja</td></tr> <tr><td>M: Media</td></tr> <tr><td>H: Alta</td></tr> </table>		<b>SEVERIDAD</b>	L: Baja	M: Media	H: Alta
<b>SEVERIDAD</b>									
L: Baja									
M: Media									
H: Alta									
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea						
26	Sello de junta	36	Desconchamiento						
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción						
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina						
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta						
30	Parqueo (pequeño)								
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>				
22	L	2	11.11	12.00	12.00				
23	L	1	5.56	4.80	7.10				
28	L	2	11.11	7.10	6.60				
31	L	7	38.89	6.60	4.80				
31	M	1	5.56	1.00	2.10				
39	L	2	11.11	2.10	1.00				

Tabla N° 37: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°10 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.

### CALCULO DEL VRC

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 9.08$$

Número de reducciones > 2 (q): 9

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC	
1	12.00	7.10	6.60	4.80	2.10	1.00						33.60	6	15.00
2	12.00	7.10	6.60	4.80	2.00	1.00						33.50	4	17.80
3	12.00	7.10	6.60	2.00	2.00	1.00						30.70	3	12.20
4	12.00	7.10	2.00	2.00	2.00	1.00						26.10	2	20.00
5	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00						21.00	1	21.00

Tabla N° 38: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U10.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 21.00

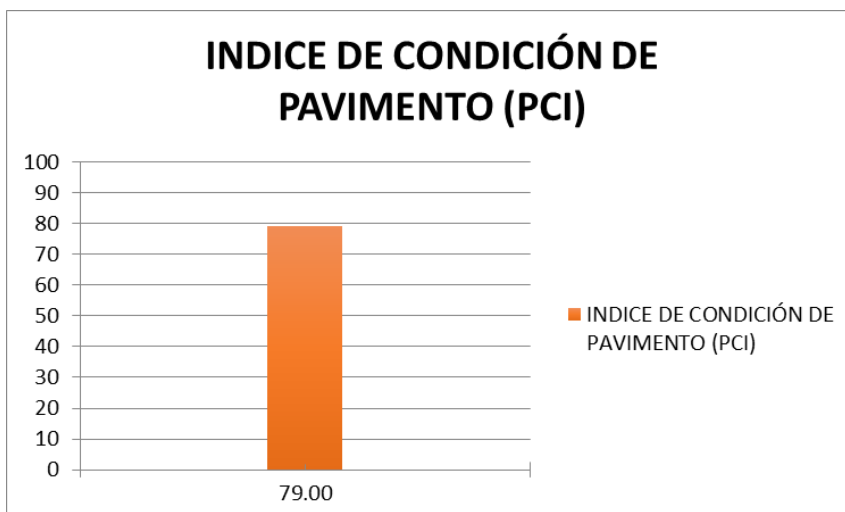
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 79.00

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla N° 39 Cálculo del PCI (Muestra 10)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 27: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 10).

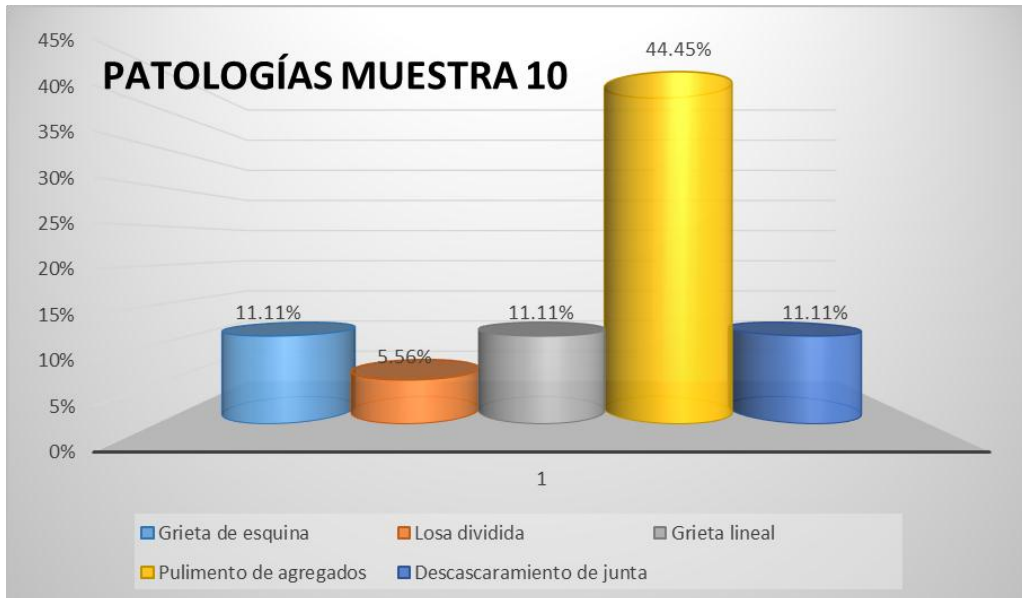
Fuente: *Elaboración Propia.*

**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
22	Grieta de esquina	11.11
23	Losa dividida	5.56
28	Grieta lineal	11.11
31	Pulimento de agregados	44.45
39	Descascaramiento de junta	11.11
		83.34

Tabla N° 40: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 10)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 28: Porcentaje de Patologías (Muestra 10)

Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 11 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b> <b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Avenida El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U11	
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		18	
<b>Nº DAÑO</b>		<b>Nº DAÑO</b>		<b>LARGO x ANCHO</b>	
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados	4.00 x 3.47	
22	Grieta de esquina	32	Popouts	<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
23	Losa dividida	33	Bombeo	247.97	
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento	<b>SEVERIDAD</b> L: Baja M: Media H: Alta	
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
21	M	1	5.56	10.00	10.00
23	L	1	5.56	4.80	4.80
25	L	2	11.11	4.00	4.00
31	L	3	16.67	2.60	2.60
38	L	2	11.11	0.70	2.10
39	L	2	11.11	2.10	0.70

Tabla N° 41: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°11 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.

### CALCULO DEL VRC

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - \text{VAR})$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 9.27$$

Número de reducciones > 2 (q): 9

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC	
1	10.00	4.80	4.00	2.60	2.10	0.70						24.20	6	13.00
2	10.00	4.80	4.00	2.60	2.00	0.70						24.10	4	13.00
3	10.00	4.80	4.00	2.00	2.00	0.70						23.50	3	13.00
4	10.00	4.80	2.00	2.00	2.00	0.70						21.50	2	18.50
5	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.70						18.70	1	18.20

Tabla N° 42: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U11.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 18.50

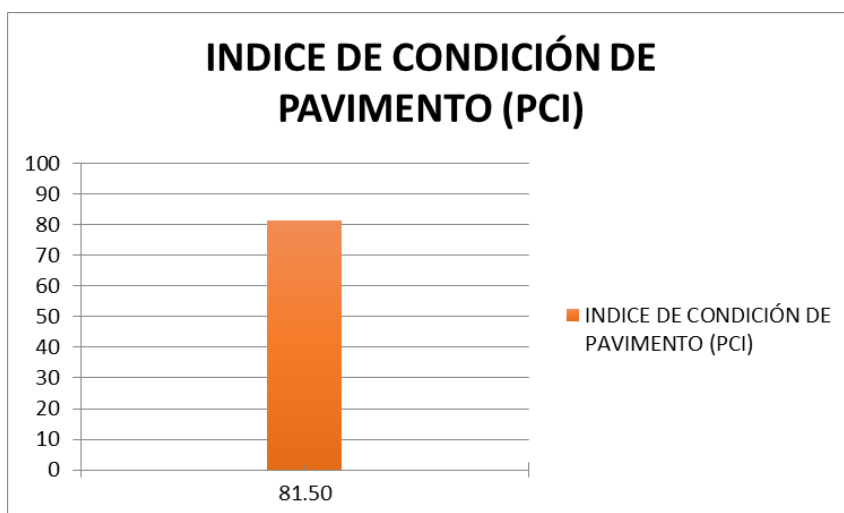
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 81.50

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla N° 43 Cálculo del PCI (Muestra 11)

Fuente: *Elaboración Propia.*



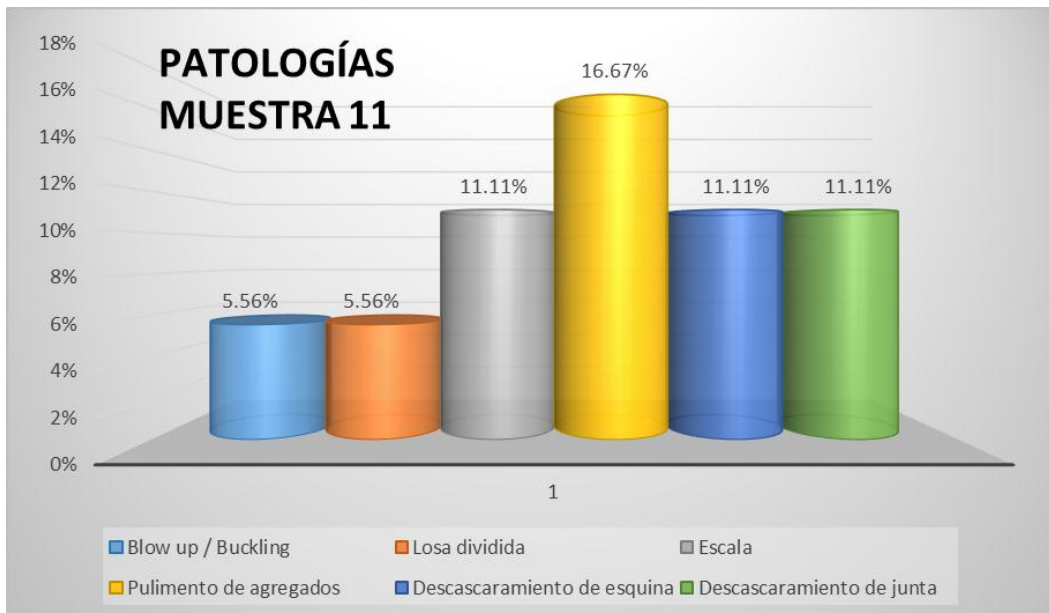
Gráfica N° 29: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 11).

Fuente: *Elaboración Propia.*

**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
21	Blow up / Buckling	5.56
23	Losa dividida	5.56
25	Escala	11.11
31	Pulimento de agregados	16.67
38	Descascaramiento de esquina	11.11
39	Descascaramiento de junta	11.11
		61.12

Tabla N° 44: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 11)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 30: Porcentaje de Patologías (Muestra 11)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*



## Unidad de Muestra N° 12 – Avenida El Cementerio


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b> <b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Avenida El Cementerio		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U12	
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		18	
				<b>LARGO x ANCHO</b>	
				4.00 x 3.47	
				<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
				247.97	
				<b>SEVERIDAD</b>	
				L: Baja	
				M: Media	
				H: Alta	
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>		
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
22	L	3	16.67	12.00	12.00
23	L	1	5.56	4.80	9.90
28	L	3	16.67	9.90	4.80
31	L	3	16.67	2.60	2.60

Tabla N° 45: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°12 de la Avenida El Cementerio. Fuente: Elaboración Propia.

**CALCULO DEL VRC**

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
 Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 9.08$$

Número de reducciones > 2 (q): 9

Nº	VALOR DE REDUCCIÓN										VR TOTAL	q	VRC
1	12.00	9.90	4.80	2.60							29.30	4	13.00
2	12.00	9.90	4.80	2.00							28.70	3	15.60
3	12.00	9.90	2.00	2.00							25.90	2	20.00
4	12.00	2.00	2.00	2.00							18.00	1	18.00

Tabla Nº 46: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U12.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 20.00

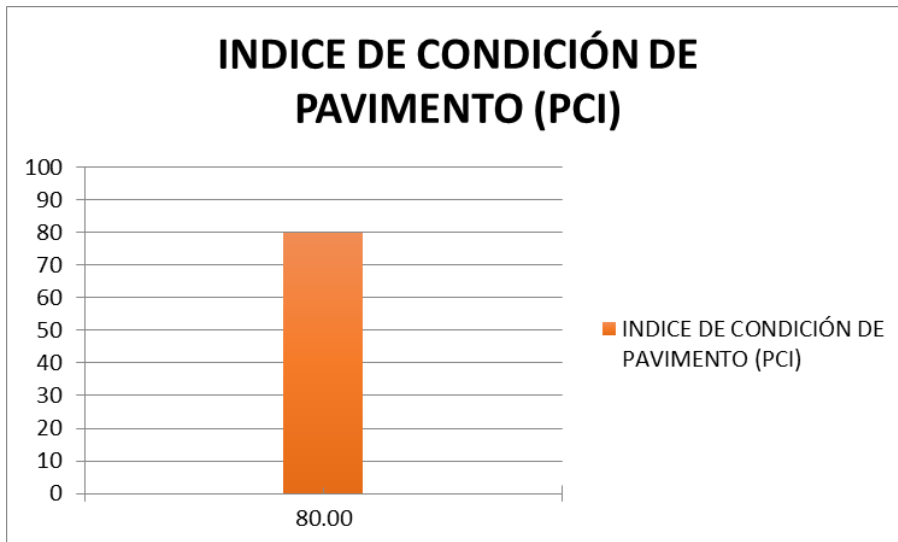
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 80.00

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla Nº 47 Cálculo del PCI (Muestra 12)

Fuente: *Elaboración Propia.*



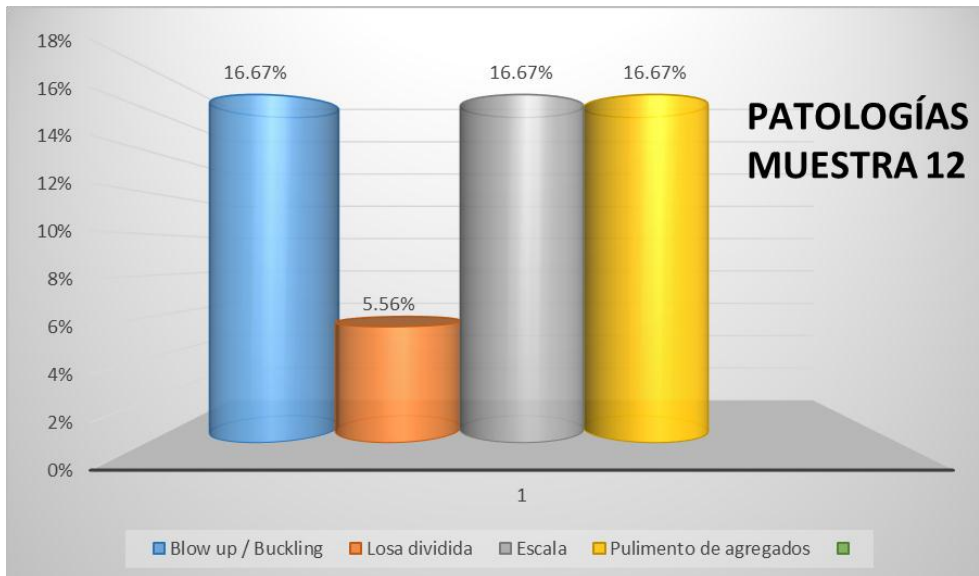
Gráfica Nº 31: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 12).

Fuente: *Elaboración Propia.*

**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
21	Blow up / Buckling	16.67
23	Losa dividida	5.56
28	Escala	16.67
31	Pulimento de agregados	16.67
		55.57

Tabla N° 48: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 12)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 32: Porcentaje de Patologías (Muestra 12)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 01 – Calle José Carlos Mariátegui


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"			
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>					
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Calle José Carlos Mariátegui		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U1	
<b>MUESTRA</b>		<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido		Piura		28	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>		<b>LARGO x ANCHO</b>		<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
Vehicular		3.00m x 3.40m		285.60	
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b> L: Baja M: Media H: Alta	
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
22	L	7	25.00	22.00	22.00
23	L	2	7.14	8.70	18.10
28	L	13	46.43	18.10	8.70
31	L	12	42.86	7.00	7.00
38	L	2	7.14	0.50	6.90
39	H	1	3.57	6.90	0.50

Tabla N° 49: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°01 de la Calle José Carlos Mariátegui. Fuente: *Elaboración Propia*.

**CALCULO DEL VRC**

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
 Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 8.16$$

Número de reducciones > 2 (q): 8

Nº	VALORES REDUCIDOS										VR TOTAL	q	VRC
1	22.00	18.10	8.70	7.00	6.90	0.50					63.20	6	32.30
2	22.00	18.10	8.70	7.00	6.00	0.50					62.30	4	36.00
3	22.00	18.10	8.70	6.00	6.00	0.50					61.30	3	38.90
4	22.00	18.10	6.00	6.00	6.00	0.50					58.60	2	44.20
5	22.00	6.00	6.00	6.00	6.00	0.50					46.50	1	46.10

Tabla Nº 50: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U01.

Fuente: Elaboración Propia.

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 46.10

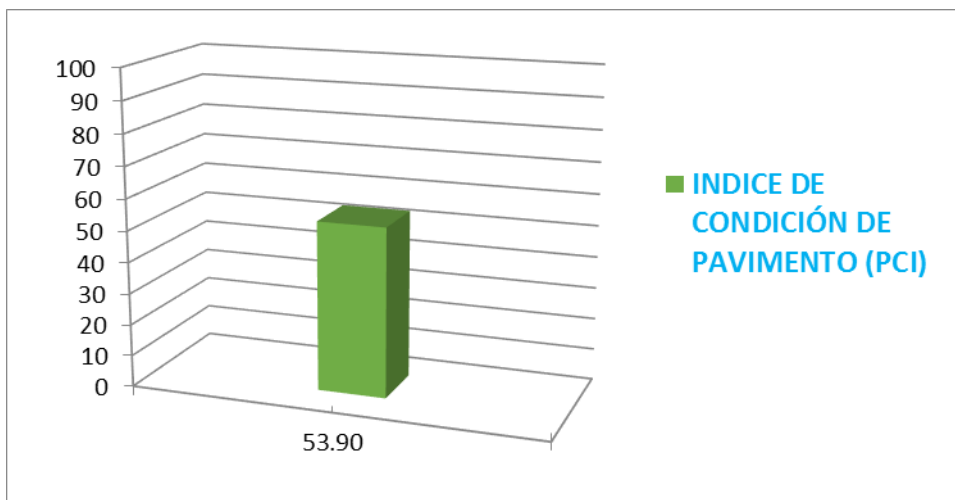
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 53.90

Clasificación = **REGULAR**

Tabla Nº 51 Cálculo del PCI (Muestra 1)

Fuente: Elaboración Propia.



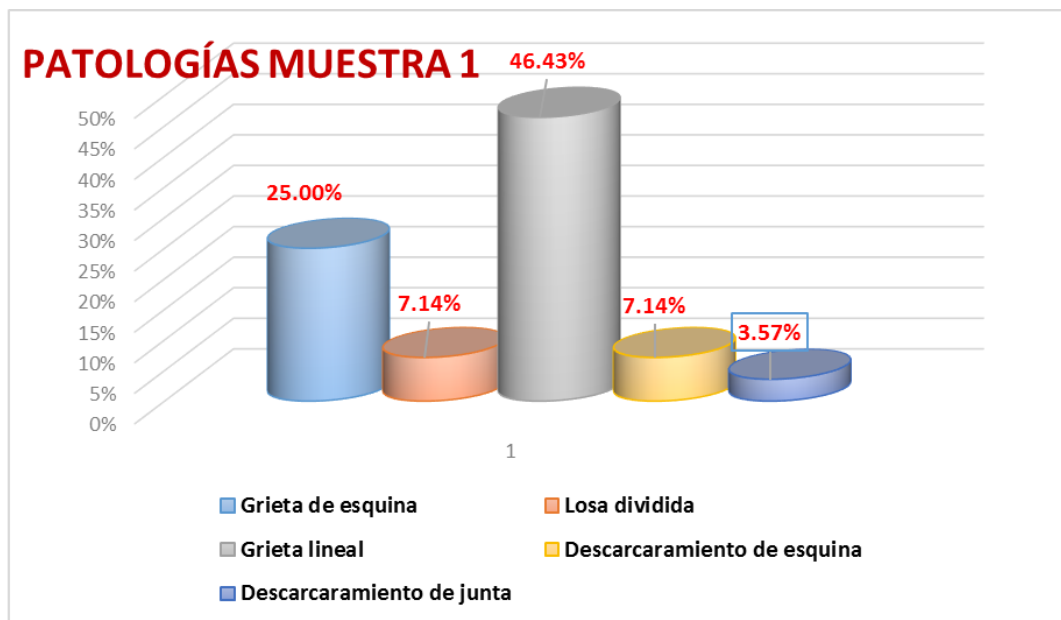
Gráfica Nº 33: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 01).

Fuente: Elaboración Propia.

**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**


Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
22	Grieta de esquina	25.00
23	Losa dividida	7.14
28	Grieta lineal	46.43
31	Pulimento de agregados	42.86
38	Descarcamiento de esquina	7.14
39	Descarcamiento de junta	3.57
		132.14

Tabla N° 52: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 1)  
Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 34: Porcentaje de Patologías (Muestra 01)  
Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 02 – Calle José Carlos Mariátegui

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2017"				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>					
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI		Miguel Checa sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark		Sullana		U2	
<b>MUESTRA</b>		<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido		Piura		28	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>				<b>DIMENSIONES DEL PAÑO</b>	
Vehicular				3.00m x 3.40m	
				<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
				285.60	
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>		
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
22	L	4	14.29	13.10	13.10
23	L	2	7.14	8.70	13.10
28	L	7	25.00	13.10	8.70
31	L	12	42.86	7.00	7.00
38	L	3	10.71	1.30	1.30

**SERERIDAD**

L: Baja  
M: Media  
H: Alta

Tabla N° 53: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°02 de la Calle José Carlos Mariátegui. Fuente: *Elaboración Propia.*

**CALCULO DEL VRC**

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
 Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

**m = 8.98**

Número de reducciones > 2 (q): **9**

Nº	VALORES REDUCCIDOS										VR TOTAL	q	VRC
1	13.10	13.10	8.70	7.00	1.30						43.20	4	24.00
2	13.10	13.10	8.70	6.00	1.30						42.20	3	26.00
3	13.10	13.10	6.00	6.00	1.30						39.50	2	32.00
4	13.10	6.00	6.00	6.00	1.30						32.40	1	32.10

Tabla Nº 54: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U02.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 32.10

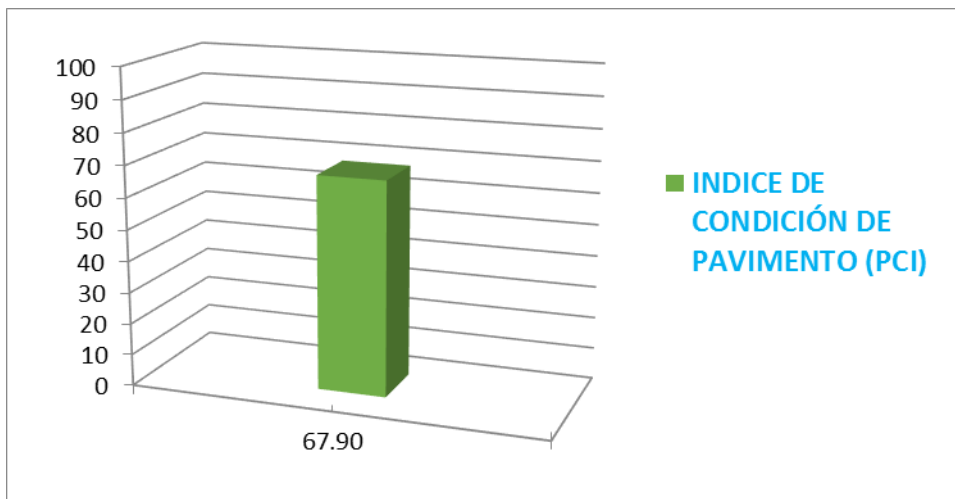
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 67.90

Clasificación = **BUENO**

Tabla Nº 55 Cálculo del PCI (Muestra 2)

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica Nº 35: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 02).

Fuente: *Elaboración Propia.*



**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
22	Grieta de esquina	14.29
23	Losa dividida	7.14
28	Grieta lineal	25.00
31	Pulimento de agregados	42.86
38	Descarcamiento de esquina	10.71
		100.00

Tabla N° 56: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 2)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 36: Porcentaje de Patologías (Muestra 02)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 03 – Calle José Carlos Mariátegui


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"								
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>									
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>									
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>					
Calle José Carlos Mariátegui		Miguel Checa Sojo		oct-17					
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>					
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U3					
<b>MUESTRA</b>	<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>					
Pavimento rígido	Vehicular	Piura		28					
				<b>LARGO x ANCHO</b>					
				3.00m x 3.40m					
				<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>					
				285.60					
				<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="background-color: #00AEEF; color: white;"><b>SEVERIDAD</b></td></tr> <tr><td>L: Baja</td></tr> <tr><td>M: Media</td></tr> <tr><td>H: Alta</td></tr> </table>		<b>SEVERIDAD</b>	L: Baja	M: Media	H: Alta
<b>SEVERIDAD</b>									
L: Baja									
M: Media									
H: Alta									
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>						
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados						
22	Grieta de esquina	32	Popouts						
23	Losa dividida	33	Bombeo						
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento						
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea						
26	Sello de junta	36	Desconchamiento						
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción						
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina						
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta						
30	Parqueo (pequeño)								
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>				
22	L	2	7.14	6.10	8.70				
23	L	2	7.14	8.70	6.10				
28	L	2	7.14	5.10	5.20				
31	L	8	28.57	5.20	5.10				
39	L	3	10.71	2.60	2.60				

Tabla N° 57: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°03 de la Calle José Carlos Mariátegui. Fuente: Elaboración Propia.

**CALCULO DEL VRC**

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
 Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 9.38$$

Número de reducciones > 2 (q): 9

Nº	VALORES REDUCCIDOS										VR TOTAL	q	VRC
1	8.70	6.10	5.20	5.10	2.60						27.70	4	14.20
2	8.70	6.10	5.20	5.10	2.60						27.70	3	15.30
3	8.70	6.00	5.20	5.10	2.60						27.60	2	21.20
4	8.70	6.00	5.20	5.10	2.60						27.60	1	26.50

Tabla N° 58: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U03.

Fuente: *Elaboración Propia.*

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 26.50

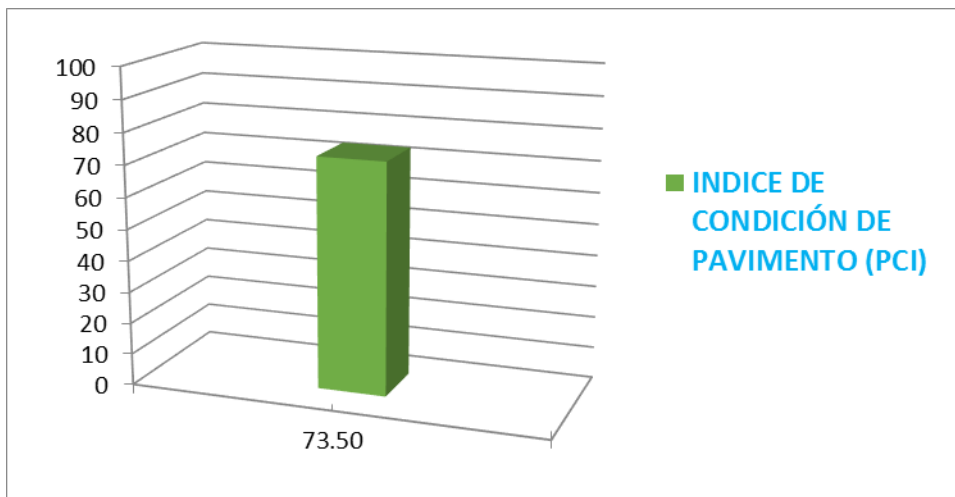
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 73.50

Clasificación = **MUY BUENO**

Tabla N° 59 Cálculo del PCI (Muestra 3)

Fuente: *Elaboración Propia.*



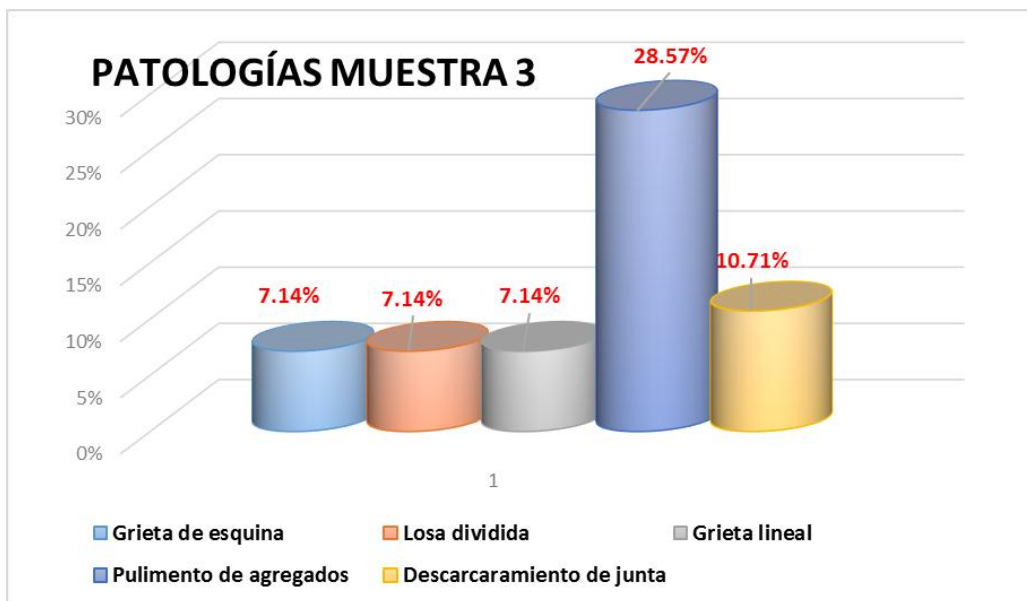
Gráfica N° 37: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 03).

Fuente: *Elaboración Propia.*

**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
22	Grieta de esquina	7.14
23	Losa dividida	7.14
28	Grieta lineal	7.14
31	Pulimento de agregados	28.57
39	Descarcamiento de junta	10.71
		60.70

Tabla N° 60: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 3)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 38: Porcentaje de Patologías (Muestra 03)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*

### Unidad de Muestra N° 04 – Calle José Carlos Mariátegui


 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. EL CEMENTERIO Y CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE 2017"				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO - PCI</b>					
<b>EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO</b>					
<b>NOMBRE DE LA VIA</b>		<b>DISTRITO</b>		<b>FECHA</b>	
Calle José Carlos Mariátegui		Miguel Checa Sojo		oct-17	
<b>INSPECCIONADO POR</b>		<b>PROVINCIA</b>		<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	
Bach. Guevara Girón Clark Ramiro		Sullana		U4	
<b>MUESTRA</b>		<b>DEPARTAMENTO</b>		<b>NÚMERO DE PAÑOS MUESTREADOS</b>	
Pavimento rígido		Piura		28	
<b>TIPO DE MUESTRA</b>		<b>LARGO x ANCHO</b>		<b>ÁREA TOTAL DE PAÑOS</b>	
Vehicular		3.00m x 3.40m		285.60	
				<b>SEVERIDAD</b>	
				L: Baja M: Media H: Alta	
<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>	<b>Nº</b>	<b>DAÑO</b>		
21	Blow up / Buckling	31	Pulimento de Agregados		
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel Carril / Berma	37	Retracción		
28	Grieta Lineal	38	Descascaramiento de esquina		
29	Parqueo (grande)	39	Descascaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>Nº DE LOSAS</b>	<b>DENSIDAD %</b>	<b>VALOR REDUCIDO</b>	<b>(VR) Orden Descendente</b>
22	L	7	25.00	22.00	22.00
22	M	3	10.71	17.60	17.60
28	L	10	35.71	17.10	17.10
31	L	15	53.57	7.80	7.80
38	L	3	10.71	7.00	7.00
39	L	3	10.71	2.60	2.60

Tabla N° 61: Índice de condición del pavimento rígido (PCI) de la Muestra N°04 de la Calle José Carlos Mariátegui. Fuente: Elaboración Propia.

**CALCULO DEL VRC**

Av. El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo.  
Determinación del máximo número de fallas permitidas (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Donde:

m=Número permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR= Valor Individual más alto de VR

$$m = 8.16$$

Número de reducciones > 2 (q): **8**

Nº	VALORES REDUCCIDOS										VR TOTAL	q	VRC
1	22.00	17.60	17.10	7.80	7.00	2.60					74.10	6	37.50
2	22.00	17.60	17.10	7.80	6.00	2.60					73.10	4	41.80
3	22.00	17.60	17.10	6.00	6.00	2.60					71.30	3	45.10
4	22.00	17.60	6.00	6.00	6.00	2.60					60.20	2	45.50
5	22.00	6.00	6.00	6.00	6.00	2.60					48.60	1	47.80

Tabla Nº 62: Cálculo del valor reducido corregido de la muestra U04.

Fuente: Elaboración Propia.

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificación
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = 47.80

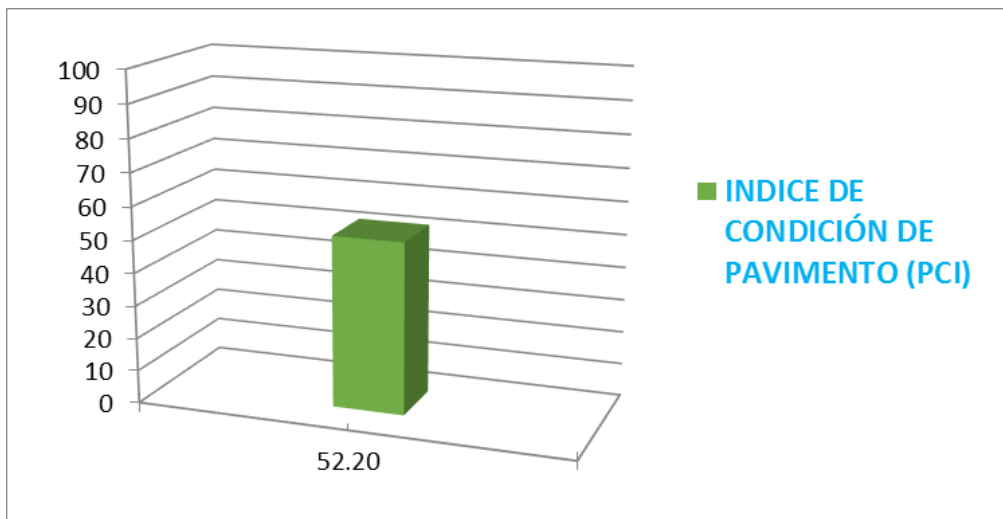
PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 52.20

Clasificación = **REGULAR**

Tabla Nº 63 Cálculo del PCI (Muestra 4)

Fuente: Elaboración Propia.



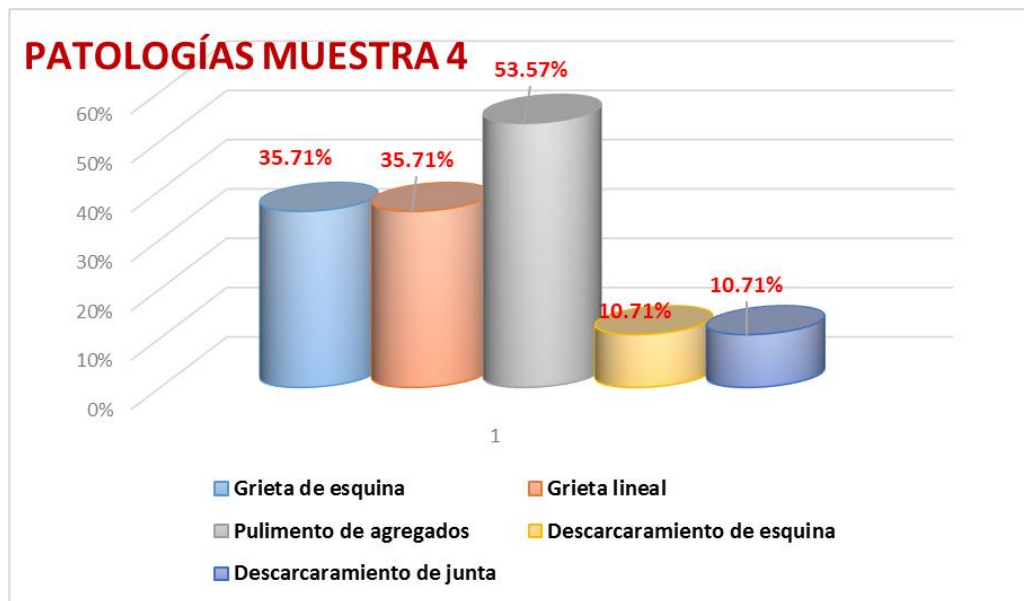
Gráfica Nº 39: Índice de condición de pavimento (PCI) (Muestra 04).

Fuente: Elaboración Propia.

**PORCENTAJE DE INDICE ACUMULADO**

Nº	Tipo de Daño	Acumulado %
22	Grieta de esquina	35.71
28	Grieta lineal	35.71
31	Pulimento de agregados	53.57
38	Descarcaramiento de esquina	10.71
39	Descarcaramiento de junta	10.71
		146.41

Tabla N° 64: Porcentaje del índice acumulado. (Muestra 4)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 40: Porcentaje de Patologías (Muestra 04)  
 Fuente: *Elaboración Propia.*

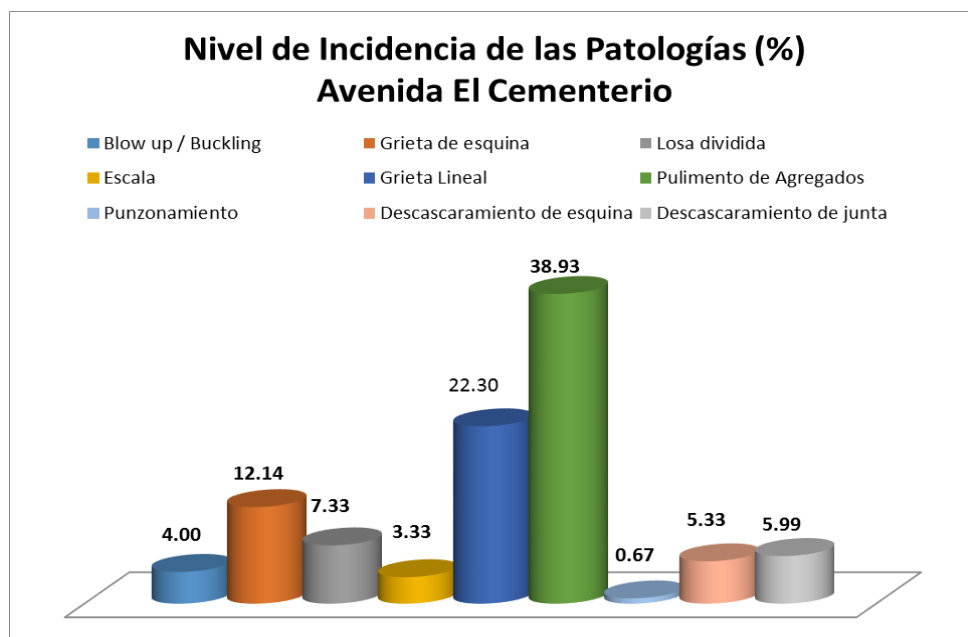
## 4.2. Análisis de Resultados

### Análisis de resultados de la Avenida el Cementerio

CÁLCULO DEL NIVEL DE INCIDENCIAS DE LAS PATOLOGÍAS (%)											
PORCENTAJE DE ÍNDICE ACUMULADO REAL											
Nº	Nombre	PATOLOGÍA									
		21	22	23	25	28	31	34	38	39	TOTAL (%)
1	Muestra U1		16.17				61.11			16.67	93.95
2	Muestra U2	5.56	24.00	5.56	5.56	11.12	38.89				90.69
3	Muestra U3		33.33		5.56	5.56	11.11				55.56
4	Muestra U4	5.56				19.36	2.60				27.52
5	Muestra U5					27.78	22.22				50.00
6	Muestra U6			22.22		16.67	33.33	5.56			77.78
7	Muestra U7			5.56		33.33	22.22		22.22		83.33
8	Muestra U8			11.11		16.67	27.78		11.11		66.67
9	Muestra U9		16.67		5.56	27.78	27.78			11.11	88.90
10	Muestra U10		11.11	5.56		11.11	44.45			11.11	83.34
11	Muestra U11	5.56		5.56	11.11		16.67		11.11	11.11	61.12
12	Muestra U12	16.67		5.56		16.67	16.67				55.57
<b>TOTAL</b>		<b>33.35</b>	<b>101.28</b>	<b>61.13</b>	<b>27.79</b>	<b>186.05</b>	<b>324.83</b>	<b>5.56</b>	<b>44.44</b>	<b>50.00</b>	
<b>Nivel de Incidencia</b>		<b>4.00</b>	<b>12.14</b>	<b>7.33</b>	<b>3.33</b>	<b>22.30</b>	<b>38.93</b>	<b>0.67</b>	<b>5.33</b>	<b>5.99</b>	<b>100.00</b>

Tabla N° 65: Nivel de incidencias de las patologías de la Avenida El Cementerio.

Fuente: Elaboración Propia.



Gráfica N° 41: Tipo de daño con su nivel de incidencias de la Avenida El Cementerio.

Este gráfico nos muestra que hay una gran cantidad de pulimento de agregados, con un nivel de incidencia de 38.93, seguido por grietas lineales con un nivel de incidencia de 22.30.

Fuente: Elaboración Propia.

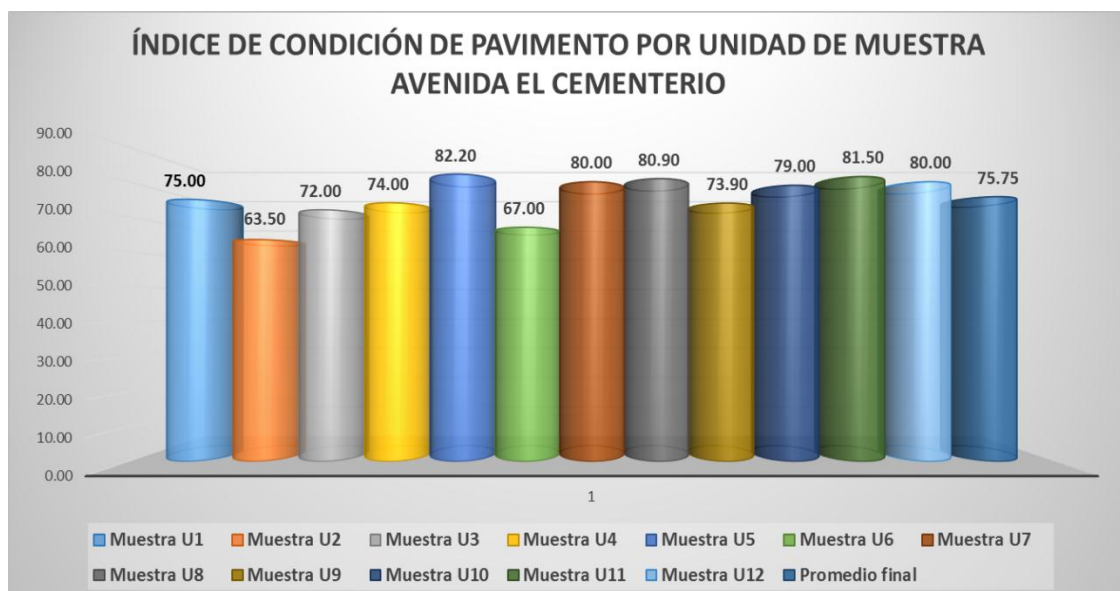


CÁLCULO PROMEDIO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)					
AVENIDA EL CEMENTERIO					
Nº	Unidad de muestra	P.C.I. Encontrado	Descripción	P.C.I. Promedio	Descripción
1	Muestra U1	75.00	Muy Bueno	<b>75.75</b>	<b>Muy Bueno</b>
2	Muestra U2	63.50	Bueno		
3	Muestra U3	72.00	Muy Bueno		
4	Muestra U4	74.00	Muy Bueno		
5	Muestra U5	82.20	Muy Bueno		
6	Muestra U6	67.00	Bueno		
7	Muestra U7	80.00	Muy Bueno		
8	Muestra U8	80.90	Muy Bueno		
9	Muestra U9	73.90	Muy Bueno		
10	Muestra U10	79.00	Muy Bueno		
11	Muestra U11	81.50	Muy Bueno		
12	Muestra U12	80.00	Muy Bueno		

Tabla N° 66: Promedio de PCI del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Podemos observar que el cálculo promedio del índice de condición de pavimento es 75.75 con una clasificación MUY BUENO.



Gráfica N° 42: Promedio de PCI del pavimento rígido de la Avenida El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Fuente: *Elaboración Propia.*

La muestra U5 presenta un índice de condición de pavimento P.C.I 82.20 con una clasificación de MUY BUENO. Con un P.C.I Promedio final de 75.75 con una clasificación de MUY BUENO.

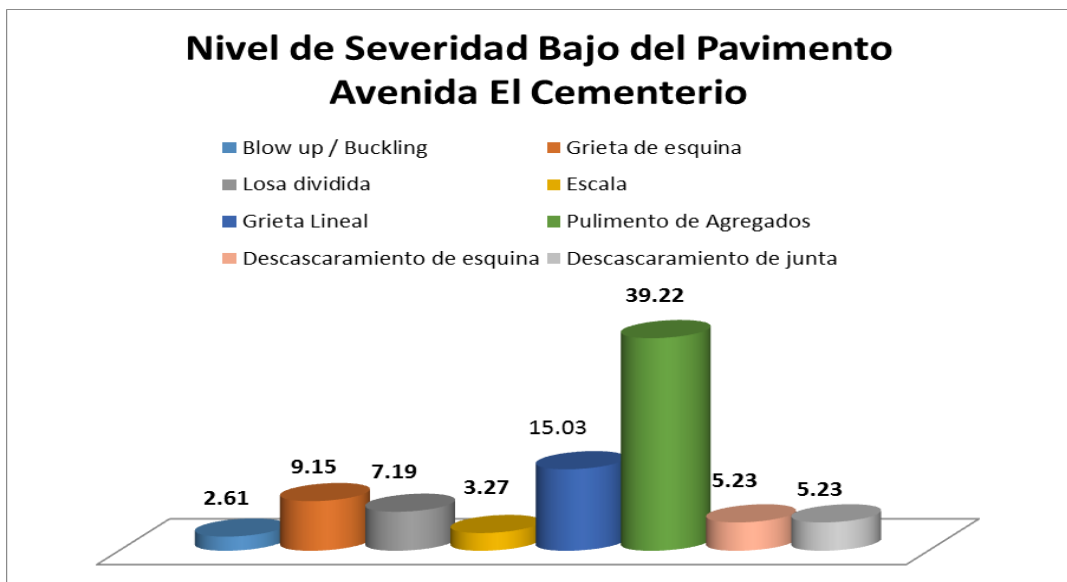
**Cálculo del Nivel de Severidad del Pavimento de la Avenida El Cementerio.**

CÁLCULO DEL NIVEL DE SEVERIDAD DEL PAVIMENTO												
POR MUESTRA												
Nº	Nombre	PATOLOGÍA										
		21	22	23	25	28	31	34	38	39	TOTAL (%)	
1	Muestra U1		3L				11L				2L 1M	16L 1M
2	Muestra U2	1M	3M	1L	1L	1L 1M	7L					11L 4M
3	Muestra U3		6L		1L	1L	2L					10L
4	Muestra U4	1L				5L 1M	3L					9L 1M
5	Muestra U5					3L 2M	4L					7L 2M
6	Muestra U6			4L		3L	6L	1M				13L 1M
7	Muestra U7			1L		2L 4M	4L		4L			11L 4M
8	Muestra U8			2L		3M	5L		2L			9L 3M
9	Muestra U9		3L		1L	3L 2M	5L			2L		14L 2M
10	Muestra U10		2L	1L		2L	7L 1M			2L		14L 1M
11	Muestra U11	1M		1L	2L		3L		2L	2L		10L 1M
12	Muestra U12	3L		1L		3L	3L					9L
<b>TOTAL</b>		<b>4L 2M</b>	<b>14L 3M</b>	<b>11L</b>	<b>5L</b>	<b>23L 13M</b>	<b>60L 1M</b>	<b>1M</b>	<b>8L</b>	<b>8L</b>		<b>133L 20M</b>
<b>SEVERIDAD BAJO</b>		<b>2.61</b>	<b>9.15</b>	<b>7.19</b>	<b>3.27</b>	<b>15.03</b>	<b>39.22</b>		<b>5.23</b>	<b>5.23</b>		<b>86.93</b>
<b>SEVERIDAD MEDIO</b>		<b>1.31</b>	<b>1.96</b>			<b>8.50</b>	<b>0.65</b>	<b>0.65</b>				<b>13.07</b>
<b>SEVERIDAD ALTO</b>												

Tabla N° 67: Cálculo del nivel de severidad del pavimento de la Avenida El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Fuente: *Elaboración Propia.*

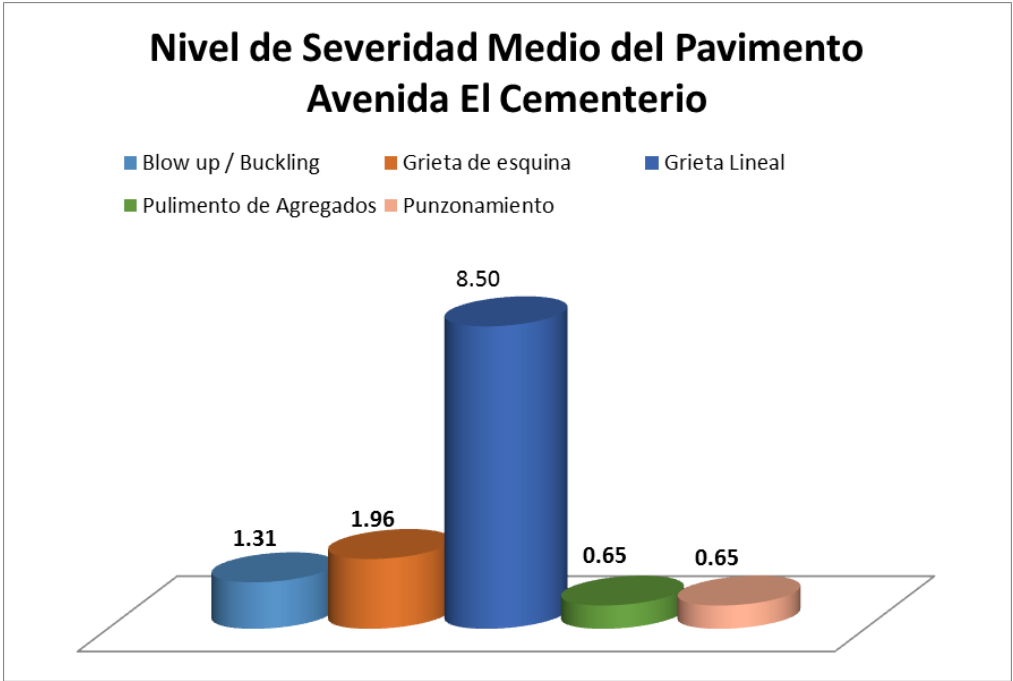
Se observan 133 daños con nivel de severidad bajo con un porcentaje de 86.93%, 20 daños con nivel de severidad medio con un porcentaje de 13.07%, y ningún daño con nivel de severidad alto.



Gráfica N° 43: Nivel de severidad bajo del pavimento de la Avenida El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Se observan que entre las patologías de nivel de severidad bajo, el Pulimento de agregados es la que mayor destaca con 39.22% de los daños encontrados.



Gráfica N° 44: Nivel de severidad medio del pavimento de la Avenida El Cementerio del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Se observan que la patología grieta lineal con un nivel de severidad medio presenta un 8.50% de los daños encontrados.

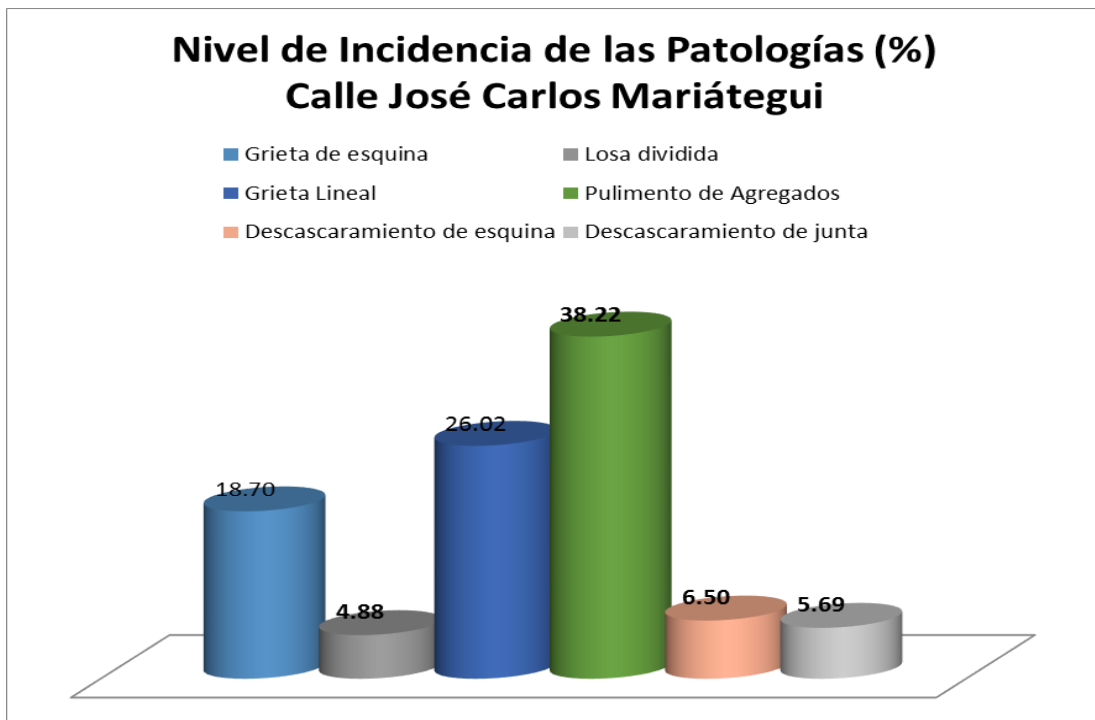
## Análisis de resultados de la Calle José Carlos Mariátegui

Tabla N° 19: Nivel de incidencias de las patologías.

CÁLCULO DEL NIVEL DE INCIDENCIAS DE LAS PATOLOGÍAS (%)								
PORCENTAJE DE ÍNDICE ACUMULADO REAL								
Nº	Nombre	22	23	28	31	38	39	TOTAL (%)
1	Muestra U1	25.00	7.14	46.43	42.86	7.14	3.57	132.14
2	Muestra U2	14.29	7.14	25.00	42.86	10.71		100.00
3	Muestra U3	7.14	7.14	7.14	28.57		10.71	60.70
4	Muestra U4	35.71		35.71	53.57	10.71	10.71	146.41
TOTAL		82.14	21.42	114.28	167.86	28.56	24.99	
Nivel de Incidencia		18.70	4.88	26.02	38.22	6.50	5.69	100.00

Tabla N° 68: Nivel de incidencias de las patologías de la Calle José Carlos Mariátegui.

Fuente: *Elaboración Propia.*



Gráfica N° 45: Tipo de daño con su nivel de incidencias de la Calle José Carlos Mariátegui.

Este gráfico nos muestra que hay una gran cantidad de pulimento de agregados, con un nivel de incidencia de 38.22, seguido por grietas lineales con un nivel de incidencia de 26.02.

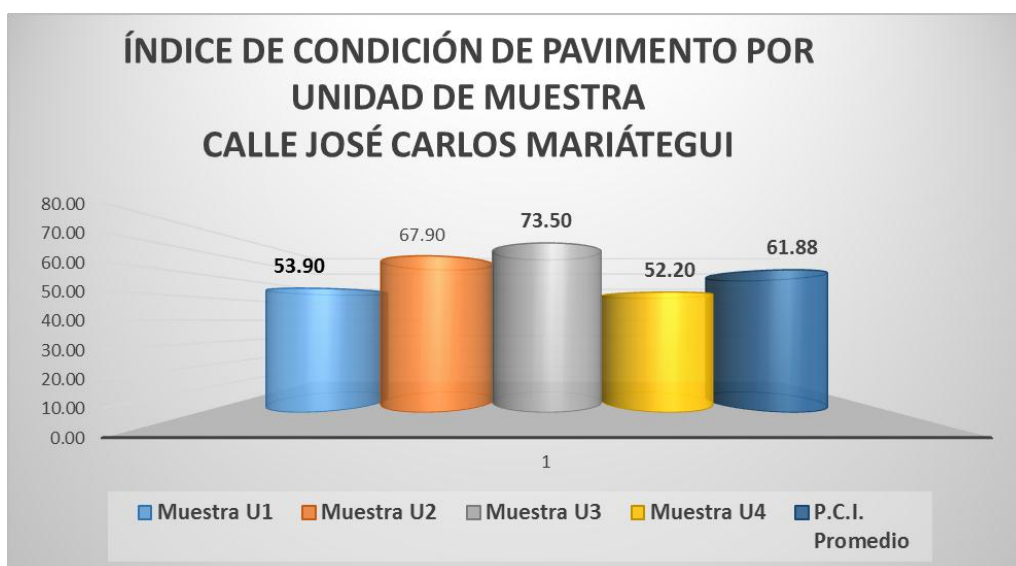
Fuente: *Elaboración Propia.*

CÁLCULO PROMEDIO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) CALLE JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI					
Nº	Unidad de muestra	P.C.I. Encontrado	Descripción	P.C.I. Promedio	Descripción
1	Muestra U1	53.90	Regular	<b>61.88</b>	<b>Bueno</b>
2	Muestra U2	67.90	Bueno		
3	Muestra U3	73.50	Muy Bueno		
4	Muestra U4	52.20	Regular		

Tabla N° 69: Promedio de PCI del pavimento rígido de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Podemos observar que el cálculo promedio del índice de condición de pavimento es 61.88 con una clasificación BUENO.



Gráfica N° 46: Promedio de PCI del pavimento rígido de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Fuente: *Elaboración Propia.*

La muestra U3 presenta un índice de condición de pavimento P.C.I 73.50 con una clasificación de MUY BUENO y con un P.C.I promedio de 61.88 con una clasificación de BUENO.

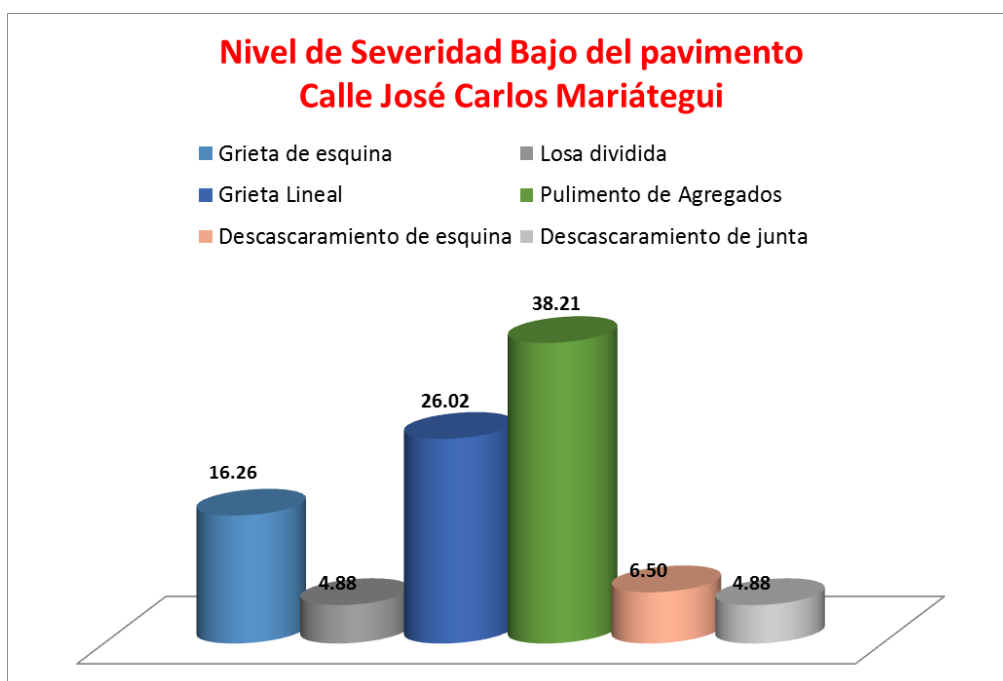
### Cálculo del Nivel de Severidad del Pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui.

CÁLCULO DEL NIVEL DE SEVERIDAD DEL PAVIMENTO								
POR MUESTRA								
Nº	Nombre	PATOLOGÍA						TOTAL (%)
		22	23	28	31	38	39	
1	Muestra U1	7L	2L	13L	12L	2L	1H	36L 1H
2	Muestra U2	4L	2L	7L	12L	3L		28L
3	Muestra U3	2L	2L	2L	8L		3L	17L
4	Muestra U4	7L 3M		10L	15L	3L	3L	38L 3M
TOTAL		20L 3M	6L	32L	47L	8L	6L 1H	119L 3M 1H
SEVERIDAD BAJO		16.26	4.88	26.02	38.21	6.50	4.88	96.75
SEVERIDAD MEDIO		2.44						2.44
SEVERIDAD ALTO							0.81	0.81

Tabla N° 70: Cálculo del nivel de severidad del pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Se observan 119 daños con nivel de severidad bajo con un porcentaje de 96.75%, 3 daños con nivel de severidad medio con un porcentaje de 2.44%, y 1 daño con nivel de severidad alto con un porcentaje de 0.81%.



Gráfica N° 47: Nivel de severidad bajo del pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

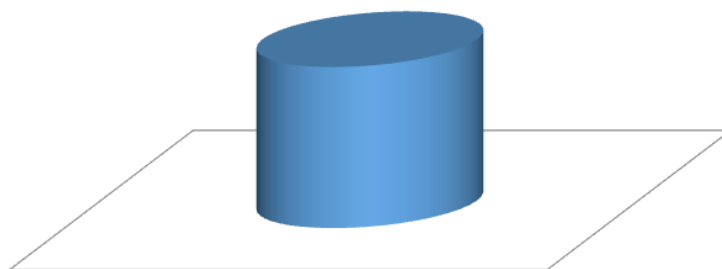
Fuente: *Elaboración Propia.*

Se observan que entre las patologías de nivel de severidad bajo, el Pulimento de agregados es la que mayor destaca con 38.21% de los daños encontrados.

## Nivel de Severidad Medio del pavimento Calle José Carlos Mariátegui

■ Grieta de esquina

2.44



Gráfica N° 48: Nivel de severidad medio del pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

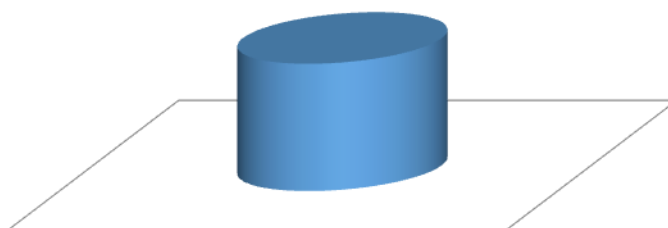
Fuente: *Elaboración Propia.*

Se observan que la patología grieta de esquina con un nivel de severidad medio presenta un 2.44% de los daños encontrados.

## Nivel de Severidad Alto del pavimento Calle José Carlos Mariátegui

■ Descascaramiento de junta

0.81



Gráfica N° 49: Nivel de severidad alto del pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Se observan que la patología descascaramiento de junta con un nivel de severidad alto presenta un 0.81% de los daños encontrados.

## CAPITULO V

### V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados, se concluye:

1. Las patologías encontradas en la presente investigación son:

Avenida El Cementerio: Blow up/Buckling, grieta de esquina, losa dividida, escala, grieta lineal, pulimento de agregados, punzonamiento, descascaramiento de esquina, descascaramiento de junta.

Calle José Carlos Mariátegui: Grieta de esquina, losa dividida, grieta lineal, pulimento de agregados, descascaramiento de esquina, descascaramiento de junta.

2. Se concluye que el Índice Promedio de Condición del Pavimento (PCI), identificado en el pavimento rígido de la Av. El Cementerio es de **75.75** correspondiendo a un estado de conservación **MUY BUENO**, y de la Calle José Carlos Mariátegui es de **61.88** correspondiendo a un estado de conservación **BUENO**.

3. El nivel de incidencia de las patologías del pavimento de la Av. El Cementerio es: Blow up/buckling 4.00%, grieta de esquina 12.14%, losa dividida 7.33%, escala 3.33%, grieta lineal 22.30%, pulimento de agregados 38.93%, punzonamiento 0.67%, descascaramiento de esquina 5.33%, descascaramiento de junta 5.99%.

El nivel de incidencia de las patologías del pavimento rígido de la Calle José Carlos Mariátegui es:



Grieta de esquina 18.70%, losa dividida 4.88%, grieta lineal 26.02%, pulimento de agregados 38.22%, descascamiento de esquina 6.50%, descascamiento de junta 5.69%.

4. La patología predominante en el pavimento rígido de la Avenida El Cementerio es: Pulimento de agregados 38.93%.

La patología predominante en el pavimento rígido de la Calle José Carlos Mariátegui es: Pulimento de agregados 38.22%.

5. El nivel de severidad de la Avenida El Cementerio:

Se observan 133 daños con nivel de severidad bajo con un porcentaje de 86.93%, 20 daños con nivel de severidad medio con un porcentaje de 13.07%, y ningún daño con nivel de severidad alto. Por lo tanto el pavimento de la Avenida El Cementerio presenta un nivel de severidad LOW: BAJO.

El nivel de severidad de la Calle José Carlos Mariátegui:

Se observan 119 daños con nivel de severidad bajo con un porcentaje de 96.75%, 3 daños con nivel de severidad medio con un porcentaje de 2.44%, y 1 daño con nivel de severidad alto con un porcentaje de 0.81%. Por lo tanto el pavimento de la Calle José Carlos Mariátegui presenta un nivel de severidad LOW: BAJO.

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS**

### **RECOMENDACIONES.**

Para las patologías con mayor índice de incidencia en el pavimento rígido de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa Sojo que son:

- Grietas de esquina, se recomienda sellar las grietas que tengan más de 3 milímetros de ancho.
- Losa dividida, se recomienda sellar las grietas que tengan más de 3 milímetros de ancho.
- Grieta lineal, se recomienda sellar las grietas que tengan más de 3 milímetros de ancho
- Pulimento de agregados, se recomienda hacer un ranurado de la superficie afectada, o también colocar una sobrecarpeta en la parte afectada.
- Se recomienda cerrar bien las juntas para así evitar filtraciones de agua debajo de las losas de concreto y que se produzca estas patologías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Prunell S. Estudio de las patologías en pavimentos de hormigón. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil]. La Plata, Argentina; 2011.
2. Ramírez D, Godoy O. Patología De Pavimentos Rígidos De La Ciudad de Asunción Paraguay. 2006
3. Figueroa T, Palacio R. Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín – Colombia, julio–2008
4. Gonzalo M. León R. Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las veredas del AA.HH. Alto Perú - Distrito Chimbote, Provincia Santa, Departamento Ancash. Ancash 2014.
5. Florencio E. Determinación y evaluación del estado actual de las veredas del cercado del distrito de Huaraz - provincia de Huaraz - Región Ancash, 2011
6. Tafur Herrera A. (2013). Evaluación de la resistencia y calidad de la losa de concreto rígido del Jr. Arcomayo Cda. N° 1 y Jr. Sánchez Hoyos Cda. N° 2, de la ciudad de Cajamarca. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería. 82 p.
7. Espinoza T. (2010) Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la Provincia de Huancabamba Departamento de Piura, 2010.

8. Ipanaque P. (2010). Determinación y evaluación de las patologías del concreto de las veredas del Distrito de Vice, Provincia de Sechura, Departamento de Piura.
9. Morocho Peña (2011). Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las veredas de la Urbanización Santa María del Pinar, del Distrito de Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura.
10. UNI-RUPAP. Maestría en vías terrestre. Módulo iv, Curso: “gestión de conservación vial” Medición del PCI en el pavimento. 2011. Pág. 6.  
Disponible desde: <https://claudiarauz.files.wordpress.com/2011/12/pci-trabajo-campo.pdf>
11. Vásquez L. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento. Manizales: 2002.
12. Vásquez, L. Manual de daños. Manizales: 2002.
13. Vásquez, L. Manual de daños en vías con superficie de concreto de cemento portland. Manizales: 2002.

## ANEXOS

### Anexos A: Curvas de valores deducidos para pavimentos de concreto

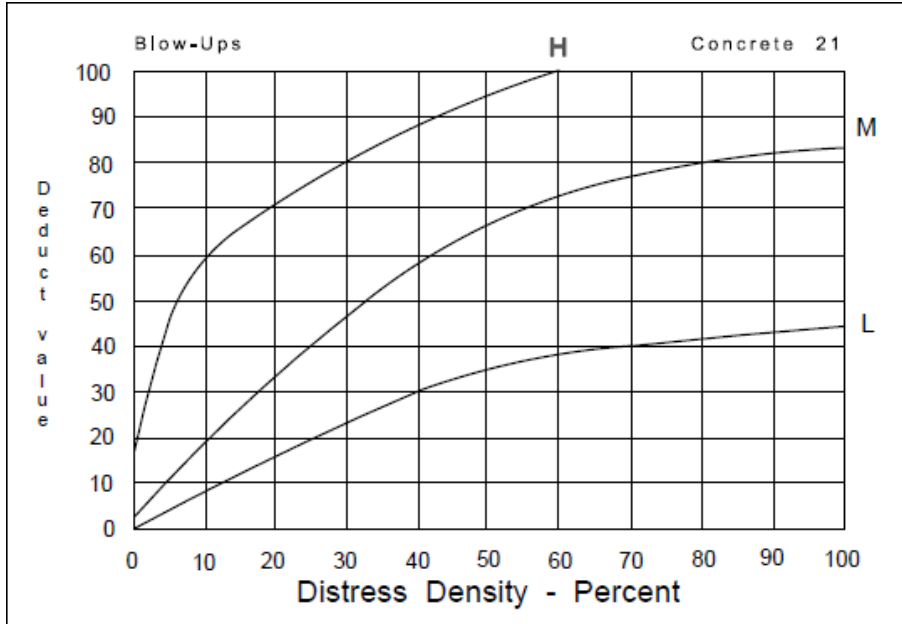


Figura A1. Curvas de valores deducidos para falla por Blowup/Buckling (Levantamiento / Pandeo)  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

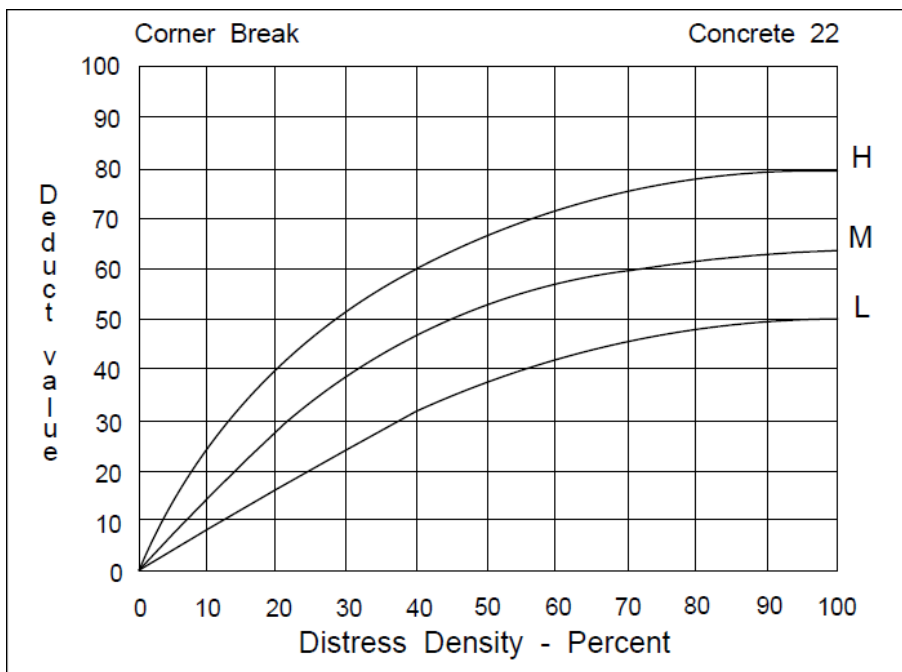


Figura A2. Curvas de valores deducidos para falla por grieta de esquina.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

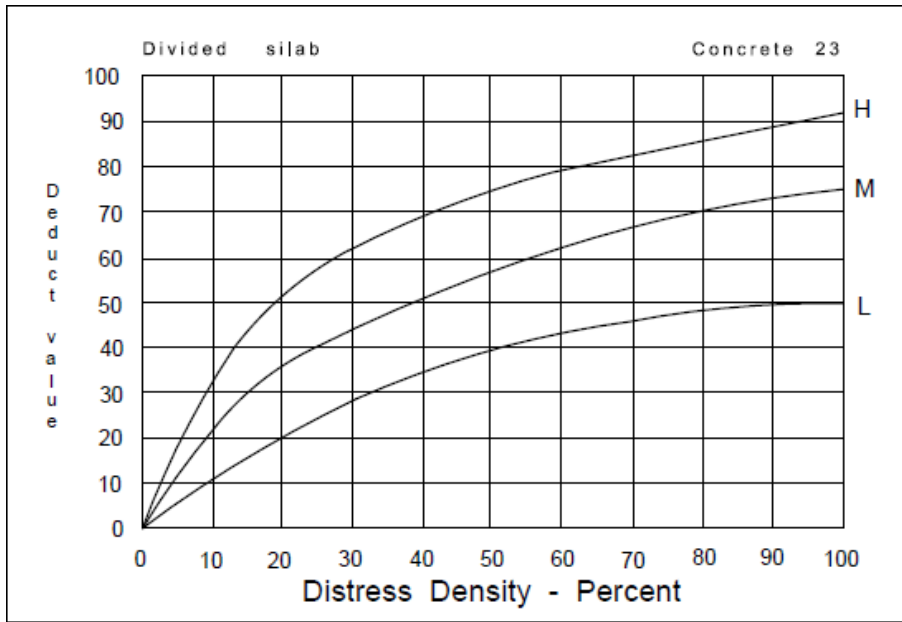


Figura A3. Curvas de valores deducidos para falla por losa dividida.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

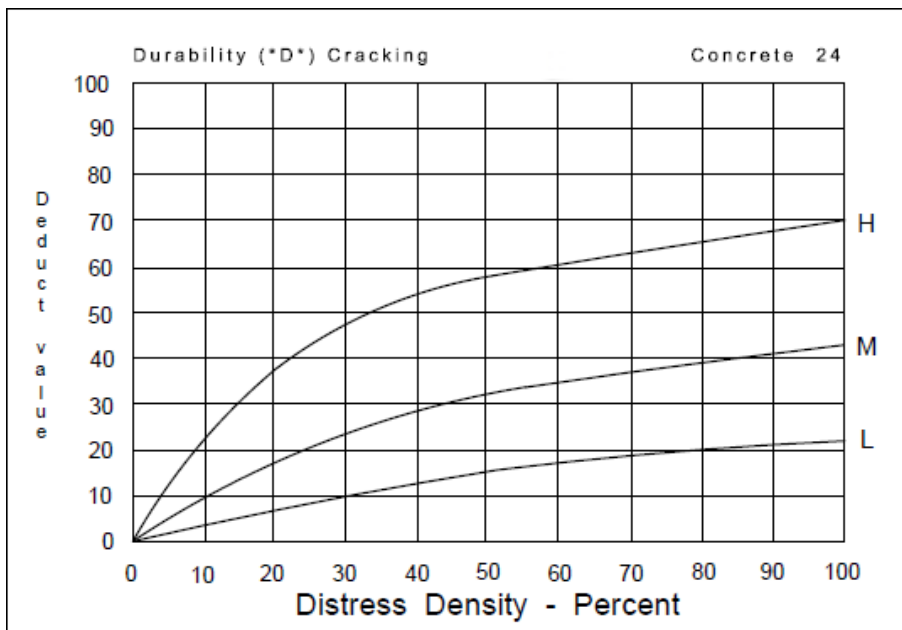


Figura A4. Curvas de valores deducidos para falla grieta de durabilidad (D).  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

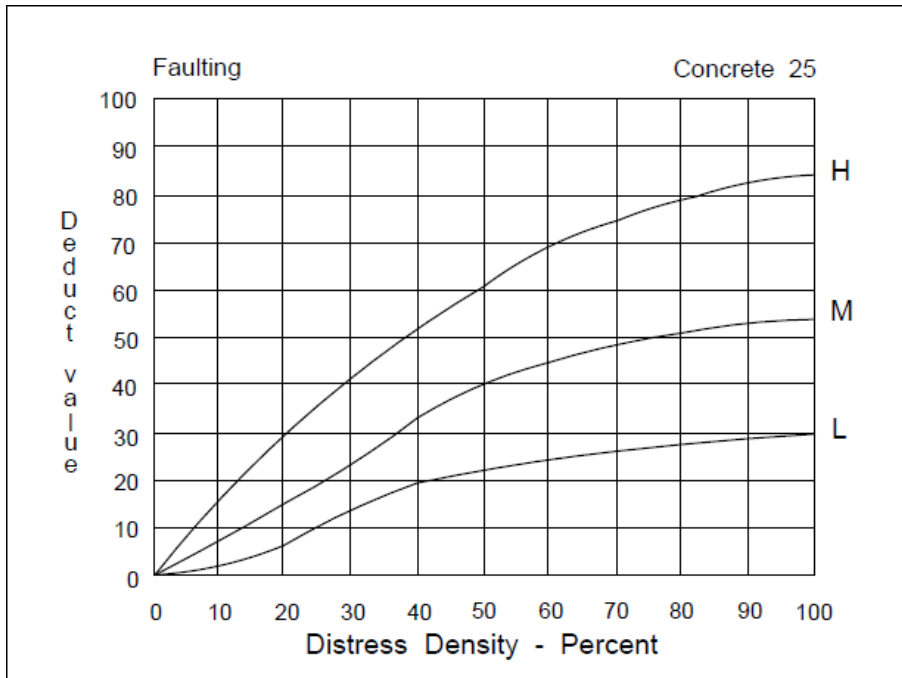


Figura A5. Curvas de valores deducidos para falla por escala.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

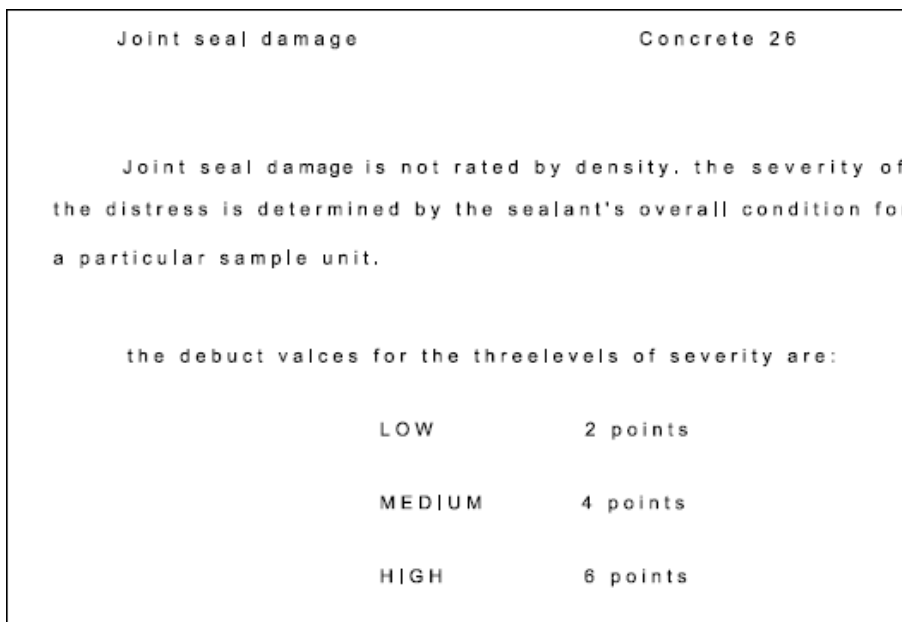


Figura A6. Curvas de valores deducidos para deterioro de sello de junta. Falla determinada por la condición general de la unidad de muestra.

Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

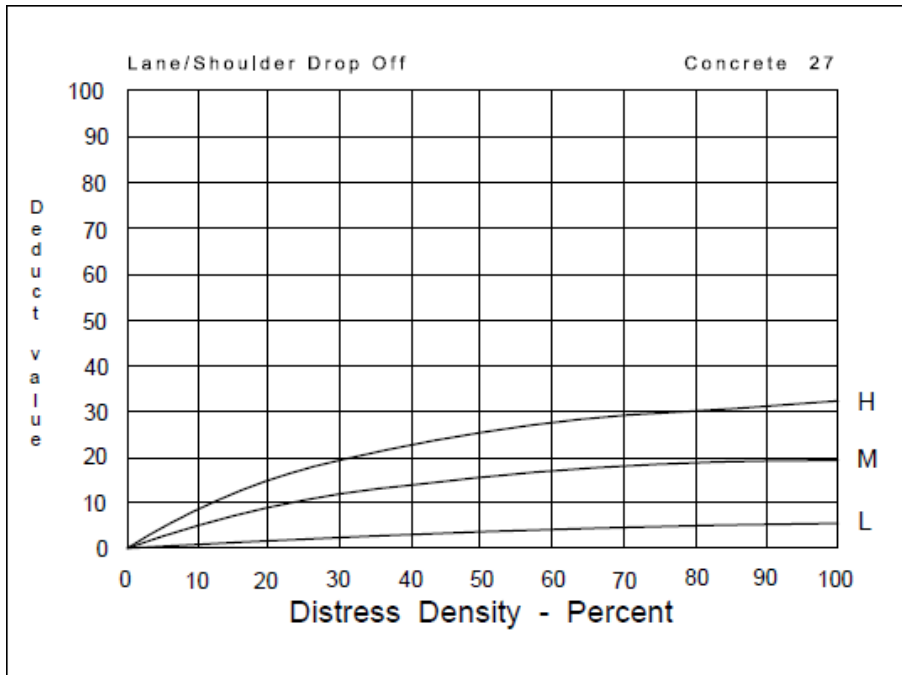


Figura A7. Curvas de valores deducidos para desnivel carril/berma.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

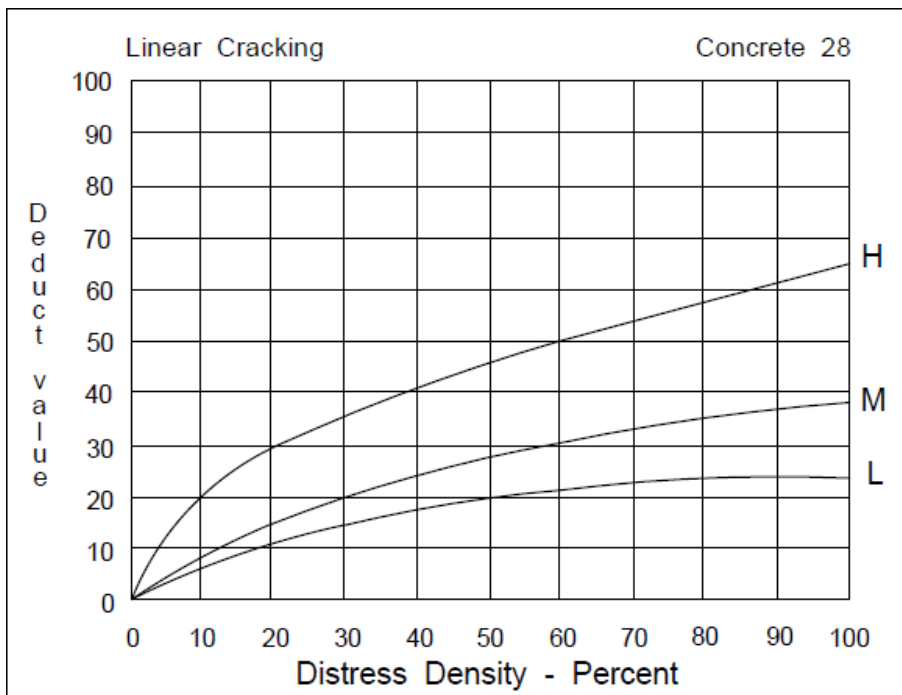


Figura A8. Curvas de valores deducidos para grieta lineal.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)



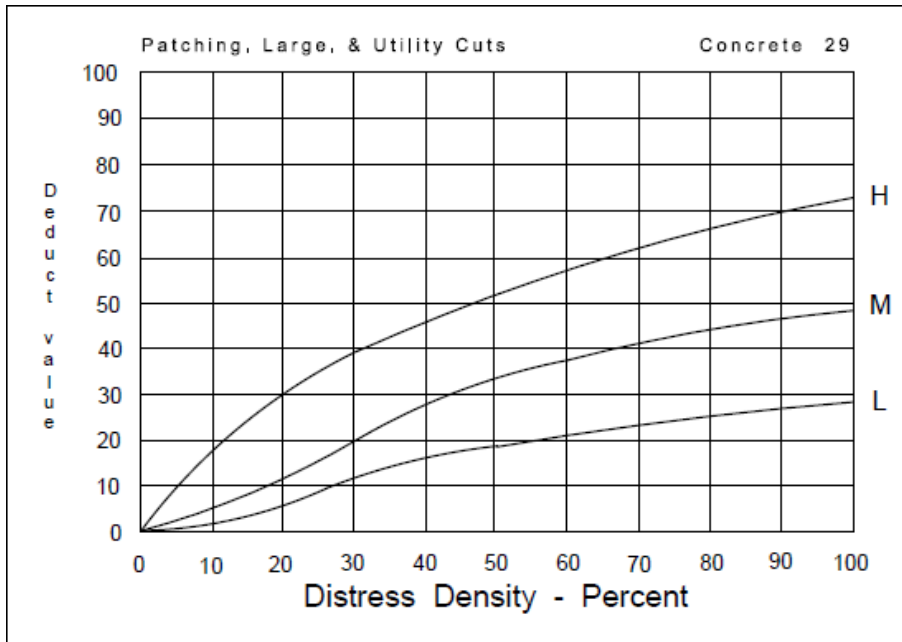


Figura A9. Curvas de valores deducidos para parche grande.  
 Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

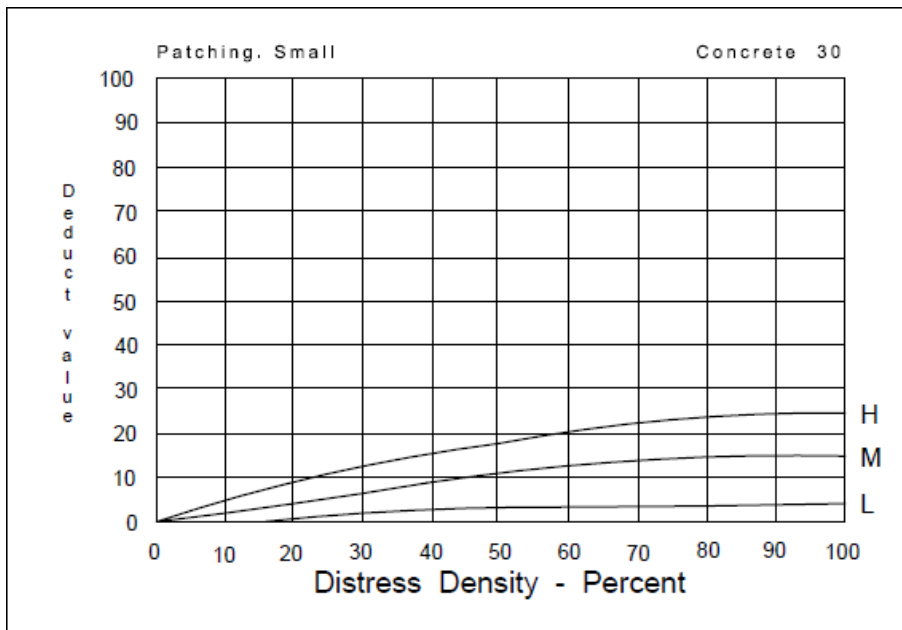


Figura A10. Curvas de valores deducidos para parche pequeño.  
 Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

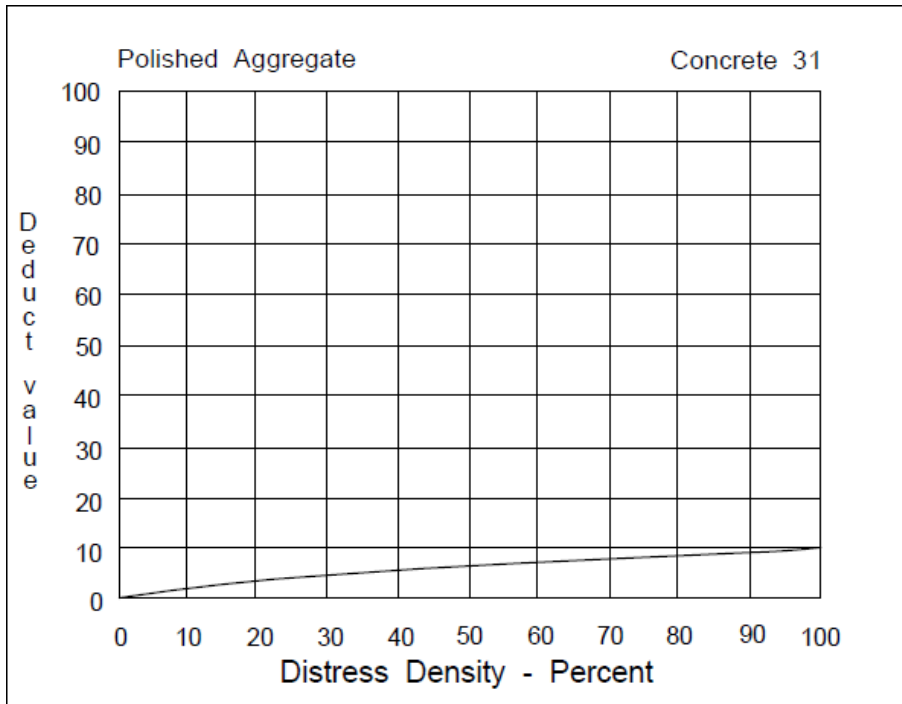


Figura A11. Curvas de valores deducidos para pulimento de agregados.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

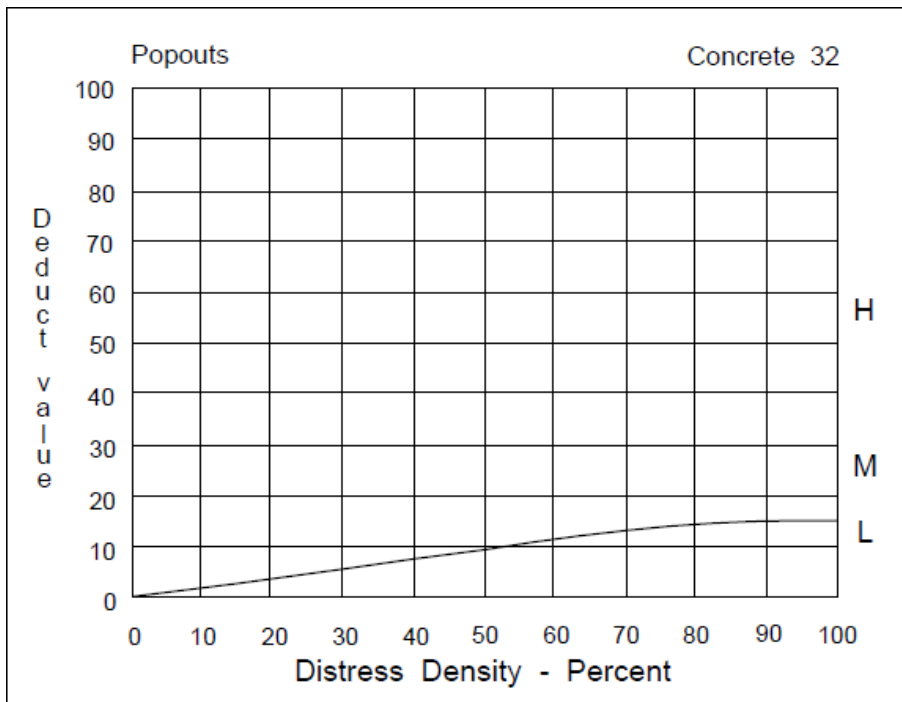


Figura A12. Curvas de valores deducidos para popouts.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

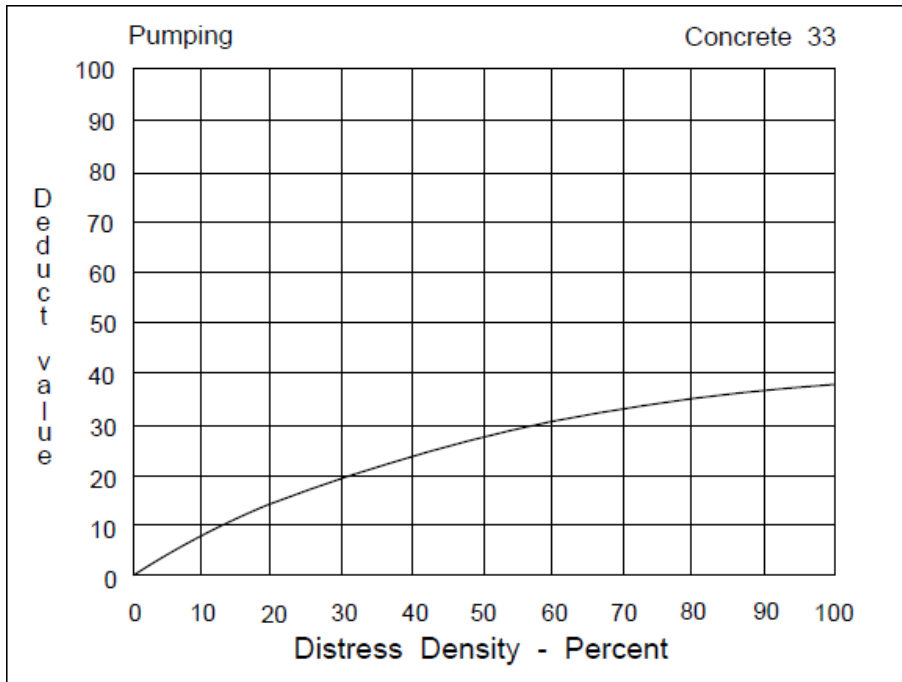


Figura A13. Curvas de valores deducidos para bombeo.  
 Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

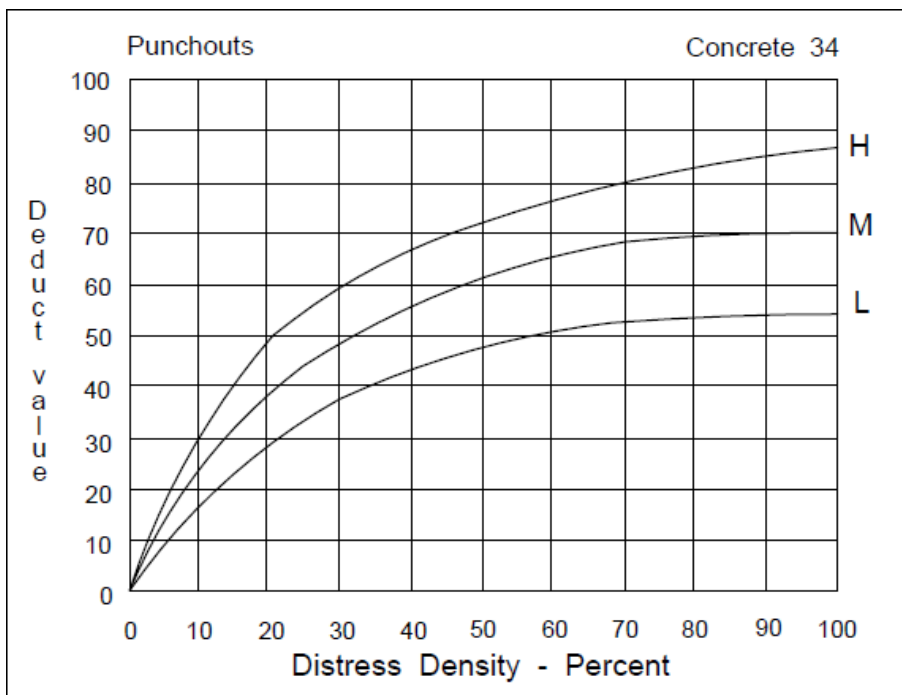


Figura A14. Curvas de valores deducidos para punzonamiento.  
 Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

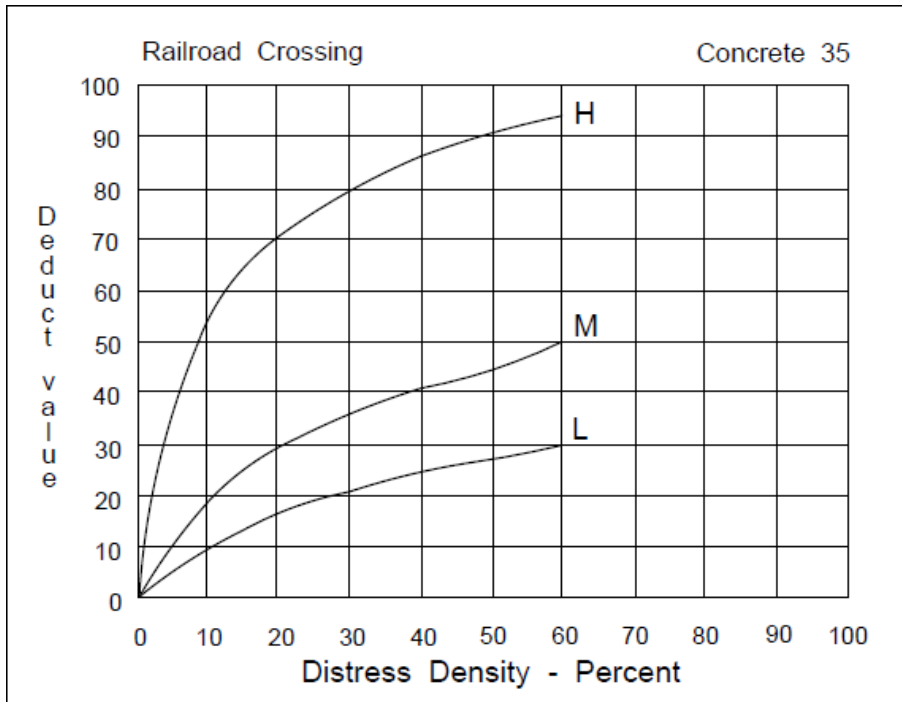


Figura A15. Curvas de valores deducidos para cruce de vía férrea.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

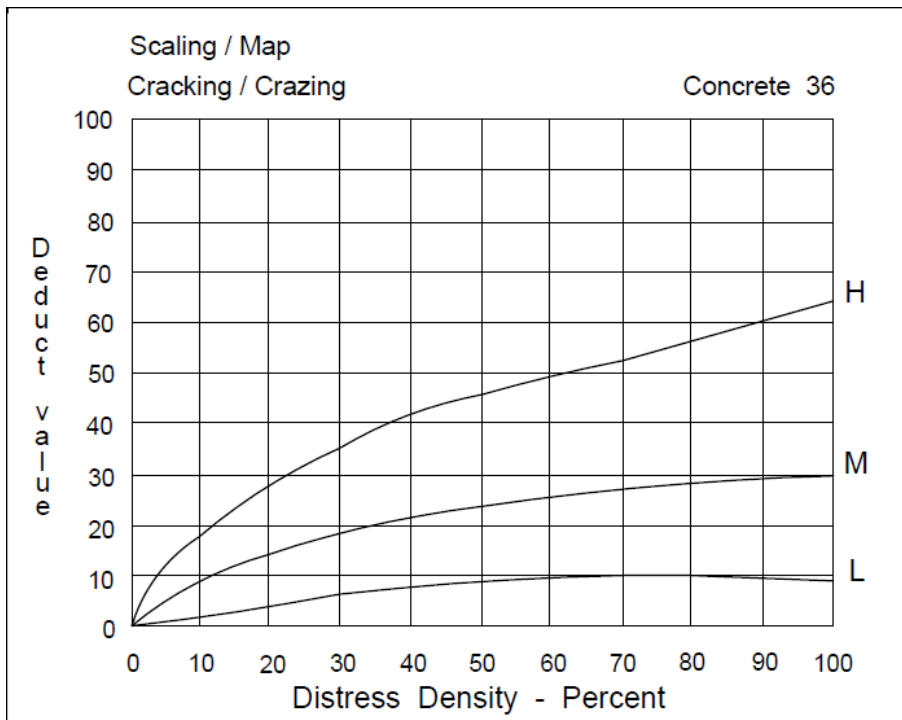


Figura A16. Curvas de valores deducidos para desconchamiento.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

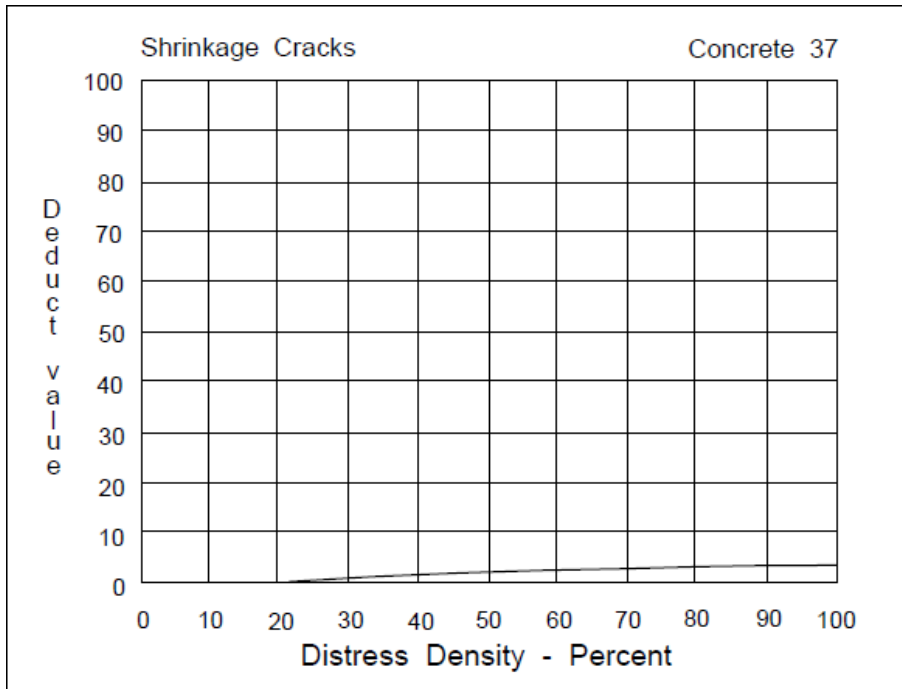


Figura A17. Curvas de valores deducidos para fisura de retracción.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

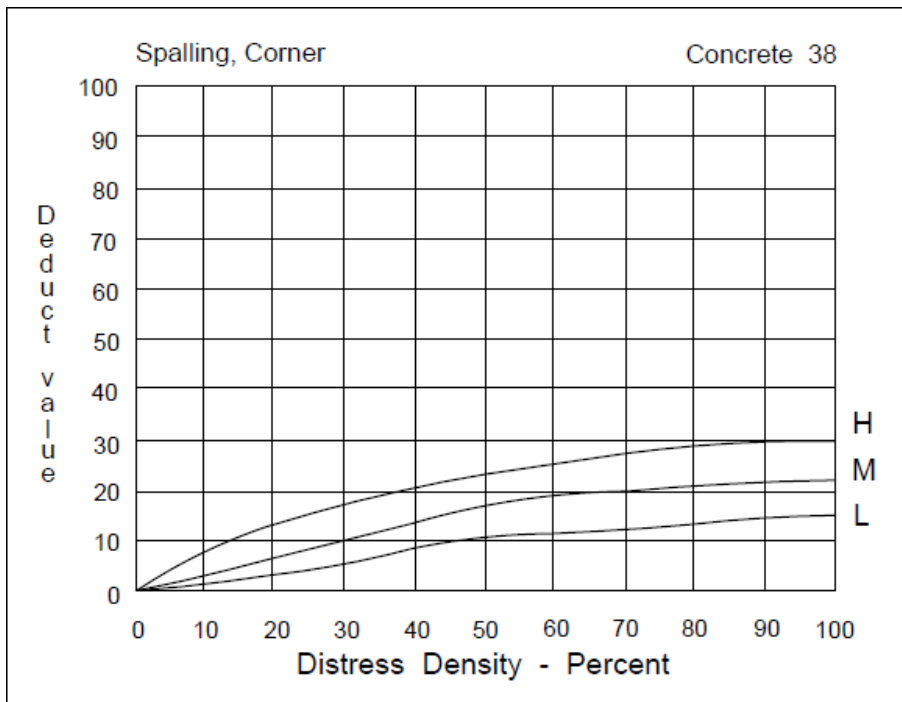


Figura A18. Curvas de valores deducidos para descascamiento de esquina.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

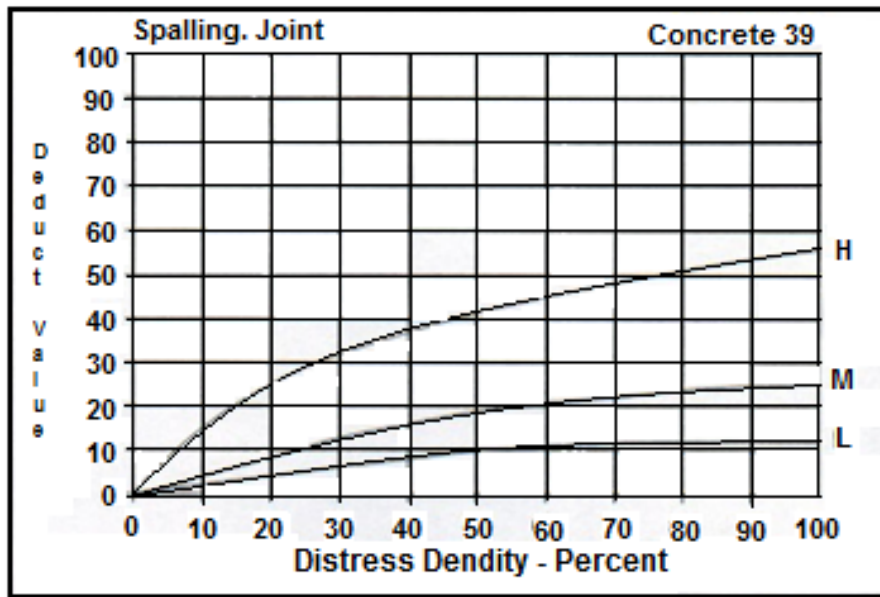


Figura A19. Curvas de valores deducidos para descascamiento de junta.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

**Anexo B: Curvas de valores deducidos corregidos para pavimentos de concreto**

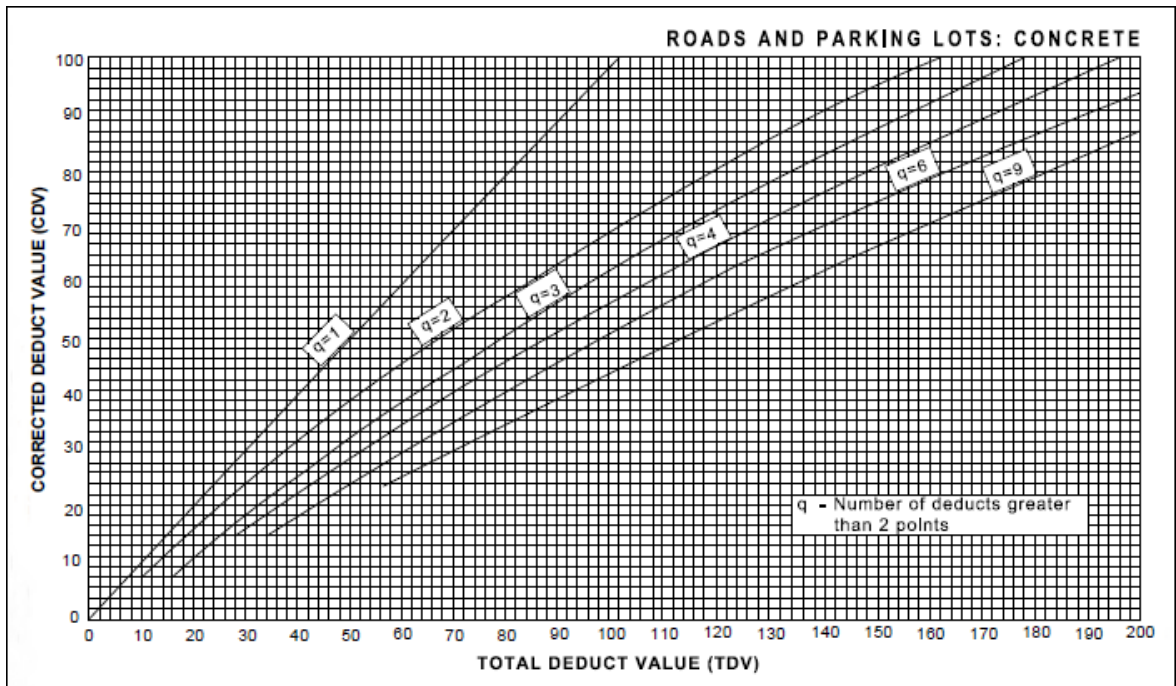


Figura B1. Curvas de valores deducidos corregidos para pavimentos de concreto.  
Fuente: Headquarters, Department of the army (1982)

## Anexo C: Fotografías del Distrito de Miguel Checa Sojo



Figura C1. Plano de Ubicación del Distrito de Miguel Checa, Sojo.  
Fuente: Google maps.



Figura C2. Plano de Ubicación del Distrito de Miguel Checa, Sojo.  
Fuente: Google earth pro.



Figura C3. Plano de Ubicación de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa, Sojo.  
Fuente: Google earth pro.

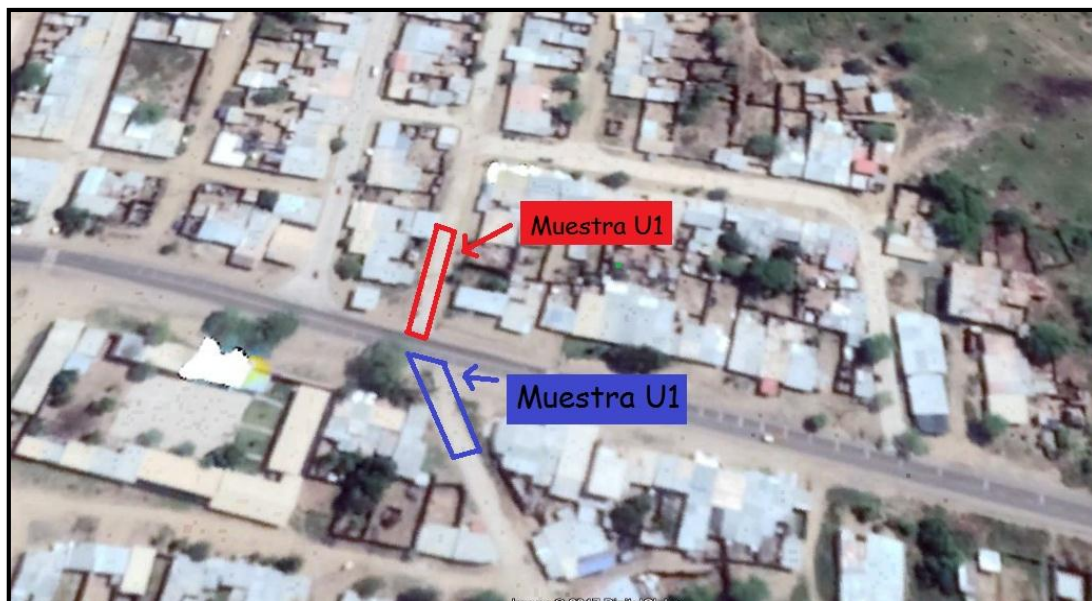


Figura C4. Plano de Ubicación de la muestra U1 de la Avenida El Cementerio y Calle José Carlos Mariátegui del Distrito de Miguel Checa, Sojo.  
Fuente: Google earth pro.



## Anexo D: Fotografías de patologías



Figura D1. Vista de la Avenida El Cementerio.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D2. Pavimento con presencia de pulimento de agregados ubicado en la Avenida El Cementerio.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D3. Pavimento con presencia de pulimento de agregados ubicado en la Avenida El Cementerio.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D4. Pavimento con presencia de losa dividida ubicado en la Avenida El Cementerio.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D5. Medición de pacho del pavimento ubicado en la Avenida El Cementerio.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D6. Pavimento con presencia de pulimento de agregados ubicado en la Avenida El Cementerio.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D7. Pavimento con presencia de losa dividida ubicado en la Avenida El Cementerio.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D8. Vista de Calle José Carlos Mariátegui.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D9. Pavimento con presencia de losa dividida ubicado en Calle José Carlos Mariátegui.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D10. Pavimento con presencia de losa dividida ubicado en Calle José Carlos Mariátegui.  
*Fuente: Elaboración propia.*



Figura D11. Pavimento con presencia de pulimento de agregados ubicado en Calle José Carlos Mariátegui.  
*Fuente: Elaboración propia.*