



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

INGENIERÍA CIVIL

**“ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE,  
TIPO DE FALLAS Y SU SEVERIDAD DE LA AV.  
MÁRTIRES DE UCHURACCAY, ENTRE EL JR.  
EMANCIPACIÓN Y EL PSJE. LIBERTAD UTILIZANDO  
EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE  
PAVIMENTO, EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2018”**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Bach. Germán Edilberto Suárez Becerra

Bach. Gonzalo Yoseph Cerquín Briones

**Asesor:**

Ing. Hernán Espinoza Chancafe

Cajamarca – Perú

2018

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, desarrollado por los **Bachilleres Germán Edilberto Suárez Becerra y Gonzalo Yoseph Cerquín Briones**, denominada:

**“ANÁLISIS DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TIPO DE FALLAS Y SU SEVERIDAD DE LA AV. MÁRTIRES DE UCHURACCAY, ENTRE EL JR. EMANCIPACIÓN Y EL PSJE. LIBERTAD UTILIZANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO, EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2018”**

---

Ing. Hernán Espinoza Chancafe  
**ASESOR**

---

Ing. José Rafael Mejía Chatilán  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Shonel Miguel Cáceres Pérez  
**SECRETARIO**

---

Ing. Víctor Hugo Sánchez Terrones  
**INTEGRANTE**

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a Dios quién me guió durante todo el camino antes y durante de la elaboración de la presente, dándome las fuerzas para cumplir con el objetivo de culminar satisfactoriamente la tesis, brindándome salud y bienestar a mi y mi familia, permitiéndome conocer durante el proceso a muy buenos amigos.

Para mis padres Augusto y Joba por su apoyo y amor incondicional en todo momento de mi vida y de mi carrera, siendo factor fundamental para poder lograr mis objetivos tanto profesionales como personales.

A mi hermano Genaro, por ser un ejemplo a seguir, tanto en lo personal como en lo profesional, siendo uno de los factores principales para poder lograr encaminarme en esta hermosa carrera de Ingeniería Civil.

G. Suarez

A mis padres Telmo y Presila, por el apoyo constante, por sus consejos y por creer en mí en todo momento ya que gracias a ellos aprendí que la perseverancia y la constancia son requisitos indispensables para ser mejores cada día.

A mi hermana Diana, por estar presente y apoyarme siempre.

A mi hija Sunrey, ya que ella fue el motivo que me impulsó a salir adelante y a ser mejor persona cada día.

G. Cerquín

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos al asesor Ing. Hernán Espinoza Chancafe por el apoyo y orientación, porque gracias a sus conocimientos y su experiencia se logró culminar satisfactoriamente la presente tesis.

Agradecemos a todos los amigos que nos brindaron su apoyo para culminar la carrera profesional y elaborar la presente tesis.

Agradecemos a la Universidad Privada del Norte y a sus docentes que nos brindaron todos sus conocimientos durante nuestra formación académica.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>v</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática .....	12
1.2. Formulación del problema .....	12
1.3. Justificación .....	13
1.4. Limitaciones .....	13
1.5. Objetivos .....	14
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	14
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	14
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1. Antecedentes .....	14
2.2. Bases teóricas .....	15
2.2.1. <i>Pavimentos</i> .....	15
2.2.2. <i>Pavimentos Flexibles</i> .....	15
2.2.3. <i>Fallas en los pavimentos flexibles</i> .....	17
2.2.4. <i>Piel de cocodrilo. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	17
2.2.5. <i>Exudación. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	19
2.2.6. <i>Agrietamiento en bloque. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	20
2.2.7. <i>Abultamientos (BUMPS) y Hundimientos (SAGS). (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	22
2.2.8. <i>Corrugación. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	23
2.2.9. <i>Depresión. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	24
2.2.10. <i>Grieta de Borde. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	25
2.2.11. <i>Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de cemento pórtland). (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	26
2.2.12. <i>Desnivel carril / Berma. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	28
2.2.13. <i>Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento Portland). (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	29
2.2.14. <i>Parqueo y acometidas de servicios públicos. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	31
2.2.15. <i>Pulimiento de agregados. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	32
2.2.16. <i>Huecos. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	33
2.2.17. <i>Cruce de vía férrea. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	34
2.2.18. <i>Ahuellamiento. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	35
2.2.19. <i>Desplazamiento. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	37
2.2.20. <i>Grietas parabólicas. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	38
2.2.21. <i>Hinchamiento. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	39
2.2.22. <i>Meteorización / desprendimiento de agregados. (Vásquez Valera, 2002)</i> .....	40

2.3.	Métodos de evaluación superficial utilizados en los pavimentos.....	42
2.3.1.	Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	42
2.3.2.	Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento.....	43
2.3.3.	Evaluación de condición.....	45
2.3.4.	Calculo del PCI de las unidades de muestreo.....	46
2.3.5.	Calculo del PCI de una sección de pavimento.....	47
2.3.6.	Posibles causas del origen de las fallas.....	48
2.3.7.	Niveles de intervención en la conservación vial.....	48
2.3.8.	Actividades de mantenimiento para pavimentos.....	52
2.3.9.	Software para el cálculo del PCI: UnaIPCI.....	54
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....</b>		<b>60</b>
3.1.	Formulación de la Hipótesis.....	60
3.2.	Variables.....	60
3.3.	Operacionalización de variables.....	60
3.4.	Diseño de Investigación.....	61
3.5.	Unidad de estudio.....	61
3.6.	Población.....	61
3.7.	Muestra.....	61
3.8.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	61
3.9.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	61
3.9.1.	Procedimientos a seguir:.....	61
3.10.	Aplicación del metodo PCI al pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.....	62
3.10.1.	Generalidades.....	62
3.10.2.	Ubicación Geográfica.....	62
3.10.3.	Herramientas utilizadas.....	63
3.10.4.	Procedimiento del trabajo de campo.....	64
3.10.5.	Unidad de Muestra.....	64
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....</b>		<b>67</b>
4.1.	Análisis de resultados.....	67
4.1.1.	Resultados del tramo 01.....	67
4.1.2.	Resultados del tramo 02.....	83
4.2.	Resumen y discusión de resultados tramo 01 y tramo 02.....	99
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>103</b>
5.1.	CONCLUSIONES.....	103
5.2.	RECOMENDACIONES.....	103
5.3.	REFERENCIAS.....	104
5.4.	ANEXOS.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> Rangos de calificación del PCI .....	42
<b>Tabla N° 2:</b> Longitudes de Unidades de Muestreo Asfáltico. ....	43
<b>Tabla N° 3:</b> Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario .....	49
<b>Tabla N° 4:</b> Criterios para establecer el nivel de mantenimiento periódico.....	50
<b>Tabla N° 5:</b> Criterios para establecer el nivel de rehabilitación.....	51
Tabla N° 6: Operacionalización de Variables.....	60
<b>Tabla N° 7:</b> Resumen de Resultados PCI de los tramos 01 y 02.....	99
<b>Tabla N° 8:</b> Numero de fallas según su tipo - tramos 01 y 02.....	100
<b>Tabla N° 9:</b> Unidades de muestra y su condición de los tramos 01 y 02 .....	101
<b>Tabla N° 10:</b> Resumen Unidades de muestra y su condición (%) de los tramos 01 y 02.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Estructura típica de un pavimento flexible .....	15
<b>Figura N° 2:</b> Piel de cocodrilo. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	19
<b>Figura N° 3:</b> Exudación. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	20
<b>Figura N° 4:</b> Agrietamiento en bloque. Bajo (a), Medio (b), Alto (c). .....	21
<b>Figura N° 5:</b> Abultamientos y hundimientos. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	23
<b>Figura N° 6:</b> Corrugación. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	24
<b>Figura N° 7:</b> Depresión. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	25
<b>Figura N° 8:</b> Grieta de borde. Bajo (a), medio (b) y alto (c). .....	26
<b>Figura N° 9:</b> Grieta de reflexión de junta. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	28
<b>Figura N° 10:</b> Desnivel carril / Berma de junta de nivel. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	29
<b>Figura N° 11:</b> Grietas longitudinales y transversales. bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	30
<b>Figura N° 12:</b> Parches de nivel. Bajo (a), Medio (b) y A lto (c). .....	32
<b>Figura N° 13:</b> Pulimiento de agregados. Bajo (a), Medio, Alto (c). .....	33
<b>Figura N° 14:</b> Niveles de severidad para huecos. ....	34
<b>Figura N° 15:</b> Huecos. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	34
<b>Figura N° 16:</b> Cruce de vía férrea. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	35
<b>Figura N° 17:</b> Ahuellamiento. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	36
<b>Figura N° 18:</b> Desplazamiento. Bajo (a), medio (b) y alto (c). .....	38
<b>Figura N° 19:</b> Desplazamiento. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	39
<b>Figura N° 20:</b> Desplazamiento. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	40
<b>Figura N° 21:</b> Desprendimiento de agregados. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c). .....	41
<b>Figura N° 22:</b> Archivo de captura UnalPCIA.xls. ....	55
<b>Figura N° 23:</b> Archivo CSV con cantidades de daño en Excel®. ....	56
<b>Figura N° 24:</b> Archivo CSV con cantidades de daño en editor de texto Notepad®. ....	56
<b>Figura N° 25:</b> Programa UnalPCIA .....	57
<b>Figura N° 26:</b> Selección de archivo de datos UnalPCIA .....	57
<b>Figura N° 27:</b> Ejemplo_UnalPCIA0001.txt .....	58
<b>Figura N° 28:</b> Ejemplo_UnalPCIAres.csv .....	58
<b>Figura N° 29:</b> Créditos y condiciones de uso del programa. ....	59
<b>Figura N° 30:</b> Ubicación del tramo en estudio. ....	63
<b>Figura N° 31:</b> Ubicación del tramo en estudio. ....	64
<b>Figura N° 32:</b> Croquis de los tramos en estudio .....	65
<b>Figura N° 33:</b> Seccionamiento en UM de la vía. ....	66
<b>Figura N° 34:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 01-Tramo 01 .....	67
<b>Figura N° 35:</b> Densidad de fallas de la UM 01-Tramo 01 .....	68



<b>Figura N° 36:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 02-Tramo 01 .....	69
<b>Figura N° 37:</b> Densidad de fallas de la UM 02-Tramo 01 .....	70
<b>Figura N° 38:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 03-Tramo 01 .....	71
<b>Figura N° 39:</b> Densidad de fallas de la UM 03-Tramo 01 .....	72
<b>Figura N° 40:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 04-Tramo 01 .....	73
<b>Figura N° 41:</b> Densidad de fallas de la UM 04-Tramo 01 .....	74
<b>Figura N° 42:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 05-Tramo 01 .....	75
<b>Figura N° 43:</b> Densidad de fallas de la UM 05-Tramo 01 .....	76
<b>Figura N° 44:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 06-Tramo 01 .....	77
<b>Figura N° 45:</b> Densidad de fallas de la UM 06-Tramo 01 .....	78
<b>Figura N° 46:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 07-Tramo 01 .....	79
<b>Figura N° 47:</b> Densidad de fallas de la UM 07-Tramo 01 .....	80
<b>Figura N° 48:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 08-Tramo 01 .....	81
<b>Figura N° 49:</b> Densidad de fallas de la UM 08-Tramo 01 .....	82
<b>Figura N° 50:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 09-Tramo 02 .....	83
<b>Figura N° 51:</b> Densidad de fallas de la UM 09-Tramo 02 .....	84
<b>Figura N° 52:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 10-Tramo 02 .....	85
<b>Figura N° 53:</b> Densidad de fallas de la UM 10-Tramo 02 .....	86
<b>Figura N° 54:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 11-Tramo 02 .....	87
<b>Figura N° 55:</b> Densidad de fallas de la UM 11-Tramo 02 .....	88
<b>Figura N° 56:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 12-Tramo 02 .....	89
<b>Figura N° 57:</b> Densidad de fallas de la UM 12-Tramo 02 .....	90
<b>Figura N° 58:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 13-Tramo 02 .....	91
<b>Figura N° 59:</b> Densidad de fallas de la UM 13-Tramo 02 .....	92
<b>Figura N° 60:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 14-Tramo 02 .....	93
<b>Figura N° 61:</b> Densidad de fallas de la UM 14-Tramo 02 .....	94
<b>Figura N° 62:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 15-Tramo 02 .....	95
<b>Figura N° 63:</b> Densidad de fallas de la UM 15-Tramo 02 .....	96
<b>Figura N° 64:</b> Archivo .txt de la Unidad de Muestra 16-Tramo 02 .....	97
<b>Figura N° 65:</b> Densidad de fallas de la UM 16-Tramo 02 .....	98
<b>Figura N° 66:</b> Numero de fallas según su tipo-Tramo 02.....	100
<b>Figura N° 67:</b> Unidades de muestra y su condición expresada en porcentaje .....	102

## RESUMEN

Debido a que en Cajamarca existe un grave problema, con respecto a sus pavimentos flexibles ya que estas presentan diversas fallas, las cuales impiden el libre tránsito de vehículos, en la Av. Mártires de Uchuraccay entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad encontramos múltiples fallas funcionales que son producto de diversos factores, para poder definir el estado situacional de dicho pavimento flexible se utilizará el Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) el cual consiste en identificar el tipo de falla, severidad de falla y cantidad de fallas.

Para la aplicación del Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) al pavimento flexible de la vía antes mencionada, calculamos una unidad de muestreo (UM) de 46 metros cada una, teniendo 14 unidades de muestreo de 46 metros y 2 de 27 metros, en cada unidad de muestreo se encontraron diferentes tipos de fallas de las cuales se encontró en mayor cantidad la falla denominada “HUECOS”, los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron: Wincha (50 mts. y 5 mts.), Cordel, Regla metálica de 1 m., Spray color rojo, Odómetro, Cámara Fotográfica, Equipo de seguridad (Conos), EPP (Cascos y Chalecos), Tablero de apuntes, Lápiz, Borrador.

Todos los datos obtenidos fueron recolectados y procesados en el programa UnalPCI, diseñado para aplicar el Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en pavimentos flexibles, el cual nos arrojó que el pavimento flexible cuenta con un 19% de estado MALO, un 39% de estado BUENO y un 42% de estado REGULAR.

**Palabras Claves:** Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), fallas, pavimentos flexibles.

## ABSTRACT

Due to the fact that in Cajamarca a serious problem exists, with regard to his flexible pavements since these present diverse faults, which prevent the free traffic of vehicles, in the Av. Martyrs of Uchuraccay between the Jr. Emancipation and the Psje. Freedom we find multiple functional faults that are a product of diverse factors, to be able to define the situational condition of the above mentioned flexible pavement there will be in use the Method of the Index of Condition of the Pavement (PCI) which consists of identifying the type of fault, severity of fault and quantity of faults.

For the application of the Method of the Index of Condition of the Pavement (PCI) to the flexible pavement of the route before mentioned, we calculate a unit of sampling (UM) of 46 meters each one, having 14 units of sampling of 46 meters and 2 of 27 meters, in every unit of sampling they found different types of faults of which one found in major quantity the fault named "HOLLOWS", the instruments used for the compilation of information were: Wincha (50 mts. and 5 mts.), Cord, metallic Rule of 1 m., Spray red color, Odómetro, Camera, Equipment of safety (Cones), EPP (Hulls and Jackets), Board of notes, Pencil, Draft.

All the obtained information was gathered and processed in the program UnalPCI, designed to apply the Method of the Index of Condition of the Pavement (PCI) in flexible pavements, which threw us that the flexible pavement possesses 19 % of BAD condition, 39 % of GOOD condition and 42 % of REGULAR condition.

**Key words:** Method of the Index of Condition of the Pavement (PCI), faults, flexible pavements.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el Departamento de Cajamarca, actualmente se presenta un grave problema, especialmente en la ciudad de Cajamarca: encontramos avenidas y calles con un pésimo estado de sus pavimentos flexibles, por lo que es frecuente encontrar diversas fallas tales como, grietas, piel de cocodrilo, grietas de contracción, elevaciones - hundimientos, baches y zanjas reparadas, huecos, entre otras, las cuales impiden el libre tránsito de vehículos.

Especialmente en la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad encontramos múltiples fallas, las mismas que son producto de varios factores; empezando por las fuertes precipitaciones pluviales, a las cuales se le suma un tráfico continuo ya que a veces la mencionada vía es utilizada como vía alterna, un inadecuado uso por vecinos y transeúntes, entre otros.

Por otro lado las autoridades competentes no aplican un mantenimiento adecuado, razón por la cual la vía se encuentra en mal estado, el problema empeora aún más siendo una zona de lluvias severas, las mismas que agravan el estado situacional de la vía en estudio.

Lo adecuado sería diagnosticar y analizar las fallas del pavimento flexible anticipadamente para que las reparaciones resulten económicamente factibles, por lo cual deberíamos identificar qué técnicas son las más adecuadas a utilizar para un buen diagnóstico situacional del estado de la vía y así poder definir si se procede a su mantenimiento o en caso contrario a su reemplazo total, tanto del pavimento asfáltico de la vía como de los estratos inferiores (base y sub base). Uno de los métodos más prácticos es el que utilizaremos en la investigación de la presente tesis, cuyo nombre es Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

El método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), determina la condición superficial de la estructura del pavimento flexible a través de una inspección visual, identificando tipo de falla, gravedad de falla y cantidad de fallas, durante las visitas de campo siguiendo la metodología indicada por el método PCI, se logra identificar el estado real de la vía, señalando la condición del pavimento (fallado, malo, muy malo, regular, bueno, muy bueno o excelente).

### 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la relación entre el tipo de fallas, su severidad y el estado del Pavimento Flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, utilizando El Método del Índice de Condición de Pavimento, en la ciudad de Cajamarca - 2018?

### 1.3. Justificación

Actualmente el país, la región, y especialmente la ciudad de Cajamarca, se encuentra afrontando un gran problema de tipo social, económico y político, por el mismo hecho que se viene dando estos acontecimientos, las autoridades competentes han descuidado el mantenimiento de las vías de la ciudad de Cajamarca, al cual, se le suman el gran aumento de tránsito vehicular que afronta la mencionada ciudad, ya que, a lo largo y ancho de la ciudad encontramos vías en mal estado.

Específicamente en la Av. Mártires de Uchuraccay, notamos que el pavimento se encuentra deteriorado, para lo cual, elaboraremos un estudio del estado del pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, por el método del PCI, este estudio nos permitirá indicar el tipo de intervención a tomar, dependiendo de los resultados obtenidos del estudio, los que podrían ser: rehabilitación, mantenimiento, reemplazo, según sea la severidad del daño del pavimento flexible de la mencionada vía, para así, mejorar las condiciones del pavimento y finalmente mejorar la transitabilidad de vehículos y peatones que circulan por dicha vía.

El método del PCI nos permitirá proporcionar a las autoridades competentes (Municipalidad Provincial de Cajamarca) determinar o proponer proyectos de inversión pública para intervención y recuperación de vías a mediano plazo, el cual permitirá brindar vías de calidad a la comuna cajamarquina, a su vez, mejorar el ornato de la ciudad y así mejorar la calidad de vida de pobladores y visitantes de nuestra ciudad.

### 1.4. Limitaciones

En la presente investigación nos encontramos con las siguientes limitaciones:

- La investigación contempla el análisis del pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad (06 cuadras).
- La investigación se limita a definir el rango del PCI para determinar el estado del pavimento flexible, pudiendo ser: fallado, muy malo, malo, regular, bueno, muy bueno, excelente.
- Se identificará tipos de fallas, severidad y alternativas de solución.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo general

- Determinar la relación entre el tipo de fallas, su severidad y el estado del Pavimento Flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, utilizando El Método del Índice de Condición de Pavimento, en la ciudad de Cajamarca - 2018.

### 1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar las fallas existentes y su nivel de severidad en el pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, siguiendo el procedimiento del método PCI.
- Determinar la condición del pavimento flexible, para proponer alternativas de solución, según los datos obtenidos de la condición del pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

(Rabanal Pajares, 2014) en la ciudad de Cajamarca, en la tesis “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Cajamarca - 2014”, realiza un inventario de los diferentes tipos de fallas, luego de determinar el nivel de severidad de cada uno de los tipos de fallas para así poder determinar el índice de condición de pavimento de la Vía de Evitamiento Norte.

(Rodríguez Velásquez, 2009) en la ciudad de Piura, en la Tesis “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito De Castilla”, obtuvo un indicador que permita comparar, con un criterio uniforme, la condición y comportamiento del pavimento y de esta manera justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación, seleccionando la técnica de reparación más adecuada al estado del pavimento en estudio.

(Leguía Loarte & Pacheco Risco, 2016) en la ciudad de Lima, en la Tesis “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método PAVIMENT CONDITION INDEX (PCI), en

las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho - Huará - Lima)”, determinaron el estado que se encuentra el pavimento en términos de su integridad estructural y del nivel de servicio que ofrece al usuario el método permite la cuantificación de la integridad estructural de manera indirecta a través del Índice de Condición del Pavimento ya que no se realizan mediciones que permiten calcular directamente esta integridad. Cuando se habla de integridad estructural se hace referencia a la capacidad que tiene el paquete estructural de soportar solicitaciones externas, como cargas de tránsito o condiciones ambientales. En cambio, el nivel de servicio de la capacidad de pavimento para brindar un uso confortable y seguro al conductor.

## 2.2. Bases teóricas

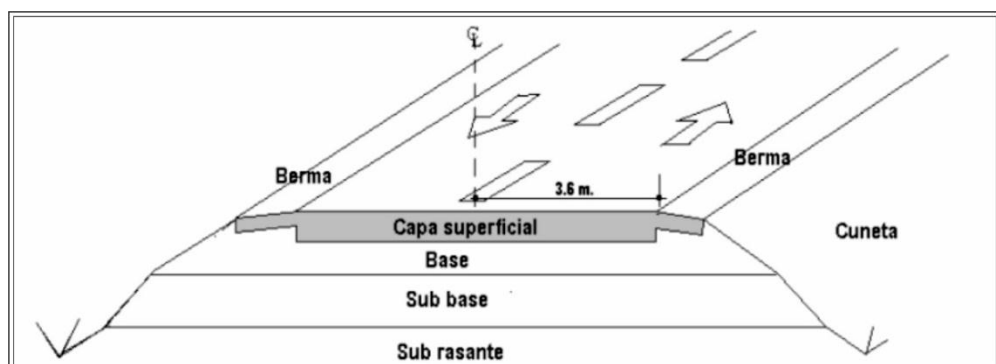
### 2.2.1. Pavimentos

Según (Montejo Fonseca, 2002). Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cuál fue diseñada la estructura del pavimento.

### 2.2.2. Pavimentos Flexibles.

(Montejo Fonseca, 2002). Define que los pavimentos flexibles están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

**Figura N° 1:** Estructura típica de un pavimento flexible



Fuente: (Monsalve, 2012)

### **Carpeta Asfáltica**

Es la capa que se coloca en la parte superior de estructura, sobre la base, y es la que le proporciona la superficie de rodamiento a la vía.

Cumple la función de impermeabilizar la superficie evitando el ingreso de agua que podría saturar las capas inferiores. También evita la desintegración de las capas subyacentes y contribuye al resto de capas a soportar las cargas y distribuir los esfuerzos.

La carpeta es elaborada con material pétreo seleccionado y un aglomerante que es el asfalto. Es de gran importancia conocer el contenido óptimo de asfalto a emplear, para garantizar que la carpeta resista las cargas a la que será sometida. Un exceso de asfalto en la mezcla puede provocar pérdida de estabilidad, e incluso hacer resbalosa la superficie, es el elemento más importante de toda la estructura. (Reyes Lizcano, 2003).

### **Base**

Es la capa de pavimento ubicada debajo de la superficie de rodadura y tiene como función primordial soportar, distribuir y transmitir las cargas a la subbase, que se encuentra en la parte inferior.

La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; pero también puede estar conformada con cemento Portland, cal o materiales bituminosos, recibiendo el nombre de base estabilizada. Éstas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie y transmitirla hacia los niveles inferiores del paquete estructural. (Reyes Lizcano, 2003).

### **Subbase**

Es la capa que se localiza en la parte inferior de la base, por encima de la sub rasante. Es la capa de la estructura de pavimento destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas en la carpeta asfáltica.

Está conformada por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas. Además, la sub base controla los cambios de volumen y elasticidad del material del terreno de fundación, que serían dañinos para el pavimento. (Reyes Lizcano, 2003).



### **Subrasante**

Es la capa de terreno que soporta el paquete estructural y que se extiende hasta una profundidad en la cual no influyen las cargas de tránsito.

Esta capa puede estar formada en corte o relleno, dependiendo de las características del suelo encontrado. Una vez compactada, debe tener las propiedades, secciones transversales y pendientes especificadas de la vía.

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción por efectos de la humedad. (Reyes Lizcano, 2003).

#### **2.2.3. Fallas en los pavimentos flexibles.**

Según (Vásquez Valera, 2002), las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía.

Existen dos tipos de fallas:

**Estructurales:** son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas

**Funcionales:** Las fallas funcionales, en cambio, afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

Los niveles de severidad son tres: Bajo, Medio y Alto o L, M H por sus iniciales en inglés; correspondiente a cada tipo de falla y que representan los efectos que éstas tienen sobre la calidad del tránsito.

#### **2.2.4. Piel de cocodrilo. (Vásquez Valera, 2002)**

##### **a) Descripción.**

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de

tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m. El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como “grietas en bloque”, el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

#### **b) Nivel de severidad**

**L (Low: Bajo):** Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

**M (Medium: Medio):** Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

**H (High: Alto):** Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

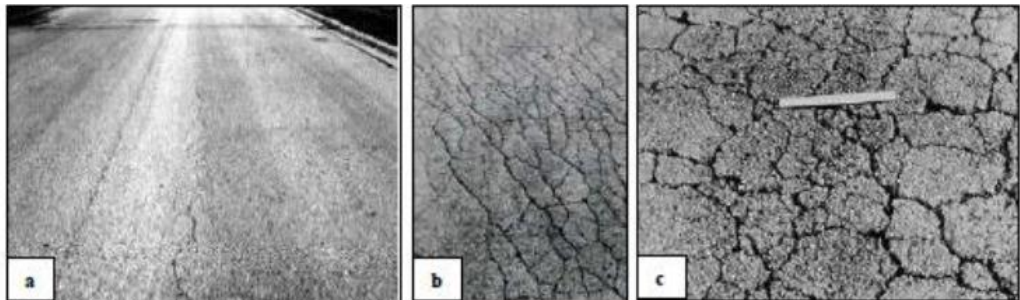
#### **c) Unidad de medida**

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

#### d) Opciones de reparación

- L** : No se hace nada, sello superficial. Sobre carpeta.
- M** : Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobre carpeta. Reconstrucción.
- H** : Parcheo parcial o Full Depth. Sobre carpeta. Reconstrucción.

**Figura N° 2:** Piel de cocodrilo. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

#### 2.2.5. Exudación. (Vásquez Valera, 2002)

##### a) Descripción.

La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

##### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

**M (Medium: Medio):** La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

**H (High: Alto):** La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

**c) Unidad de medida**

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

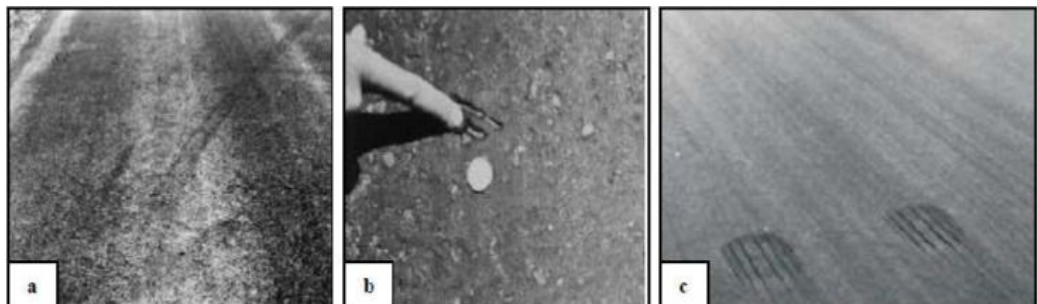
**d) Opciones de reparación**

**L** : No se hace nada.

**M** : Se aplica arena / agregados y cilindrado.

**H** : Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).

**Figura N° 3:** Exudación. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

**2.2.6. Agrietamiento en bloque. (Vásquez Valera, 2002)**

**a) Descripción.**

Descripción: Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente.

Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de

cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

#### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

**M (Medium: Medio):** Bloques definidos por grietas de severidad media.

**H (High: Alto):** Bloques definidos por grietas de alta severidad.

#### c) Unidad de medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

#### d) Opciones de reparación

**L** : Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.

**M** : Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.

**H** : Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.

**Figura N° 4:** Agrietamiento en bloque. Bajo (a), Medio (b), Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

### 2.2.7. Abultamientos (BUMPS) y Hundimientos (SAGS). (Vásquez Valera, 2002)

#### a) Descripción.

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

- Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Portland con una sobre carpeta de concreto asfáltico.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling).

#### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

**M (Medium: Medio):** Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

**H (High: Alto):** Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

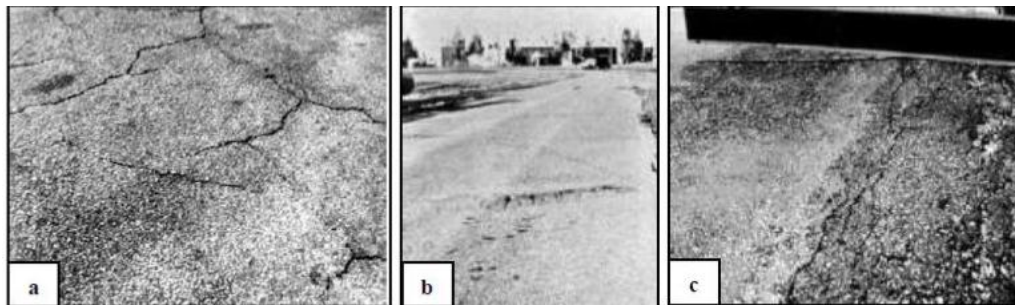
#### c) Unidad de medida

Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

#### d) Opciones de reparación

- L** : No se hace nada.
- M** : Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.
- H** : Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobre carpeta.

**Figura N° 5:** Abultamientos y hundimientos. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

#### 2.2.8. Corrugación. (Vásquez Valera, 2002)

##### a) Descripción.

La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

##### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

**M (Medium: Medio):** Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

**H (High: Alto):** Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

**c) Unidad de medida**

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

**d) Opciones de reparación**

**L** : No se hace nada.

**M** : Reconstrucción.

**H** : Reconstrucción.

**Figura N° 6:** Corrugación. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

**2.2.9. Depresión. (Vásquez Valera, 2002)**

**a) Descripción**

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



### b) Nivel de severidad

Máxima profundidad de la depresión:

**L (Low: Bajo):** 13.0 a 25.0 mm.

**M (Medium: Medio):** 25.0 a 51.0 mm.

**H (High: Alto):** Más de 51.0 mm.

### c) Unidad de medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.

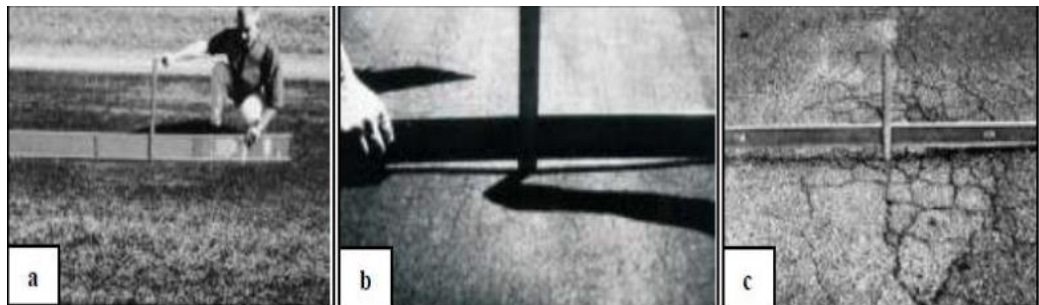
### d) Opciones de reparación

**L:** No se hace nada.

**M:** Parcheo superficial, parcial o profundo.

**H:** Parcheo superficial, parcial o profundo.

**Figura N° 7:** Depresión. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

### 2.2.10. Grieta de Borde. (Vásquez Valera, 2002)

#### a) Descripción

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la sub rasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

**M (Medium: Medio):** Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

**H (High: Alto):** Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

### c) Unidad de medida

La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales).

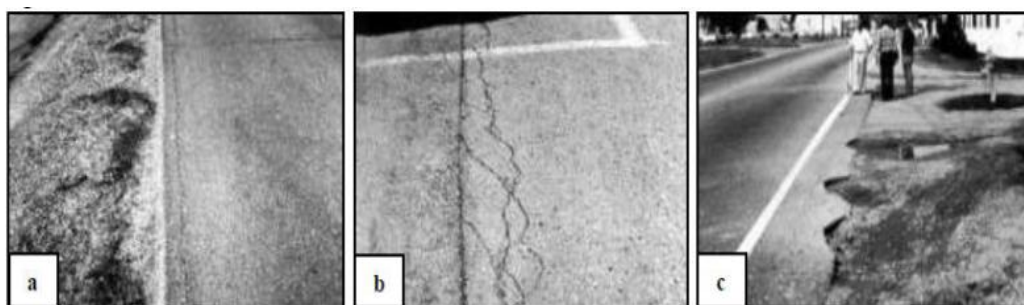
### d) Opciones de reparación

**L** : No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.

**M** : Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

**H** : Parcheo parcial – profundo.

**Figura N° 8:** Grieta de borde. Bajo (a), medio (b) y alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

### 2.2.11. Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de cemento pórtland). (Vásquez Valera, 2002)

#### a) Descripción

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal).

Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños.

#### **b) Nivel de severidad**

**L (Low: Bajo):** Existe una de las siguientes condiciones:

- Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
- Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

**M (Medium: Medio):** Existe una de las siguientes condiciones:

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

**H (High: Alto):** Existe una de las siguientes condiciones:

- Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
- Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
- Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento

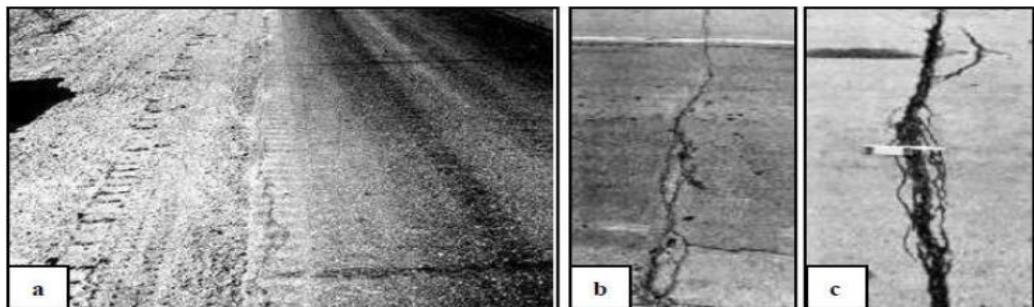
#### **c) Unidad de medida**

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

#### d) Opciones de reparación

- L** : Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
- M** : Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.
- H** : Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

**Figura N° 9:** Grieta de reflexión de junta. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

#### 2.2.12. Desnivel carril / Berma. (Vásquez Valera, 2002)

##### a) Descripción

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

##### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

**M (Medium: Medio):** La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

**H (High: Alto):** La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

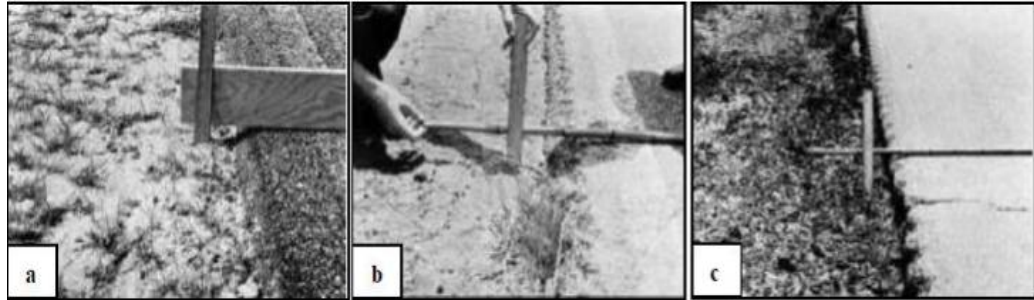
##### c) Unidad de medida

El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (ó metros lineales).

#### d) Opciones de reparación

L, M, H: Re nivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

**Figura N° 10:** Desnivel carril / Berma de junta de nivel. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

#### 2.2.13. Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento Portland). (Vásquez Valera, 2002)

##### a) Descripción

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

- Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
- Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
- Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Portland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

##### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** Existe una de las siguientes condiciones:

- Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
- Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

**M (Medium: Medio):** Existe una de las siguientes condiciones:

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

**H (High: Alto):** Existe una de las siguientes condiciones:

- Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
- Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
- Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

#### c) Unidad de medida

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

#### d) Opciones de reparación

- L** : No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.  
**M** : Sellado de grietas.  
**H** : Sellado de grietas. Parcheo parcial.

**Figura N° 11:** Grietas longitudinales y transversales. bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

#### 2.2.14. Parcheo y acometidas de servicios públicos. (Vásquez Valera, 2002)

##### a) Descripción

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

##### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

**M (Medium: Medio):** El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

**H (High: Alto):** El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

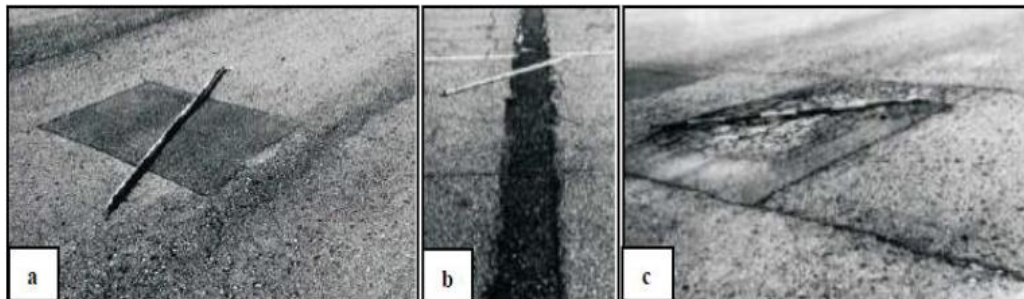
##### c) Unidad de medida

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m<sup>2</sup> puede tener 0.9 m<sup>2</sup> de severidad media y 1.35 m<sup>2</sup> de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

##### d) Opciones de reparación

- L : No se hace nada.
- M : No se hace nada. Sustitución del parche.
- H : Sustitución del parche.

**Figura N° 12:** Parches de nivel. Bajo (a), Medio (b) y A lto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

### 2.2.15. Pulimiento de agregados. (Vásquez Valera, 2002)

#### a) Descripción.

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

#### b) Nivel de severidad

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

#### c) Unidad de medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

#### d) Opciones de reparación

**L, M, H:** No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Fresado y sobre carpeta.



**Figura N° 13:** Pulimiento de agregados. Bajo (a), Medio, Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

#### **2.2.16. Huecos. (Vásquez Valera, 2002)**

##### **a) Descripción**

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

##### **b) Nivel de severidad**

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con la figura N° 14.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Figura N° 14: Niveles de severidad para huecos.

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

(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

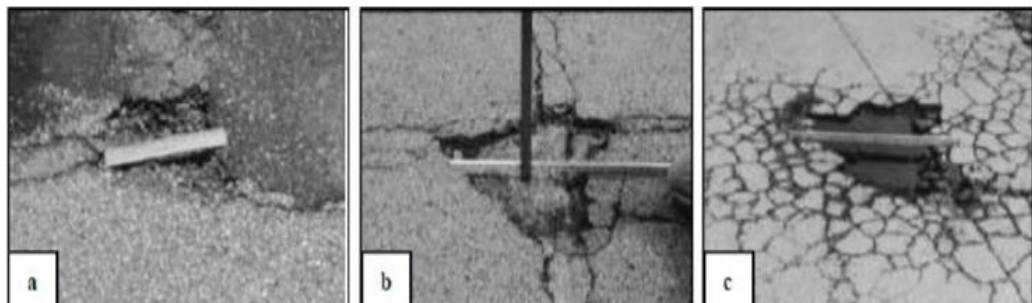
### c) Unidad de medida

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

### d) Opciones de reparación

- L** : No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
- M** : Parcheo parcial o profundo.
- H** : Parcheo profundo.

Figura N° 15: Huecos. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

### 2.2.17. Cruce de vía férrea. (Vásquez Valera, 2002)

#### a) Descripción

Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

#### b) Nivel de severidad.

**L (Low: Bajo):** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

**M (Medium: Medio):** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

**H (High: Alto):** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

**c) Medida.**

El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

**d) Opciones de reparación**

**L** : No se hace nada.

**M** : Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

**H** : Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

**Figura N° 16:** Cruce de vía férrea. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

**2.2.18. Ahuellamiento. (Vásquez Valera, 2002)**

**a) Descripción**

El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia,

cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

#### b) Nivel de severidad

Profundidad media del ahuellamiento:

**L (Low: Bajo):** 6.0 a 13.0 mm.

**M (Medium: Medio):** >13.0 mm a 25.0 mm.

**H (High: Alto):** > 25.0 mm.

#### c) Unidad de medida

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

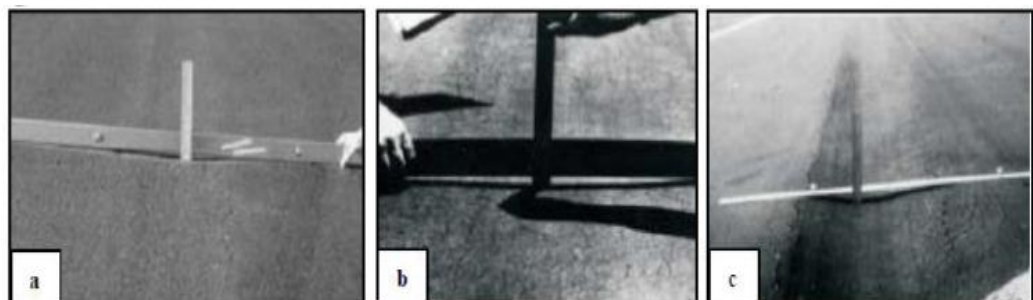
#### d) Opciones de reparación

**L** : No se hace nada. Fresado y sobre carpeta.

**M** : Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta.

**H** : Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta.

**Figura N° 17:** Ahuellamiento. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

## 2.2.19. Desplazamiento. (Vásquez Valera, 2002)

### a) Descripción.

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Portland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Portland se incrementa causando el desplazamiento.

### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

**M (Medium: Medio):** El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

**H (High: Alto):** El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

### c) Unidad de medida

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

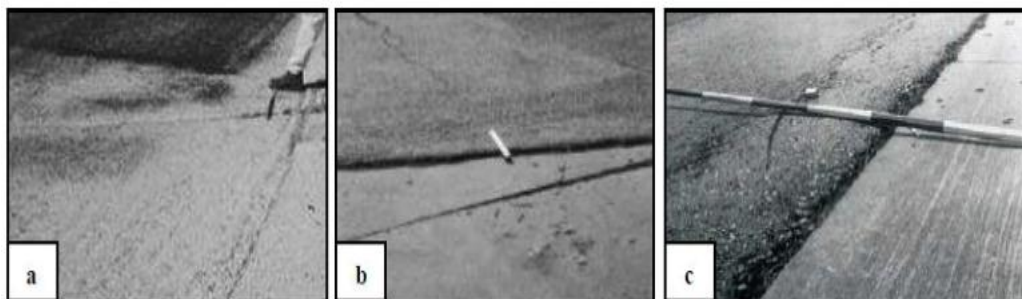
### d) Opciones de reparación

**L** : No se hace nada. Fresado.

**M** : Fresado. Parcheo parcial o profundo.

**H** : Fresado. Parcheo parcial o profundo.

**Figura N° 18:** Desplazamiento. Bajo (a), medio (b) y alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

### 2.2.20. Grietas parabólicas. (Vásquez Valera, 2002)

#### a) Descripción.

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

#### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

**M (Medium: Medio):** Existe una de las siguientes condiciones:

- Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
- El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

**H (High: Alto):** Existe una de las siguientes condiciones:

- Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
- El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

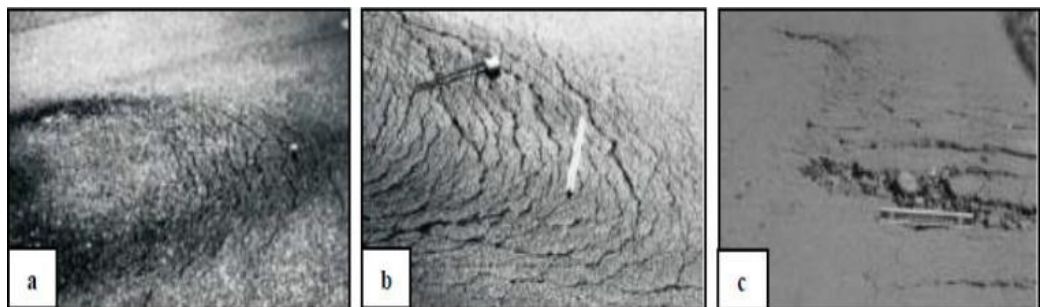
### c) Unidad de medida

El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

### d) Opciones de reparación

- L** : No se hace nada. Parcheo parcial.
- M** : Parcheo parcial.
- H** : Parcheo parcial.

**Figura N° 19:** Desplazamiento. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

### 2.2.21. Hinchamiento. (Vásquez Valera, 2002)

#### a) Descripción.

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento o –una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la sub rasante o por suelos potencialmente expansivos.

#### b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

**M (Medium: Medio):** El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

**H (High: Alto):** El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

**c) Unidad de medida**

El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

**d) Opciones de reparación**

**L** : No se hace nada.

**M** : No se hace nada. Reconstrucción.

**H** : Reconstrucción.

**Figura N° 20:** Desplazamiento. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

**2.2.22. Meteorización / desprendimiento de agregados. (Vásquez Valera, 2002)**

**a) Descripción.**

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.



## b) Nivel de severidad

**L (Low: Bajo):** Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

**M (Medium: Medio):** Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

**H (High: Alto):** Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

## c) Unidad de medida

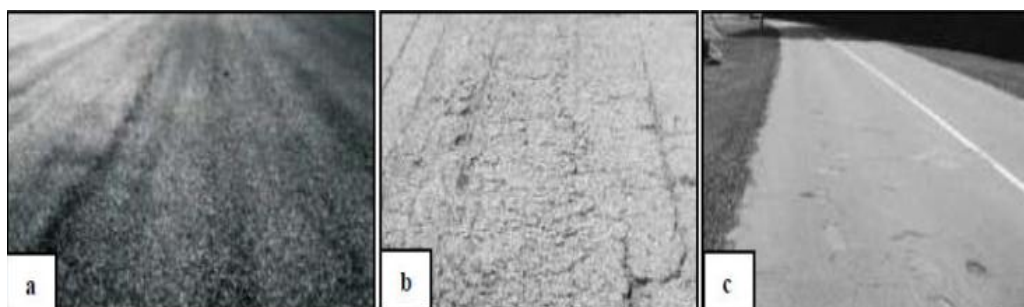
La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

## d) Opciones de reparación

- L** : No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
- M** : Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobre carpeta.
- H** : Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.

**Figura N° 21:** Desprendimiento de agregados. Bajo (a), Medio (b) y Alto (c).



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

### 2.3. Métodos de evaluación superficial utilizados en los pavimentos.

Para definir la condición del pavimento flexible existen varios métodos dentro de los cuales tenemos:

- Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT).
- Evaluación Superficial y Rango de Pavimento (PASER).
- Inspección Visual de Daños en Carreteras (VIZIR).
- Índice de Condición del Pavimento (PCI).

Para definir la condición del pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, el método a utilizar será el Índice de Condición del Pavimento (PCI).

#### 2.3.1. Índice de Condición del Pavimento (PCI).

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. (Vásquez Valera, 2002)

**Tabla N° 1:** Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: (Vásquez Valera, 2002)

### 2.3.2. 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. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. En el Anexo 01 se ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos. (p.2)

#### a) Unidades de muestreo.

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura.

Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . En la Tabla N° 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada. (p.3)

**Tabla N° 2:** Longitudes de Unidades de Muestreo Asfáltico.

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

Fuente: (Vásquez Valera, 2002)

#### b) Determinación del Número de Unidades de Muestreo para la Evaluación.

En la “Evaluación De Una Red” vial 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 1, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación N°01}$$

**Donde:**

- n** : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- 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%)
- σ** : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y 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. (p.4)

**c) Selección de las unidades de muestreo por 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 2:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación N° 02}$$

**Donde:**

- 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 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.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas. (p.5)

#### **d) 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. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

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. (p.5)

### **2.3.3. Evaluación de 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.

#### **Equipo.**

- Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

### **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 vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía. (p.6)

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

##### **a) Cálculo de los Valores Deducidos:**

- Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
- Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan en el Anexo 03.

##### **b) Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m).**

- Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los siguientes pasos.
- Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación N}^\circ 03$$

**Donde:**

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

**$HDV_i$**  : Número mínimo de unidades para evaluar.

- El número de valores individuales deducidos se reduce a  $m$ , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que  $m$  se utilizan todos los que se tengan.

**c) Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.**

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- Determine el número de valores deducidos,  $q$ , mayores que 2.0.
- Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- Determine el CDV con  $q$  y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que  $q$  sea igual a 1.
- El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

**d) Cálculo del estado del pavimento.**

Se calcula restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3. (p.6)

**2.3.5. 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 en la siguiente ecuación. (p.8)

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \quad \text{Ecuación N°04}$$

**Donde:**

**PCI<sub>S</sub>** : PCI de la sección del pavimento.

**PCI<sub>R</sub>** : 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** : Numero adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

### 2.3.6. Posibles causas del origen de las fallas

Existen varias posibles causas que dan origen a las fallas en el pavimento flexible dentro de las cuales tenemos un mal proceso constructivo, el uso de materiales no adecuados y sobre todo un mal diseño del pavimento flexible.

### 2.3.7. Niveles de intervención en la conservación vial.

Se denomina niveles de intervención a las diversas acciones relacionadas con la vía, clasificadas de acuerdo a la magnitud de los trabajos, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (reconstrucción o rehabilitación).

Uno de los objetivos primordiales de la conservación vial es evitar, al máximo posible, la pérdida del capital ya invertido, mediante la protección física de la infraestructura básica y de la superficie del camino. La conservación procura específicamente evitar la destrucción de partes de la estructura de los caminos y su posterior rehabilitación o reconstrucción. La conservación constituye, por tanto, en la realización de actividades o tareas que no impliquen modificar la estructura existente del camino. (Menéndez, 2003).



### a) Mantenimiento Rutinario.

Consiste en la reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura; en la nivelación de la misma y de las bermas; en el mantenimiento regular de los sistemas de drenaje (zanjas, cunetas, etc.), de los taludes laterales, de los bordes y otros elementos accesorios de las vías; en el MANTENIMIENTO RUTINARIO DE CAMINOS CON MICROEMPRESAS: MANUAL TÉCNICO 9 control del polvo y de la vegetación; la limpieza de las zonas de descanso y de los dispositivos de señalización. Se aplica con regularidad una o más veces al año, dependiendo de las condiciones específicas de la vía.

Las actividades, en general, consideradas como mantenimiento rutinario son las siguientes: (Menéndez, 2003).

- Limpieza de calzada y pequeños derrumbes.
- Reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura.
- Mantenimiento de los sistemas de drenaje.
- Control de la vegetación y mantenimiento de señalización.

**Tabla N° 3:** Criterios para establecer el nivel de mantenimiento rutinario

<b>MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>	
<b>CRITERIO PARA APLICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Espesor de lastrado.	mayor o igual a 10 centímetros
Bombeo.	de 2 a 3 %
Baches, encalaminados.	de 0 a 10 %
Ahuellamientos, hundimientos.	de 0 a 5%
Señalización.	sí cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas.	limpias
Puentes, pontones, muros de contención y badenes.	en buen estado

Fuente: (Menéndez, 2003)

## b) Mantenimiento periódico

Aunque este concepto puede inducir a error, pues todas las actividades de conservación son periódicas, es decir que deben ser repetidas cada cierto tiempo, se ha optado por la utilización de este término, pues se diferencia del mantenimiento rutinario en que las actividades “periódicas” se realizan cada cierto número de años. Se aplica generalmente al tratamiento y renovación de la superficie de la vía.

El tratamiento de superficie se orienta a restablecer algunas características de la superficie de rodadura, sin constituirse en un refuerzo estructural. Entre sus características está la de preservar en buena forma la textura de la superficie de rodadura, de manera que asegure la integridad estructural del camino por un tiempo más prolongado y evite su destrucción. En un camino afirmado, se refiere a la reaplicación de la capa de grava, cuando ésta aún se encuentre en un estado regular de conservación, antes de llegar al mal estado.

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de mantenimiento periódico pueden ser agrupadas de la siguiente manera: (Menéndez, 2003)

- Restablecimiento de las características de la superficie de rodadura.
- Reparación de obras de arte.
- Reparación del sistema de drenaje.

**Tabla N° 4:** Criterios para establecer el nivel de mantenimiento periódico.

MANTENIMIENTO PERIÓDICO	
CRITERIO PARA APLICACIÓN	VALOR
Espesor de lastrado.	de 5 a 10 centímetros
Bombeo.	menor a 2%
Baches, encalaminados.	de 10 a 40 %
Ahuellamientos, hundimientos.	de 5 a 15%
Señalización.	no cuenta con señalización
Cunetas y alcantarillas.	limpias a medianamente colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes.	en estado bueno a regular

Fuente: (Menéndez, 2003)

### c) Rehabilitación.

Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. La rehabilitación procede cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado como para poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro, pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.

En la mayoría de casos, la rehabilitación se hace cuando no ha existido una conservación adecuada, pero en un esquema sano de conservación sólo debería ser ocasionalmente necesaria, como cuando deben rehabilitarse fracciones defectuosas de una vía nueva. Debe señalarse al respecto que estos defectos se producen por falta de homogeneidad en la ejecución de la obra, imposible de evitar completamente al momento de su construcción.

Las actividades contenidas dentro de los trabajos de rehabilitación pueden ser agrupadas de la siguiente manera: (Menéndez, 2003)

- Restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.
- Mejorar el sistema de drenaje.

**Tabla N° 5:** Criterios para establecer el nivel de rehabilitación.

<b>MANTENIMIENTO PERIÓDICO</b>	
<b>CRITERIO PARA APLICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Espesor de lastrado.	menor a 5 centímetros
Bombeo.	menor a 2%
Baches, encalaminados.	de 40 a 60 %
Ahuellamientos, hundimientos.	de 15 a 30%
Señalización.	no cuenta con señalización
	medianamente colmatadas a
Cunetas y alcantarillas.	colmatadas
Puentes, pontones, muros de contención y badenes.	en estado malo

Fuente: (Menéndez, 2003)

#### **d) Mejoramiento.**

Se refiere a la introducción de mejoras en los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, incluidos los trabajos relacionados a la renovación de la superficie y la rehabilitación. El objetivo de estas labores es incrementar la capacidad del camino y la velocidad de circulación, así como la seguridad de los vehículos que por él transitan. En sentido estricto, estos trabajos no son considerados como actividades de conservación, excepto la renovación de superficie. (Menéndez, 2003).

#### **e) Reparaciones de emergencia**

Son aquellas que se realizan cuando el camino está en mal estado o incluso intransitable, como consecuencia del descuido prolongado o de un desastre natural, por no disponerse de los recursos necesarios para reconstruirlo o rehabilitarlo, que es lo que correspondería hacer. Mediante una reparación de emergencia no se remedian las fallas estructurales, pero se hace posible un flujo vehicular regular por un tiempo limitado. Generalmente, las reparaciones de emergencia dejan el camino en estado regular. (Menéndez, 2003).

### **2.3.8. Actividades de mantenimiento para pavimentos.**

Las actividades de mantenimiento desempeñan un papel muy importante, para mantener en muy buen estado las carreteras de nuestro país, pero el objetivo de hacer énfasis en ellas en el desarrollo de este capítulo, es que estas al ser ejecutadas correctamente se obtienen excelentes resultados en el pavimento, que es el fin que se persigue con la ejecución de estas actividades. (Rodríguez Mineros & Rodríguez Molina, 2004, p. 78)

#### **a) Sello de grietas.**

Descripción. Este trabajo consistirá en la ejecución de las labores necesarias para el sellado de grietas de abertura superior a 3 mm aparecidas en la superficie del pavimento, mediante el sellado en caliente (asfaltos rebajados) o en frío (emulsiones), con un mástic asfáltico adecuado. Las grietas se producen a raíz de la eventual contracción de las capas inferiores del pavimento y se reflejan en la superficie de rodadura de la carretera.

Esta actividad no será ejecutada en aquellas áreas en que las grietas formen bloques interconectados de carácter poliédrico, semejante al agrietamiento piel de cocodrilo, cuya formación se debe en mayor parte a la fatiga del pavimento, debido a repeticiones de carga por exceso de peso en los ejes, en este caso se procederá a realizar un bacheo superficial o profundo en el área que determine el supervisor. Esta actividad no se aplica a fisuras con aberturas menores de 3 mm.

Dicho trabajo, se hará a lo largo de la línea de grieta a sellar, a fin de lograr la adecuada impermeabilización de la estructura en el sitio tratado. (Rodríguez Mineros & Rodríguez Molina, 2004, p. 79).

#### **b) Sello de fisuras.**

Este trabajo consistirá en la ejecución de las labores necesarias para el sellado de fisuras de abertura menores a 3 mm aparecidos en la superficie del pavimento, mediante el sellado en frío o en caliente, con un mástic asfáltico adecuado. Las fisuras se producen a raíz de la eventual contracción de las capas inferiores del pavimento y se reflejan en la superficie de rodadura de la carretera.

Esta actividad no será ejecutada en aquellas áreas en que las fisuras formen bloques interconectados de carácter poliédrico, semejante al agrietamiento piel de cocodrilo, cuya formación se debe en mayor parte a la fatiga del pavimento, debido a repeticiones de carga por exceso de peso en los ejes, en tales casos se procederá a realizar bacheo superficial o profundo en el área que indique el supervisor.

#### **c) Bacheo superficial.**

Consiste en reconstruir localmente la capa de rodadura en los pequeños deterioros que empiezan a formarse cuya degradación puntual así lo requiera (deformaciones, agrietamientos, baches), y en general todos aquellos deterioros locales cuya evolución posterior pueda afectar a la seguridad de la circulación y comodidad del usuario. También se llevará a cabo si se ha realizado con anterioridad alguna actividad provisional en las capas superficiales, como en el caso de ahuellamientos o bacheo provisional. En el caso del bacheo superficial sólo se restituirá la capa de rodadura hasta la capa superior del material de base. (Rodríguez Mineros & Rodríguez Molina, 2004, p. 83)

#### **d) Bacheo profundo.**

En las zonas inestables bajo la estructura del pavimento de una carretera, independientemente que la inestabilidad sea producida por problemas de la capa de rodadura, por saturación del suelo circundante, bolsón del suelo inestable, fatiga de la estructura del pavimento o por contaminación de cualquier naturaleza, las áreas con problemas de este tipo deben ser preparadas con el objeto de devolver la sustentación estructural original de la carretera y para proporcionar el confort y la seguridad esperada del mismo.

Por lo general, el bacheo profundo implica reponer la carpeta asfáltica en su totalidad (espesor promedio de 8 cms) y la base existente (promedio 20 cms). En algunos casos, podría implicar trabajos de excavaciones por debajo de la base existente y restituir con material no clasificado.

#### **2.3.9. Software para el cálculo del PCI: UnalPCI**

El programa fue elaborado por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Valera Varela en lenguaje Visual Basic® 6.0 de Microsoft®. La interface de la aplicación corresponde al estándar de Windows® por lo cual no se requiere un entrenamiento especializado para su operación, salvo el conocimiento previo de la metodología PCI y fundamentos de Microsoft Windows® y Microsoft Excel®. (Vásquez Valera Valera, 2002)

##### **a) Fundamento del software.**

El fundamento de los programas UnalPCIA y UnalPCIC es la metodología PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) tal como se encuentra en el libro “Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots” (M. Y. Shahin, 1994), también disponible en idioma español gracias a la traducción incluida en el “Curso de Actualización de Pavimentos” del Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Valera Varela (2002). Se recomienda el estudio juicioso de la metodología PCI antes de emplear este software. (Vásquez Valera Valera, 2002)

##### **b) Estructura del software.**

(Vásquez Valera, 2002). La aplicación del software comienza luego de la inspección del pavimento con la metodología PCI. A continuación se enumeran los pasos a seguir para realizar la calificación automatizada del Pavement Condition Index. A continuación se enumeran las fases del proceso de análisis:

- La información de los formatos de campo es digitada en una hoja electrónica de Microsoft® Excel®.

**Figura N° 22:** Archivo de captura UnalPCIA.xls



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	COD	DATE	ABS I	ABS F	UNIT	AREA	FL1	FM1	FH1
2	1	08/12/2002	10150	10200	1	320	0	1	33
3	1	08/12/2002	10200	10250	2	320	0	0	38
4	1	09/12/2002	10250	10300	3	320	0	0	45
5	1	09/12/2002	10300	10350	4	310	2.5	0	36
6									
7									

(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

Cada línea en el archivo de Excel® representa una unidad inspeccionada. Se deben diligenciar los siguientes campos:

- **COD:** Código de la vía.
- **DATE:** Fecha del inventario.
- **ABS I y ABS F:** Abscisa inicial y final de la unidad inventariada.
- **UNIT:** Unidad inventariada.
- **ÁREA:** Área de la unidad inventariada en pavimentos asfálticos.
- **FL1 – FH19:** Medida del daño para las 19 patologías de pavimento en los tres niveles de severidad.

La hoja de cálculo de Excel® se convierte al formato CSV (valores separados con coma) excluyendo la línea de los encabezados; este archivo tiene formato de texto simple. En la Figura 22 se ilustra el contenido de este archivo en Excel® y en la Figura 23 se muestra la información en el editor de texto.





información de daños de cinco secciones de pavimento asfáltico. Al hacer clic en el botón ABRIR el programa inicia automáticamente el cálculo del PCI de las secciones presentes en el archivo.

Terminado el proceso el programa retoma el aspecto de la Figura 24, es decir, puede analizarse otra carretera o puede terminarse la sesión de trabajo haciendo clic en SALIR. En el ejemplo en desarrollo, el programa generó los siguientes archivos:

- Ejemplo\_UnalPCIA0001.txt – Ejemplo\_UnalPCIA0005.txt Análisis PCI secciones 1 a 5. (Figura 26)
- Ejemplo\_UnalPCIAres.csv Resumen del análisis de las cinco secciones. (Figura 27)

**Figura N° 25:** Programa UnalPCIA



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

**Figura N° 26:** Selección de archivo de datos UnalPCIA



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

**Figura N° 27: Ejemplo\_UnalPCIA0001.txt**

```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo           : C:\Ejemplo_UnalPCIA.csv
Código vía       : 1
Fecha inspección  : 12/08/2002
Abscisa inicial   : K10+150.00
Abscisa final     : K10+200.00
Unidad           : 001
Área unidad -m²   : 320.00
=====
Daño (severidad) - unidad      Cantidad      Densidad (%) Valor deducido
=====
01. Piel de cocodrilo (H) - m²: 033.00           010.31         0061.8
11. Parcheo-acometida (H) - m²: 014.00           004.38         0036.1
13. Huecos (H) - un: 019.00           005.94         0091.3
Número de deducidos: 3
=====
Daño                    Valor deducido
=====
13. Huecos (H)          091.3
01. Piel de cocodrilo (H) 061.8
11. Parcheo-acometida (H) 036.1
Valor deducido más alto      : 091.3
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras) : 01.80
=====
PCI Sección                    : 007 Fallado

```

(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

**Figura N° 28: Ejemplo\_UnalPCIAres.csv**

```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo C:\Ejemplo_UnalPCIA.csv
=====
No. Inicio Final PCI Piel de cocodrilo (m²)  Parcheo (m²) Huecos (un) Reconstrucción (m²) Observaciones
=====
1 10150 10200 7 33 14 19
2 10200 10250 1 38 20 12
3 10250 10300 3 45 13 7
4 10300 10350 12 38.5 1.3 6
5 10350 10400 100 0 0 0
=====

```

(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

Finalmente, si el usuario decide SALIR del programa observará la siguiente ventana de información sobre créditos y condiciones de uso.

**Figura N° 29:** Créditos y condiciones de uso del programa



(Fuente: Vásquez Valera, 2002)

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Formulación de la Hipótesis.

- La Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, presenta distintas fallas con un nivel de severidad medio, el cual, determina un índice de condición de pavimento regular.

### 3.2. Variables

**Variable independiente** : Tipo de fallas y su severidad del pavimento flexible.

**Variable dependiente** : Estado situacional del pavimento.

### 3.3. Operacionalización de variables.

Tabla N° 6: Operacionalización de Variables.

Tipo de variable	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Variable independiente</b> V1	Falla del pavimento flexible y su severidad	-Daño de la estructura del pavimento.  -Magnitud del daño del pavimento.	-Tipo de fallas  -Severidad	-Las 19 fallas consideradas en el método PCI.  -Tres niveles de severidad: Alto, Medio, Leve.
<b>Variable dependiente</b> v2	Estado actual del pavimento flexible.	Condición cualitativa de un pavimento.	Condición: 0 la peor condición posible y 100 la mejor de pavimento.	Rangos de calificación del PCI.

(Fuente: Elaboración Propia)

### **3.4. Diseño de Investigación.**

Descriptivo / No experimental.

La presente tesis es descriptiva por que detalla la realidad sin alterarla y no es experimental porque no es necesario recurrir a un laboratorio.

### **3.5. Unidad de estudio.**

Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad

### **3.6. Población.**

La población está conformada por todas las cuadras que cuenten con pavimento flexible en la Av. Mártires de Uchuraccay.

### **3.7. Muestra.**

Se tomará como muestra las unidades que el cálculo, en función de la fórmula respectiva del método del índice de condición del pavimento (PCI) nos proporcione.

### **3.8. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.**

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es el método más completo para la calificación y evaluación del pavimento flexible el cual será utilizado en la evaluación del pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad también se utilizarán diferentes herramientas de medición y formatos para anotar los resultados obtenidos para luego procesarlo en el software correspondiente.

### **3.9. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.**

El primer paso a seguir corresponde al trabajo de campo en el cual se identificarán las diferentes fallas teniendo en cuenta la severidad y el tipo.

#### **3.9.1. Procedimientos a seguir:**

- Se debe de contar con todas las herramientas y formatos necesarios para la adecuada recolección de datos.

- Tener en consideración todas las medidas de seguridad ya que en la Av. Mártires de Uchuraccay hay un tráfico continuo.
- Definir bien las medidas, de las diferentes fallas encontradas en la unidad de muestra.
- Anotar y clasificar todos los datos obtenidos según el tipo de falla de las 19 que presenta la norma ASTM D6433 para pavimentos flexibles teniendo en cuenta sus medidas y su severidad.
- Cada falla encontrada deberá ser registrada mediante una fotografía.

### **3.10. Aplicación del metodo PCI al pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.**

#### **3.10.1. Generalidades.**

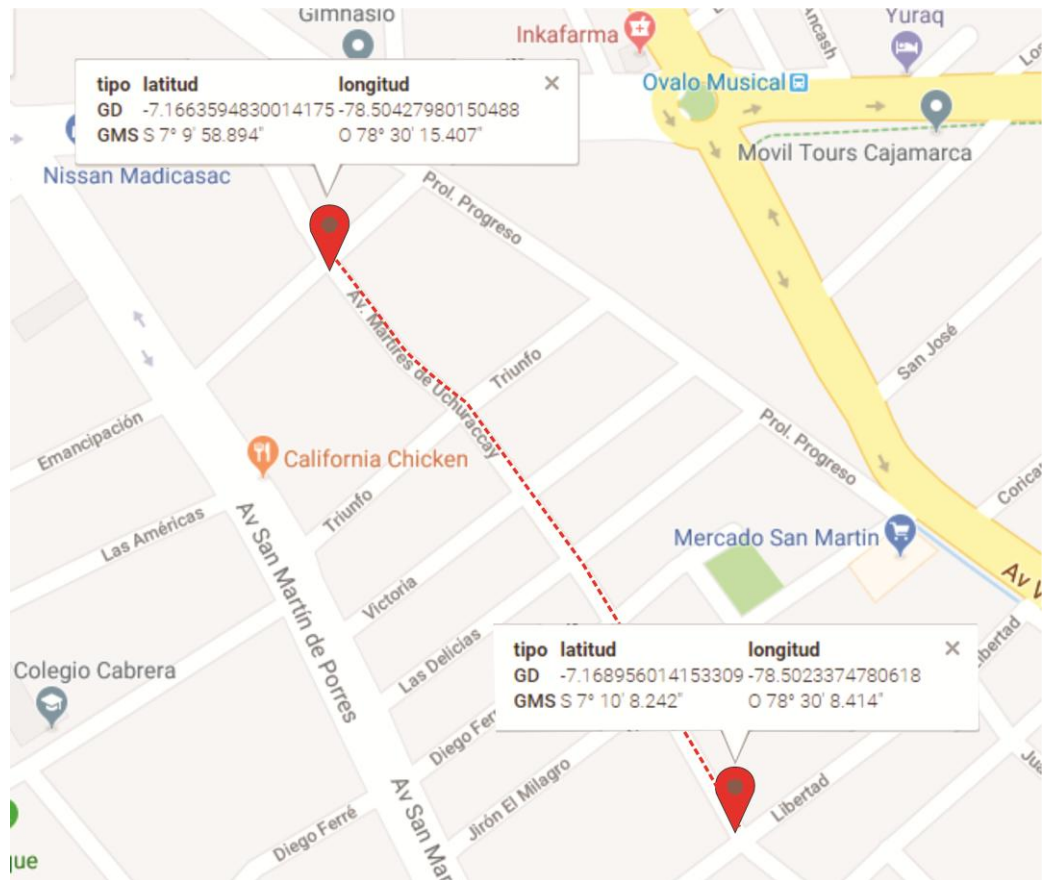
El pavimento flexible que existe entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad se encuentra en la Av. Mártires de Uchuraccay, la cual es una de las principales vías de expansión urbana hacia el barrio Mollepampa y llega directamente al Nuevo Hospital Regional de Cajamarca, dicha vía se usa como vía alterna de la Av. San Martín.

#### **3.10.2. Ubicación Geográfica**

Departamento	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajamarca
Distrito	:	Cajamarca
Punto Inicial	:	Km 0+000
Sur	:	-7.1663594830014175
Oeste	:	-78.50427980150488
Altitud	:	2 700 metros.
Punto Final	:	Km 0+349
Este	:	-7.168956014153309
Norte	:	-78.5023374780618
Altitud	:	2697 metros.

La ubicación se realizó con el Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS 84).

**Figura N° 30:** Ubicación del tramo en estudio



(Fuente: Google Maps, 2018)

### 3.10.3. Herramientas utilizadas

- Wincha (50 mts. y 5 mts.)
- Cordel.
- Regla metálica de 1 m.
- Spray color rojo.
- Odómetro.
- Cámara Fotográfica.
- Equipo de seguridad (Conos)
- EPP (Cascos y Chalecos)
- Tablero de apuntes.
- Lápiz.
- Borrador.

### 3.10.4. Procedimiento del trabajo de campo.

Para el trabajo de campo se utilizó el formato de la figura N° 30, en la cual se recopiló la información de las fallas existentes en el tramo de estudio, dicha información nos servirá para el trabajo de gabinete posteriormente.

**Figura N° 31:** Ubicación del tramo en estudio

MÉTODO PCI			ESQUEMA:				
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
VÍA:	AV. MÁRTIRES DE UCHURACCAY, ENTRE EL JR. EMANCIPACIÓN Y EL PSJE. LIBERTAD		SECCIÓN:	1	UNIDAD DE MUESTRA:		
EJECUTOR:	Cerquin Briones, Gonzalo, Suárez Becerra, Germán		FECHA:	23/02/2018	ÁREA: M2	230.00	
1. PIEL DE COCODRILO	6. DEPRESIÓN	11. PARCHES	16. DESPLAZAMIENTO				
2. EXUDACIÓN	7. GRIETA DE BORDE	12. AGREGADO PULIDO.	17. FISURA PARABÓLICA O POR DESLIZAMIENTO				
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	13. HUECOS	18. HINCHAMIENTO				
4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	9. DESNIVEL CARRIL- BERMA	14. CRUCE DE VIA FERREA	19. PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
5. CORRUGACIÓN	10. GRIETA LONG. Y TRANSV.	15. AHUELLAMIENTO					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO

(Fuente: Elaboración Propia)

### 3.10.5. Unidad de Muestra

Se tomaron datos del pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay del tramo comprendido entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, dicho tramo cuenta con una longitud de vía 349 ml. y un ancho de calzada de 10m, para encontrar la longitud de las unidades de muestra se sigue la siguiente clasificación:

Según (Vásquez Valera, 2002). Para carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . En la **Tabla N° 2** se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.





**b) Tramo 02: Cálculo de unidades de muestreo.**

De igual manera que en tramo 01, El punto inicial es en la cuadra 02, (cruce con Jr. Emancipación) y culmina en la cuadra 06, (cruce con Psj. Libertad), teniendo una longitud de 349 m, un ancho de calzada de 5m.

Según la Tabla N° 2, para un ancho de calzada, la longitud de Unidad de muestras es 46 m, y por lo tanto, está cumpliendo con el área de unidad de muestreo,  $5 \times 46 = 230 \text{ m}^2$ .

- Determinación del número de unidades de muestra (UM)

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación N°01}$$

$$N = 349/46 = 7.59 \approx 8$$

NOTA: como tenemos una cantidad reducida de unidades de muestreo, se opta por analizar todas las UM, por lo cual, ya no es necesario calcular el número mínimo de unidades de muestreo ( $n$ ).

También determinamos que tenemos 7 UM de 46 m de longitud y 1UM de 27 m de longitud.

**Figura N° 33: Seccionamiento en UM de la vía.**

←									
UM 09	UM 07	UM 06	UM 05	UM 04	UM 03	UM 02	UM 01	<b>TRAMO 01</b>	
UM 06	UM 15	UM 14	UM 13	UM 12	UM 11	UM 10	UM 09	<b>TRAMO 02</b>	
←									

(Fuente: Elaboración Propia)

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de resultados.

A continuación presentamos los datos de campo obtenidos durante la inspección visual de fallas del pavimento flexible en la a carretera Av. mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad; así como el cálculo del índice de condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada.

#### 4.1.1. Resultados del tramo 01

##### a) Unidad de muestra 01 (UM-01)

La unidad de muestra 01, corresponde al inicio del tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

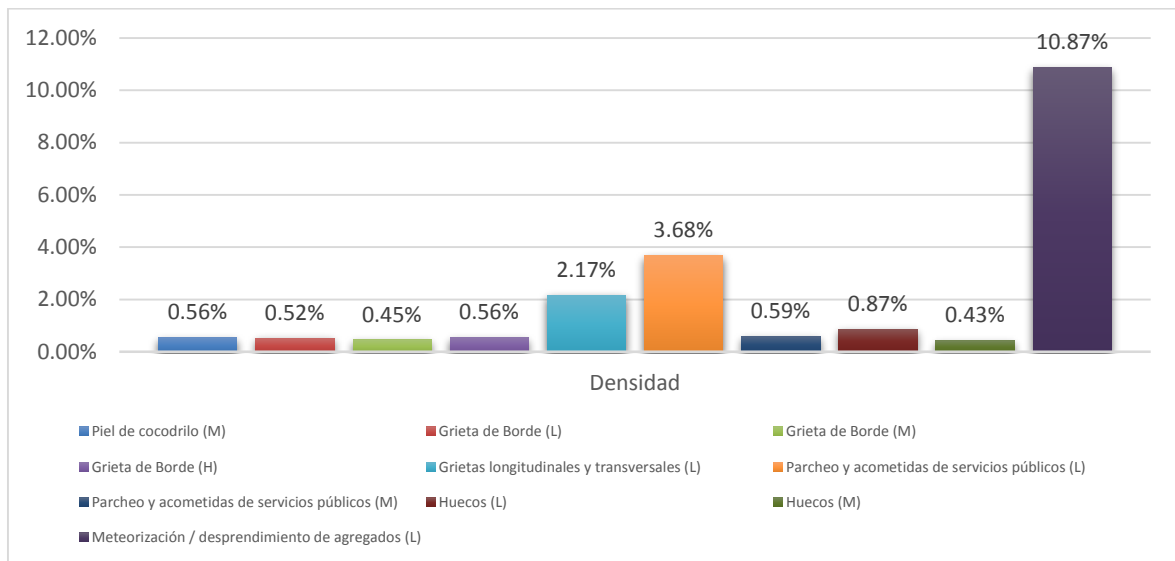
**Figura N° 34:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 01-Tramo 01

```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      tramo 01.csv
Código vía   :      1
Fecha inspección :      23/02/2018
Abscisa inicial :      K0+000.00
Abscisa final  :      K0+046.00
Unidad       :      001
Área unidad -m² :      230.00
=====
Daño      (severidad)  unidad      Cantidad      Densidad(%)      Valor deducido
=====
01.Piel de cocodrilo(M) - m²:      001.28      000.56      016.2
07.Grieta de borde (L) - m :      001.20      000.52      001.3
07.Grieta de borde (M) - m :      001.03      000.45      004.1
07.Grieta de borde (H) - m :      001.28      000.56      008.3
10.Grieta long/tran (L) - m :      005.00      002.17      000.5
11.Parqueo-acometida(L) - m²:      008.46      003.68      008.1
11.Parqueo-acometida(M) - m²:      001.35      000.59      007.4
13.Huecos (L) - un:      002.00      000.87      017.8
13.Huecos (M) - un:      001.00      000.43      018.5
19.Desprendimiento (L) - m²:      025.00      010.87      005.0
=====
Número de deducidos: 10
=====
Daño      valor deducido
=====
13.Huecos (M)      018.5
13.Huecos (L)      017.8
01.Piel de cocodrilo(M)      016.2
07.Grieta de borde (H)      008.3
11.Parqueo-acometida(L)      008.1
11.Parqueo-acometida(M)      007.4
19.Desprendimiento (L)      005.0
07.Grieta de borde (M)      004.1
07.Grieta de borde (L)      001.3
10.Grieta long/tran (L)      000.5
=====
valor deducido más alto      : 018.5
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 08.48
=====
PCI Sección      : 058 Bueno
  
```

Fuente: UnalPCIA

**Figura N° 35:** Densidad de fallas de la UM 01-Tramo 01



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U1 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: huecos (13), parche (11), desprendimiento (19), grieta de borde (07) y grieta longitudinal/transversal (10).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: huecos (13), piel de cocodrilo (01), parche (11) y grieta de borde (07).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: grieta de borde (07).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad baja (L).

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 18.5, dando como resultado un índice de 58 que corresponde a un pavimento bueno.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y un parcheo parcial o profundo, para eliminar las fallas, grietas de borde, peladura y huecos que son las que más afectan al pavimento.

**b) Unidad de muestra 02 (UM-02)**

La unidad de muestra 02, corresponde tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 36:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 02-Tramo 01

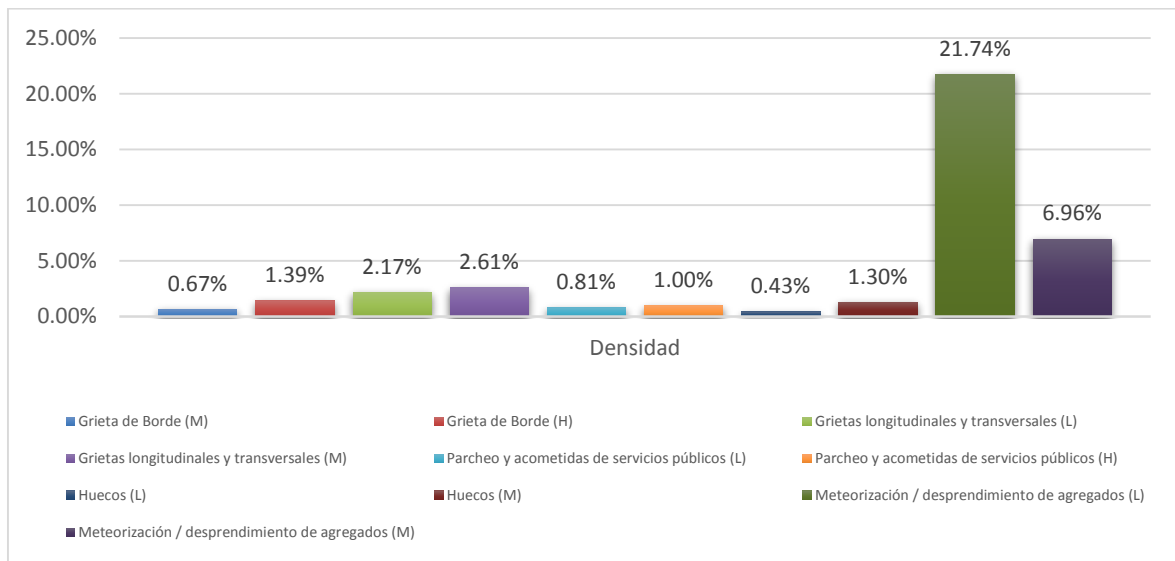
```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      tramo 01.csv
Código vía   :      1
Fecha inspección :      23/02/2018
Abscisa inicial :      K0+046.00
Abscisa final  :      K0+092.00
Unidad       :      002
Área unidad -m² :      230.00
=====
Daño      (severidad)  unidad  Cantidad  Densidad(%)  valor deducido
=====
07.Grieta de borde (M) - m :      001.55      000.67      004.8
07.Grieta de borde (H) - m :      003.20      001.39      009.6
10.Grieta long/tran (L) - m :      005.00      002.17      000.5
10.Grieta long/tran (M) - m :      006.00      002.61      006.0
11.Parcheo-acometida(L) - m²:      001.87      000.81      001.9
11.Parcheo-acometida(H) - m²:      002.30      001.00      020.4
13.Huecos (L) - un:      001.00      000.43      009.7
13.Huecos (M) - un:      003.00      001.30      035.8
19.Desprendimiento (L) - m²:      050.00      021.74      008.4
19.Desprendimiento (M) - m²:      016.00      006.96      015.6
=====
Número de deducidos: 10
=====
Daño      valor deducido
=====
13.Huecos (M)      035.8
11.Parcheo-acometida(H) 020.4
19.Desprendimiento (M) 015.6
13.Huecos (L)      009.7
07.Grieta de borde (H) 009.6
19.Desprendimiento (L) 008.4
10.Grieta long/tran (M) 006.0
07.Grieta de borde (M) 004.8
11.Parcheo-acometida(L) 001.9
10.Grieta long/tran (L) 000.5
=====
valor deducido más alto : 035.8
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 06.90
=====
PCI Sección : 049 Regular

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 37: Densidad de fallas de la UM 02-Tramo 01**



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U2 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: huecos (13), parche (11), desprendimiento (19) y grieta longitudinal/transversal (10).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: huecos (13), grieta de borde (07), grieta longitudinal/transversal (10) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: grieta de borde (07) y parche (11).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad baja (L) y media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (28.7%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 35.8, dando como resultado un índice de 49 que corresponde a un pavimento Regular.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y un parcheo parcial o profundo, para eliminar las fallas, grietas de borde, peladura y huecos que son las que más afectan al pavimento.

**c) Unidad de muestra 03 (UM-03)**

La unidad de muestra 03, corresponde tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 38:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 03-Tramo 01

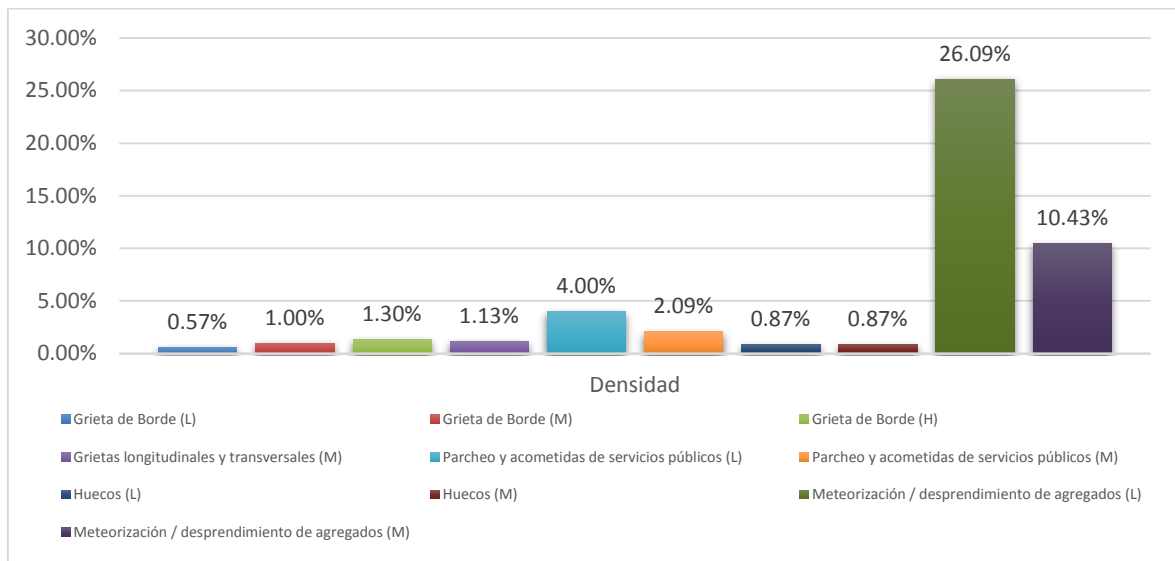
```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      tramo 01.csv
Código vía   :      1
Fecha inspección :      23/02/2018
Abscisa inicial :      K0+092.00
Abscisa final  :      K0+138.00
Unidad       :      003
Área unidad -m² :      230.00
=====
Daño      (severidad)  unidad  Cantidad  Densidad(%)  valor deducido
=====
07.Grieta de borde (L) - m :      001.32      000.57      001.3
07.Grieta de borde (M) - m :      002.30      001.00      005.5
07.Grieta de borde (H) - m :      003.00      001.30      009.5
10.Grieta long/tran (M) - m :      002.60      001.13      002.7
11.Parcheo-acometida(L) - m²:      009.20      004.00      008.7
11.Parcheo-acometida(M) - m²:      004.80      002.09      014.6
13.Huecos (L) - un:      002.00      000.87      017.8
13.Huecos (M) - un:      002.00      000.87      029.0
19.Desprendimiento (L) - m²:      060.00      026.09      009.3
19.Desprendimiento (M) - m²:      024.00      010.43      018.1
=====
Número de deducidos: 10
=====
Daño      valor deducido
=====
13.Huecos (M)      029.0
19.Desprendimiento (M) 018.1
13.Huecos (L)      017.8
11.Parcheo-acometida(M) 014.6
07.Grieta de borde (H) 009.5
19.Desprendimiento (L) 009.3
11.Parcheo-acometida(L) 008.7
07.Grieta de borde (M) 005.5
10.Grieta long/tran (M) 002.7
07.Grieta de borde (L) 001.3
=====
valor deducido más alto : 029.0
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 07.52
=====
PCI Sección : 050 Regular

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 39:** Densidad de fallas de la UM 03-Tramo 01



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U3 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: huecos (13), parche (11), desprendimiento (19) y grieta de borde (07).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: huecos (13), parche(11) grieta de borde (07), grieta longitudinal/transversal (10) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: grieta de borde (07).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad baja (L) y media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (36.52%), seguida de la falla parche que tiene una menor densidad (6.09%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 29.0, dando como resultado un índice de 50 que corresponde a un pavimento Regular.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y un parcheo parcial o profundo, para eliminar las fallas, grietas de borde, peladura y huecos que son las que más afectan al pavimento.



**d) Unidad de muestra 04 (UM-04)**

La unidad de muestra 04, corresponde tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 40:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 04-Tramo 01

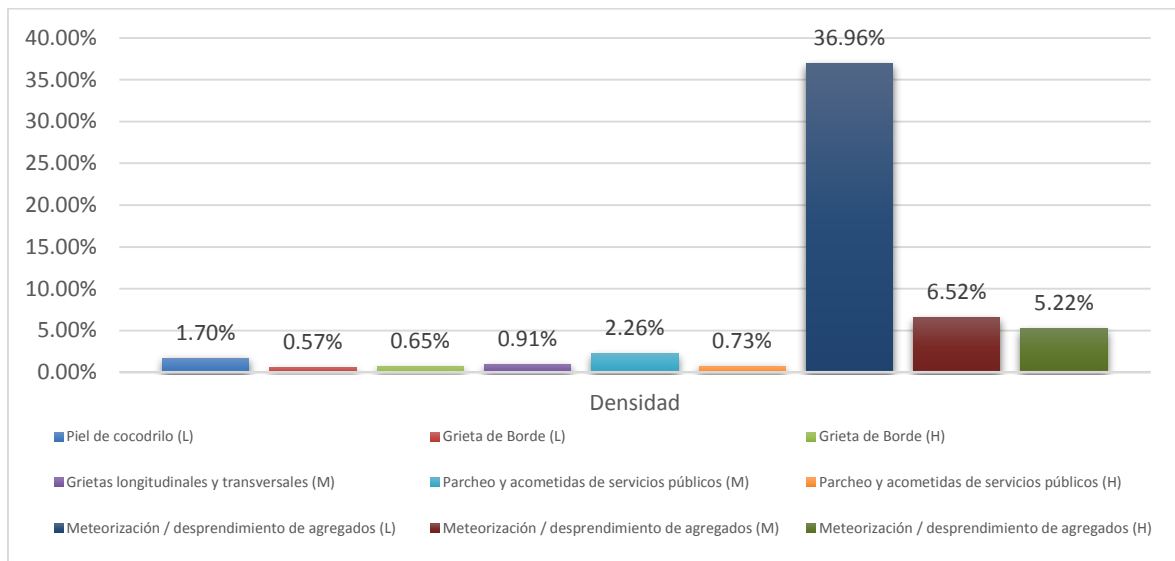
```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      tramo 01.csv
Código vía   :      1
Fecha inspección :      23/02/2018
Abscisa inicial :      K0+138.00
Abscisa final  :      K0+184.00
Unidad       :      004
Área unidad -m² :      230.00
=====
Daño          (severidad)  unidad      Cantidad      Densidad(%)   valor deducido
=====
01.Piel de cocodrilo(L) - m²:      003.91      001.70      015.1
07.Grieta de borde (L) - m :      001.30      000.57      001.3
07.Grieta de borde (H) - m :      001.50      000.65      008.5
10.Grieta long/tran (M) - m :      002.10      000.91      002.2
11.Parqueo-acometida(M) - m²:      005.20      002.26      015.2
11.Parqueo-acometida(H) - m²:      001.68      000.73      017.4
19.Desprendimiento (L) - m²:      085.00      036.96      011.0
19.Desprendimiento (M) - m²:      015.00      006.52      015.1
19.Desprendimiento (H) - m²:      012.00      005.22      031.5
=====
Número de deducidos: 9
=====
Daño          valor deducido
=====
19.Desprendimiento (H)      031.5
11.Parqueo-acometida(H)     017.4
11.Parqueo-acometida(M)     015.2
19.Desprendimiento (M)      015.1
01.Piel de cocodrilo(L)     015.1
19.Desprendimiento (L)      011.0
07.Grieta de borde (H)      008.5
10.Grieta long/tran (M)     002.2
07.Grieta de borde (L)      001.3
=====
valor deducido más alto      : 031.5
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 07.29
=====
PCI Sección                    : 046 Regular

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 41: Densidad de fallas de la UM 04-Tramo 01**



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U4 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Piel de cocodrilo (01), desprendimiento (19) y grieta de borde (07).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Parche (11), grieta longitudinal/transversal (10) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: grieta de borde (07), parche (11) y desprendimiento.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad baja (L), media (M) y alto (H).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (48.7%), seguida de la falla parche que tiene una menor densidad (2.99%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 31.5, dando como resultado un índice de 46 que corresponde a un pavimento Regular.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y un parcheo parcial o profundo, para eliminar las fallas, grietas de borde y peladura que son las que más afectan al pavimento.

**e) Unidad de muestra 05 (UM-05)**

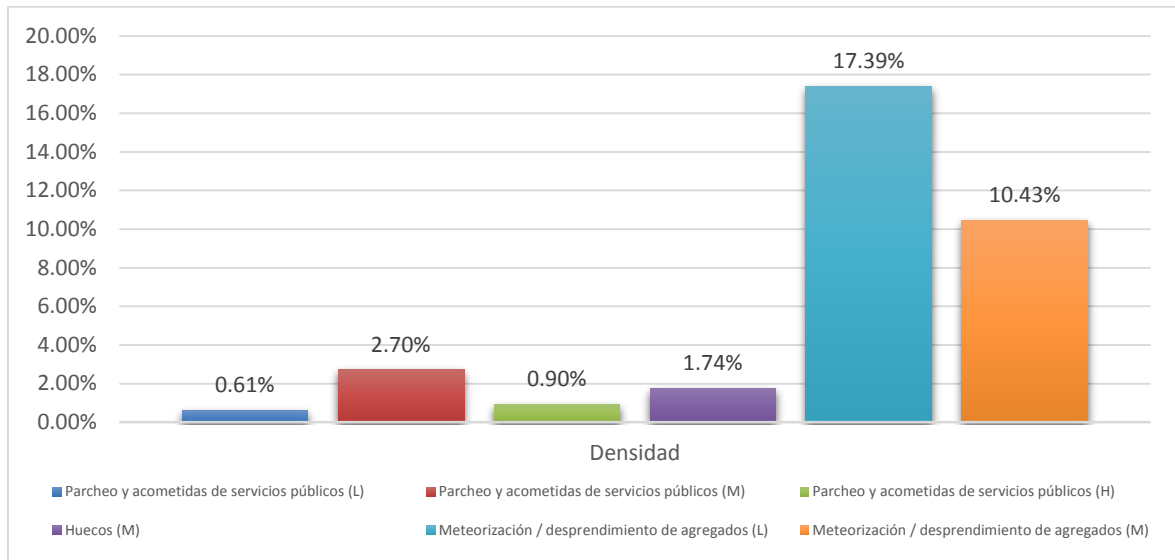
La unidad de muestra 05, corresponde tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 42:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 05-Tramo 01

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX					
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela					
Pavimentos asfálticos					
Archivo	:	tramo 01.csv			
Código vía	:	1			
Fecha inspección	:	23/02/2018			
Abscisa inicial	:	K0+184.00			
Abscisa final	:	K0+230.00			
Unidad	:	005			
Área unidad -m²	:	230.00			
Daño	(severidad)	unidad	Cantidad	Densidad(%)	valor deducido
11.Parcheo-acometida(L)	- m²:		001.40	000.61	001.4
11.Parcheo-acometida(M)	- m²:		006.21	002.70	016.6
11.Parcheo-acometida(H)	- m²:		002.08	000.90	019.4
13.Huecos	(M) - un:		004.00	001.74	041.6
19.Desprendimiento	(L) - m²:		040.00	017.39	007.3
19.Desprendimiento	(M) - m²:		024.00	010.43	018.1
Número de deducidos: 6					
Daño			valor deducido		
13.Huecos	(M)		041.6		
11.Parcheo-acometida(H)			019.4		
19.Desprendimiento	(M)		018.1		
11.Parcheo-acometida(M)			016.6		
19.Desprendimiento	(L)		007.3		
11.Parcheo-acometida(L)			001.4		
valor deducido más alto				:	041.6
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras):				:	06.37
PCI sección				:	042 Regular

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 43:** Densidad de fallas de la UM 05-Tramo 01



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U5 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Parche (11), desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Parche (11), hueco (13) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Parche (11).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad baja (L) y media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (27.82%), seguida de la falla parche que tiene una menor densidad (4.21%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 41.6, dando como resultado un índice de 42 que corresponde a un pavimento Regular.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y un parcheo parcial o profundo, para eliminar las fallas, peladura y parches que son las que más afectan al pavimento.

**f) Unidad de muestra 06 (UM-06)**

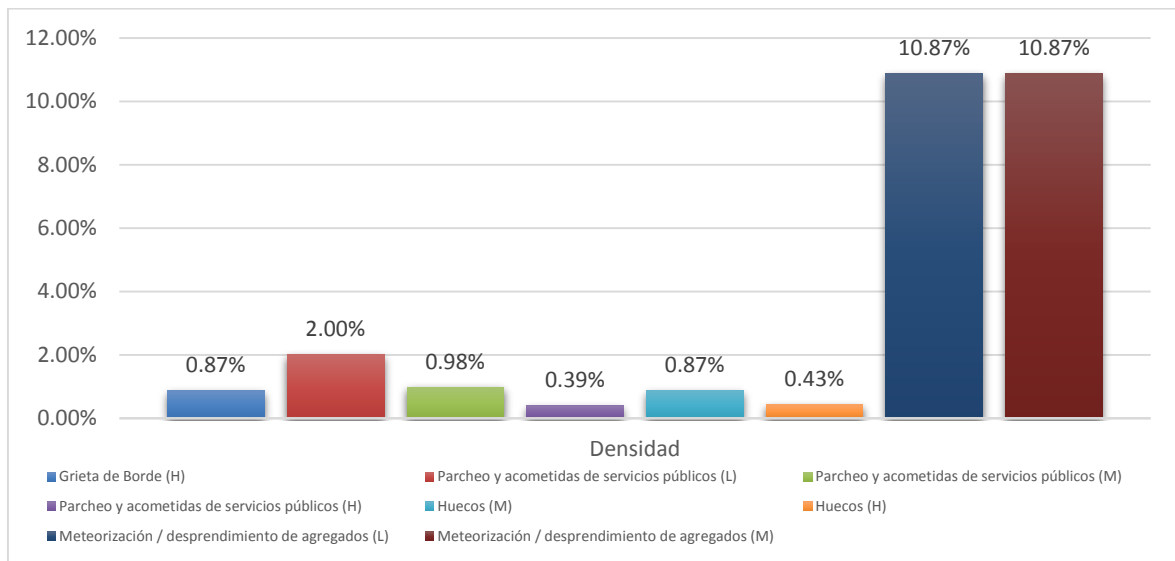
La unidad de muestra 06, corresponde tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 44:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 06-Tramo 01

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX					
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela					
Pavimentos asfálticos					
Archivo	:	tramo 01.csv			
Código vía	:	1			
Fecha inspección	:	24/02/2018			
Abscisa inicial	:	K0+230.00			
Abscisa final	:	K0+276.00			
Unidad	:	006			
Área unidad -m²	:	230.00			
Daño	(severidad)	unidad	Cantidad	Densidad(%)	valor deducido
07.Grieta de borde	(H)	- m	002.00	000.87	008.9
11.Parqueo-acometida	(L)	- m²	004.60	002.00	004.4
11.Parqueo-acometida	(M)	- m²	002.25	000.98	010.3
11.Parqueo-acometida	(H)	- m²	000.90	000.39	012.8
13.Huecos	(M)	- un	002.00	000.87	029.0
13.Huecos	(H)	- un	001.00	000.43	037.1
19.Desprendimiento	(L)	- m²	025.00	010.87	005.0
19.Desprendimiento	(M)	- m²	025.00	010.87	018.6
Número de deducidos: 8					
Daño			valor deducido		
13.Huecos	(H)		037.1		
13.Huecos	(M)		029.0		
19.Desprendimiento	(M)		018.6		
11.Parqueo-acometida	(H)		012.8		
11.Parqueo-acometida	(M)		010.3		
07.Grieta de borde	(H)		008.9		
19.Desprendimiento	(L)		005.0		
11.Parqueo-acometida	(L)		004.4		
valor deducido más alto					: 037.1
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras):					06.78
PCI Sección					: 040 Malo

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 45: Densidad de fallas de la UM 06-Tramo 01**



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U6 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Parche (11), desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Parche (11), hueco (13) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Grieta de borde (07), Parche (11), hueco (13).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad baja (L) y media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (21.74%), seguida de la falla parche que tiene una menor densidad (3.37%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 37.1, dando como resultado un índice de 40 que corresponde a un pavimento Malo.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y un parcheo parcial o profundo, para eliminar las fallas, peladura y parches que son las que más afectan al pavimento.

**g) Unidad de muestra 07 (UM-07)**

La unidad de muestra 07, corresponde tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 46:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 07-Tramo 01

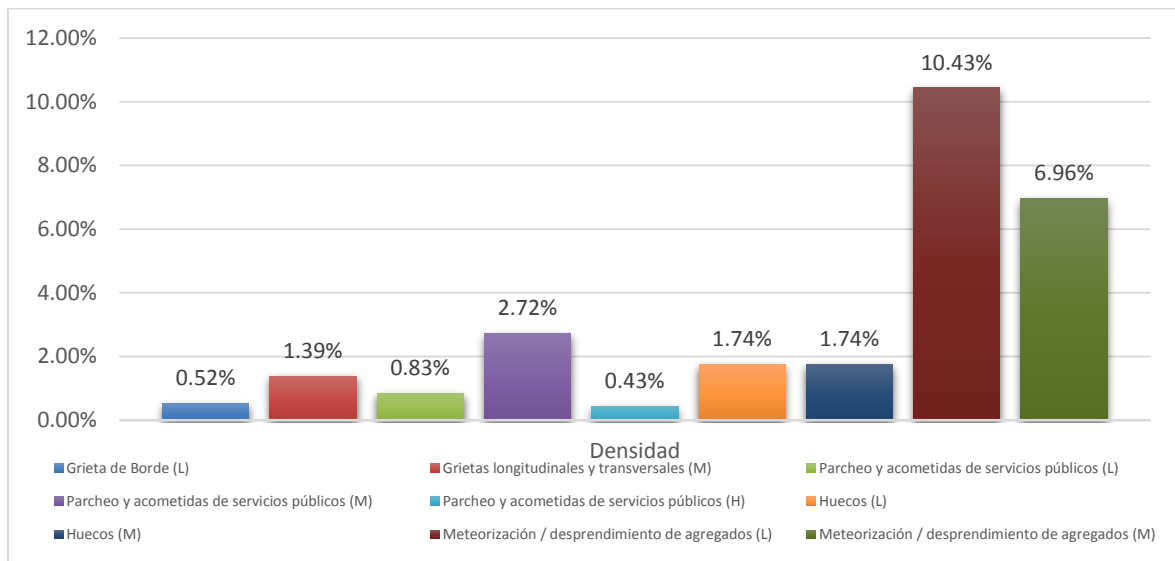
```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      tramo 01.csv
Código vía   :      1
Fecha inspección :      24/02/2018
Abscisa inicial :      K0+276.00
Abscisa final  :      K0+322.00
Unidad       :      007
Área unidad -m² :      230.00
=====
Daño      (severidad)  unidad      Cantidad      Densidad(%)      valor deducido
=====
07.Grieta de borde (L) - m :      001.20      000.52      001.3
10.Grieta long/tran (M) - m :      003.20      001.39      003.3
11.Parcheo-acometida(L) - m²:      001.90      000.83      001.9
11.Parcheo-acometida(M) - m²:      006.25      002.72      016.6
11.Parcheo-acometida(H) - m²:      001.00      000.43      013.5
13.Huecos (L) - un:      004.00      001.74      027.5
13.Huecos (M) - un:      004.00      001.74      041.6
19.Desprendimiento (L) - m²:      024.00      010.43      004.8
19.Desprendimiento (M) - m²:      016.00      006.96      015.6
=====
Número de deducidos: 9
=====
Daño      valor deducido
=====
13.Huecos (M)      041.6
13.Huecos (L)      027.5
11.Parcheo-acometida(M)      016.6
19.Desprendimiento (M)      015.6
11.Parcheo-acometida(H)      013.5
19.Desprendimiento (L)      004.8
10.Grieta long/tran (M)      003.3
11.Parcheo-acometida(L)      001.9
07.Grieta de borde (L)      001.3
=====
valor deducido más alto      : 041.6
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 06.37
=====
PCI sección      : 037 Malo

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 47: Densidad de fallas de la UM 07-Tramo 01**



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U7 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Grieta de borde (07), hueco (13), Parche (11), desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Parche (11), hueco (13), grieta longitudinal (10) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Parche (11).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad baja (L) y media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (17.39) seguida de la falla parche que tiene una menor densidad (3.98%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 41.6, dando como resultado un índice de 37 que corresponde a un pavimento Malo.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y un parcheo parcial o profundo, para eliminar las fallas, peladura y parches que son las que más afectan al pavimento.



#### h) Unidad de muestra 08 (UM-08)

La unidad de muestra 08, corresponde tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 48:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 08-Tramo 01

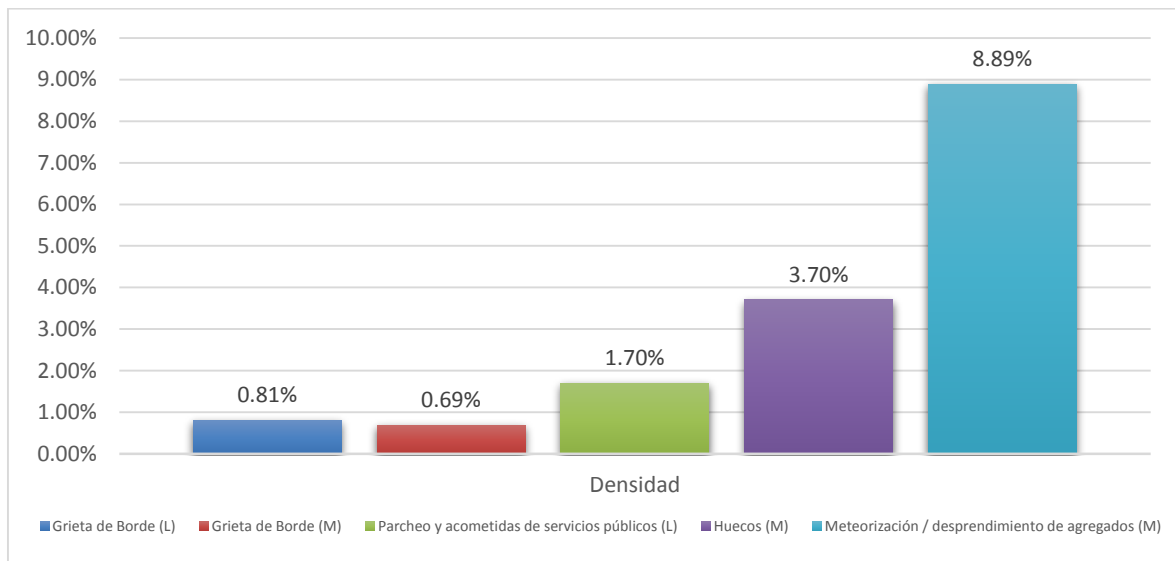
```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      tramo 01.csv
Código vía   :      1
Fecha inspección :      24/02/2018
Abscisa inicial :      K0+322.00
Abscisa final  :      K0+349.00
Unidad       :      008
Área unidad -m² :      135.00
=====
Daño          (severidad)  unidad  Cantidad  Densidad(%)  valor deducido
=====
07.Grieta de borde (L) - m :      001.10      000.81      001.5
07.Grieta de borde (M) - m :      000.93      000.69      004.8
11.Parqueo-acometida(L) - m²:      002.30      001.70      003.8
13.Huecos (M) - un :      005.00      003.70      060.2
19.Desprendimiento (M) - m²:      012.00      008.89      017.8
Número de deducidos: 5
=====
Daño          valor deducido
=====
13.Huecos (M)      060.2
19.Desprendimiento (M)      017.8
07.Grieta de borde (M)      004.8
11.Parqueo-acometida(L)      003.8
07.Grieta de borde (L)      001.5
valor deducido más alto : 060.2
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 04.66
=====
PCI Sección : 032 Malo

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 49:** Densidad de fallas de la UM 08-Tramo 01



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U8 tiene 135,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 01 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Grieta de borde (07), Parche (11).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Grieta de borde (07), hueco (13) y desprendimiento (19).

No se encontraron fallas encontradas con nivel de severidad alto.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (8.89%) seguida de la falla hueco que tiene una menor densidad (3.70%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 60.2, dando como resultado un índice de 32 que corresponde a un pavimento Malo.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y un parcheo parcial o profundo, para eliminar las fallas, peladura y huecos que son las que más afectan al pavimento.

#### 4.1.2. Resultados del tramo 02

##### a) Unidad de muestra 09 (UM-09)

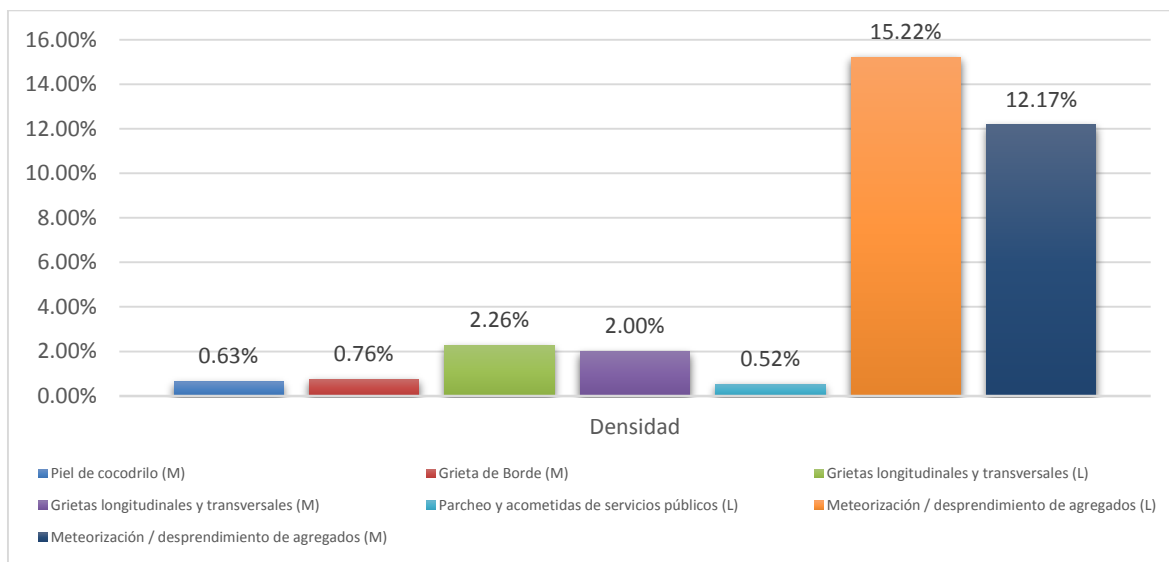
La unidad de muestra 09, corresponde tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 50:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 09-Tramo 02

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX					
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela					
Pavimentos asfálticos					
Archivo	:	Tramo 02.csv			
Código vía	:	2			
Fecha inspección	:	24/02/2018			
Abscisa inicial	:	K0+349.00			
Abscisa final	:	K0+395.00			
Unidad	:	009			
Área unidad -m <sup>2</sup>	:	230.00			
Daño	(severidad)	unidad	Cantidad	Densidad(%)	valor deducido
01.Piel de cocodrilo(M)	- m <sup>2</sup> :		001.44	000.63	017.2
07.Grieta de borde (M)	- m :		001.74	000.76	005.0
10.Grieta long/tran (L)	- m :		005.20	002.26	000.7
10.Grieta long/tran (M)	- m :		004.60	002.00	004.6
11.Parqueo-acometida(L)	- m <sup>2</sup> :		001.20	000.52	001.3
19.Desprendimiento (L)	- m <sup>2</sup> :		035.00	015.22	006.7
19.Desprendimiento (M)	- m <sup>2</sup> :		028.00	012.17	019.8
Número de deducidos: 7					
Daño	valor deducido				
19.Desprendimiento (M)	019.8				
01.Piel de cocodrilo(M)	017.2				
19.Desprendimiento (L)	006.7				
07.Grieta de borde (M)	005.0				
10.Grieta long/tran (M)	004.6				
11.Parqueo-acometida(L)	001.3				
10.Grieta long/tran (L)	000.7				
valor deducido más alto				:	019.8
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras)				:	08.36
PCI Sección				:	066 Bueno

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 51:** Densidad de fallas de la UM 09-Tramo 02



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra U9 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Grieta longitudinal (10), Parche (11) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Piel de cocodrilo (01), grieta de borde (07), grieta longitudinal (10) y desprendimiento (19).

No se encontraron fallas encontradas con nivel de severidad alto.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad bajo (L) y media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (27.39%) seguida de la falla hueco que tiene una menor densidad (4.26%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 19.8, dando como resultado un índice de 66 que corresponde a un pavimento Bueno.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga), para eliminar las fallas, peladura y grietas longitudinales que son las que más afectan al pavimento.

**b) Unidad de muestra 10 (UM-10)**

La unidad de muestra 10, corresponde tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 52:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 10-Tramo 02

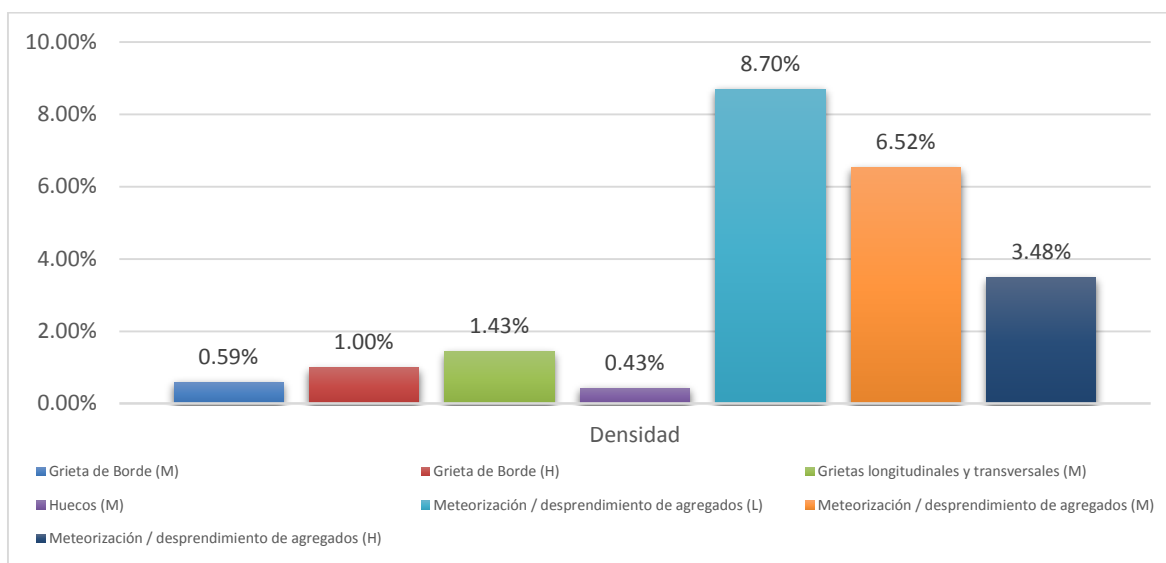
```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      Tramo 02.csv
Código vía   :      2
Fecha inspección : 24/02/2018
Abscisa inicial : K0+395.00
Abscisa final  : K0+441.00
Unidad       :      010
Área unidad -m² : 230.00
=====
Daño          (severidad)  unidad      Cantidad      Densidad(%)  valor deducido
=====
07.Grieta de borde (M) - m :      001.35      000.59      004.5
07.Grieta de borde (H) - m :      002.30      001.00      009.2
10.Grieta long/tran (M) - m :      003.30      001.43      003.4
13.Huecos (M) - un :      001.00      000.43      018.5
19.Desprendimiento (L) - m² :      020.00      008.70      004.5
19.Desprendimiento (M) - m² :      015.00      006.52      015.1
19.Desprendimiento (H) - m² :      008.00      003.48      026.6
=====
Número de deducidos: 7
=====
Daño          valor deducido
=====
19.Desprendimiento (H)      026.6
13.Huecos (M)      018.5
19.Desprendimiento (M)      015.1
07.Grieta de borde (H)      009.2
19.Desprendimiento (L)      004.5
07.Grieta de borde (M)      004.5
10.Grieta long/tran (M)      003.4
valor deducido más alto : 026.6
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 07.75
=====
PCI Sección : 057 Bueno

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 53:** Densidad de fallas de la UM 10-Tramo 02



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra 10 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Grieta de borde (07), grieta longitudinal (10), hueco (13) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Grieta de borde (07) y desprendimiento (19).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad bajo (L), media (M) y alto (H).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (8.70%) seguida de la falla grieta de borde que tiene una menor densidad (1.59%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 26.6, dando como resultado un índice de 57 que corresponde a un pavimento Bueno.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga), para eliminar las fallas, peladura que es la que más afectan al pavimento.

**c) Unidad de muestra 11 (UM-11)**

La unidad de muestra 11, corresponde tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 54:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 11-Tramo 02

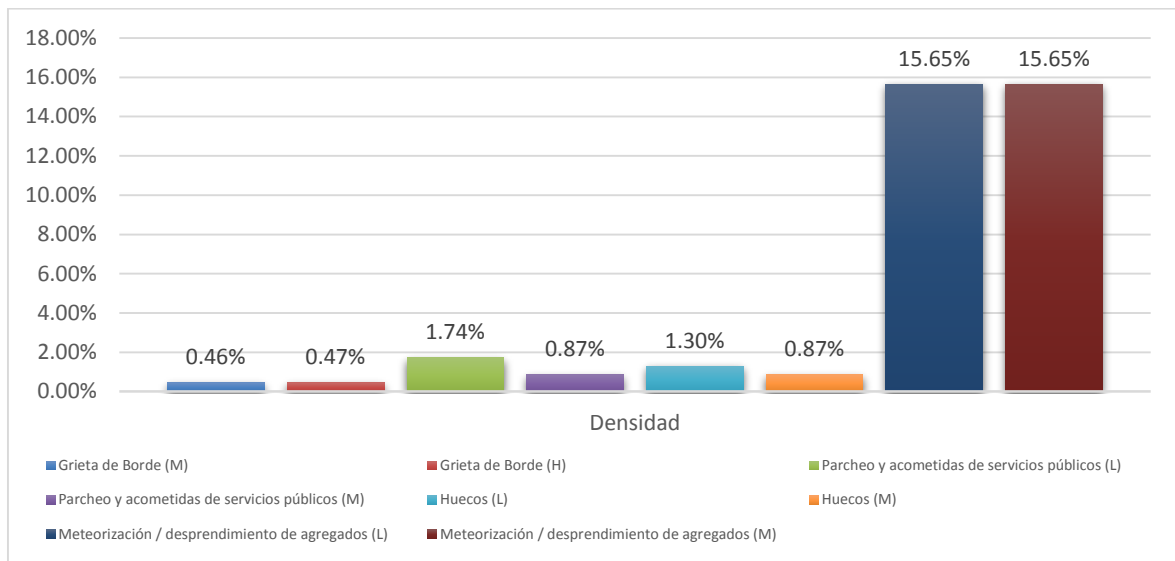
```

=====
PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      Tramo 02.csv
Código vía   :      2
Fecha inspección :      24/02/2018
Abscisa inicial :      K0+441.00
Abscisa final  :      K0+487.00
Unidad       :      011
Área unidad -m² :      230.00
=====
Daño          (severidad)  unidad      Cantidad      Densidad(%)  Valor deducido
=====
07.Grieta de borde (M) - m :      001.05      000.46      004.1
07.Grieta de borde (H) - m :      001.07      000.47      008.1
11.Parcheo-acometida(L) - m²:      004.00      001.74      003.9
11.Parcheo-acometida(M) - m²:      002.00      000.87      009.5
13.Huecos      (L) - un:      003.00      001.30      023.0
13.Huecos      (M) - un:      002.00      000.87      029.0
19.Desprendimiento (L) - m²:      036.00      015.65      006.8
19.Desprendimiento (M) - m²:      036.00      015.65      022.6
=====
Número de deducidos: 8
=====
Daño          valor deducido
=====
13.Huecos      (M)      029.0
13.Huecos      (L)      023.0
19.Desprendimiento (M)      022.6
11.Parcheo-acometida(M)      009.5
07.Grieta de borde (H)      008.1
19.Desprendimiento (L)      006.8
07.Grieta de borde (M)      004.1
11.Parcheo-acometida(L)      003.9
=====
Valor deducido más alto : 029.0
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 07.52
=====
PCI Sección : 046 Regular
=====

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 55:** Densidad de fallas de la UM 11-Tramo 02



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra 11 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Parche (11), huecos (13) y Desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Grieta de borde (07), parche (11), hueco (13) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Grieta de borde (07).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad bajo (L) y media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (31.30%) seguida de la falla parche que tiene una menor densidad (2.61%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 29.0, dando como resultado un índice de 46 que corresponde a un pavimento Regular.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga), para eliminar las fallas, peladura que es la que más afectan al pavimento.



**d) Unidad de muestra 12 (UM-12)**

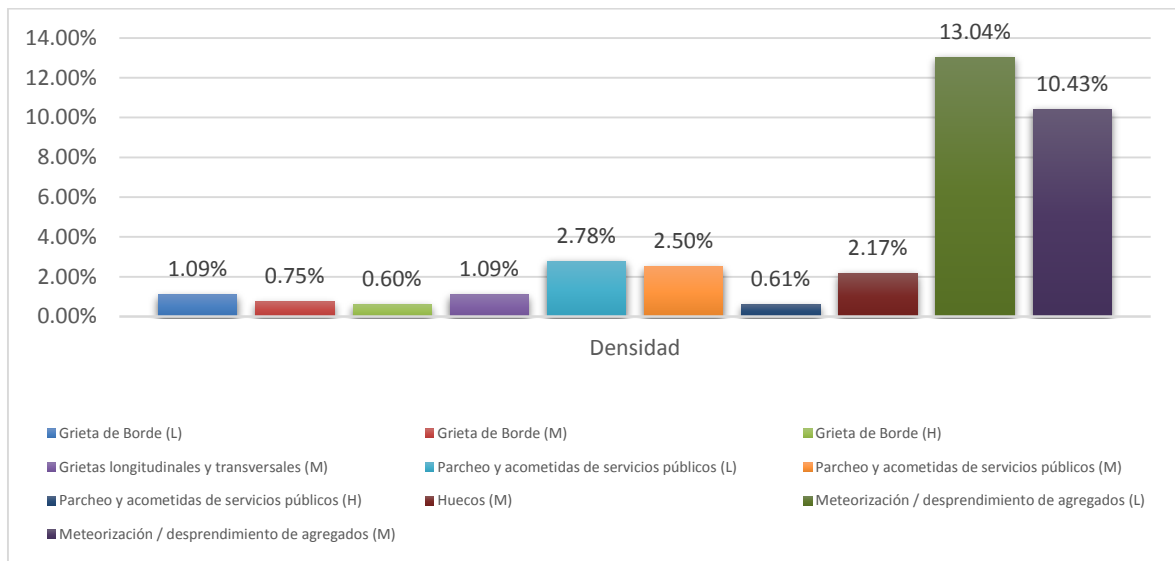
La unidad de muestra 12, corresponde tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 56:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 12-Tramo 02

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX						
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela						
Pavimentos asfálticos						
Archivo	:		Tramo 02.csv			
Código vía	:		2			
Fecha inspección	:		24/02/2018			
Abscisa inicial	:		K0+487.00			
Abscisa final	:		K0+533.00			
Unidad	:		012			
Área unidad -m²	:		230.00			
Daño	(severidad)	unidad	Cantidad	Densidad(%)	valor deducido	
07.Grieta de borde	(L)	- m :	002.50	001.09	001.7	
07.Grieta de borde	(M)	- m :	001.72	000.75	005.0	
07.Grieta de borde	(H)	- m :	001.38	000.60	008.4	
10.Grieta long/tran	(M)	- m :	002.50	001.09	002.6	
11.Parqueo-acometida	(L)	- m²:	006.40	002.78	006.1	
11.Parqueo-acometida	(M)	- m²:	005.75	002.50	015.9	
11.Parqueo-acometida	(H)	- m²:	001.40	000.61	015.9	
13.Huecos	(M)	- un:	005.00	002.17	046.7	
19.Desprendimiento	(L)	- m²:	030.00	013.04	005.9	
19.Desprendimiento	(M)	- m²:	024.00	010.43	018.1	
Número de deducidos: 10						
Daño	valor deducido					
13.Huecos	(M)	046.7				
19.Desprendimiento	(M)	018.1				
11.Parqueo-acometida	(M)	015.9				
11.Parqueo-acometida	(H)	015.9				
07.Grieta de borde	(H)	008.4				
11.Parqueo-acometida	(L)	006.1				
19.Desprendimiento	(L)	005.9				
07.Grieta de borde	(M)	005.0				
10.Grieta long/tran	(M)	002.6				
07.Grieta de borde	(L)	001.7				
valor deducido más alto				: 046.7		
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras):				05.90		
PCI Sección				: 041 Regular		

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 57: Densidad de fallas de la UM 12-Tramo 02**



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra 12 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Parche (11), grieta de borde (07) y Desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Grieta de borde (07), grieta longitudinal (10), parche (11), hueco (13) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Grieta de borde (07) y parche (11).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad bajo (L) y media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (13.47%) seguida de la falla parche que tiene una menor densidad (5.89%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 46.7, dando como resultado un índice de 41 que corresponde a un pavimento Regular.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y parcheo, para eliminar las fallas, peladura y parches que es la que más afectan al pavimento.

**e) Unidad de muestra 13 (UM-13)**

La unidad de muestra 13, corresponde tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 58:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 13-Tramo 02

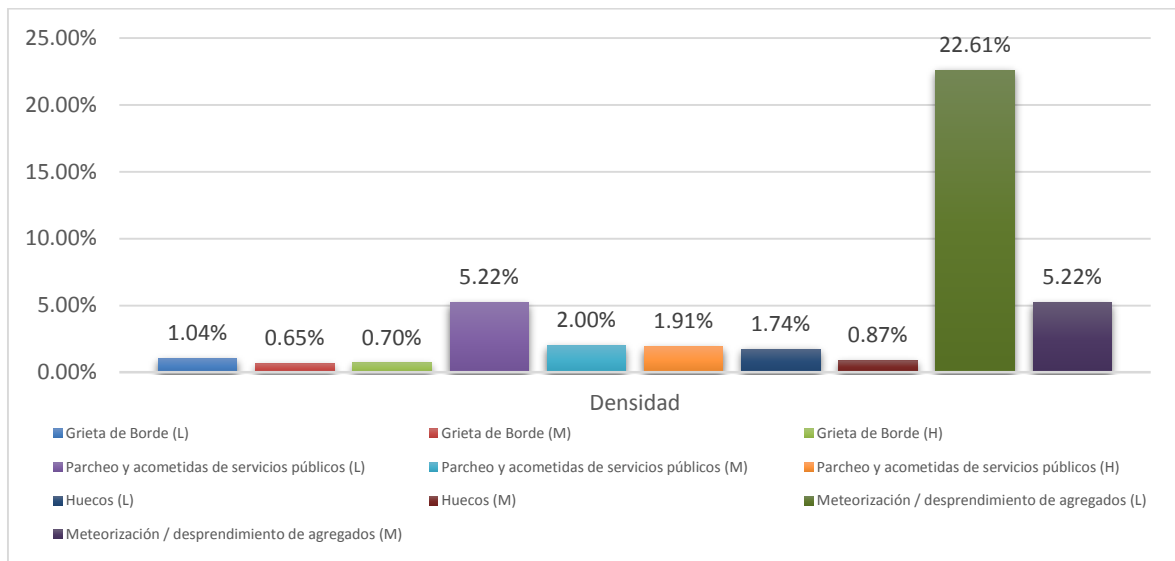
```

=====
PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      Tramo 02.csv
Código vía   :      2
Fecha inspección :      25/02/2018
Abscisa inicial :      K0+533.00
Abscisa final  :      K0+579.00
Unidad       :      013
Área unidad -m² :      230.00
=====
Daño      (severidad)  unidad  Cantidad      Densidad(%)  valor deducido
=====
07.Grieta de borde (L) - m :      002.40      001.04      001.7
07.Grieta de borde (M) - m :      001.50      000.65      004.7
07.Grieta de borde (H) - m :      001.60      000.70      008.6
11.Parqueo-acometida(L) - m²:      012.00      005.22      010.3
11.Parqueo-acometida(M) - m²:      004.60      002.00      014.3
11.Parqueo-acometida(H) - m²:      004.40      001.91      025.5
13.Huecos (L) - un:      004.00      001.74      027.5
13.Huecos (M) - un:      002.00      000.87      029.0
19.Desprendimiento (L) - m²:      052.00      022.61      008.6
19.Desprendimiento (M) - m²:      012.00      005.22      013.7
=====
Número de deducidos: 10
=====
Daño      valor deducido
=====
13.Huecos (M)      029.0
13.Huecos (L)      027.5
11.Parqueo-acometida(H)      025.5
11.Parqueo-acometida(M)      014.3
19.Desprendimiento (M)      013.7
11.Parqueo-acometida(L)      010.3
07.Grieta de borde (H)      008.6
19.Desprendimiento (L)      008.6
07.Grieta de borde (M)      004.7
07.Grieta de borde (L)      001.7
=====
Valor deducido más alto : 029.0
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 07.52
=====
PCI Sección : 038 Malo

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 59:** Densidad de fallas de la UM 13-Tramo 02



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra 13 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Grieta de borde (07), parche (11), hueco (13) y Desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Grieta de borde (07), parche (11), hueco (13) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Grieta de borde (07) y parche (11).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad bajo (L) y media (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (27.83%) seguida de la falla parche que tiene una menor densidad (9.13%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 29.0, dando como resultado un índice de 38 que corresponde a un pavimento Malo.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga) y parcheo, para eliminar las fallas, peladura y parches que es la que más afectan al pavimento.

**f) Unidad de muestra 14 (UM-14)**

La unidad de muestra 14, corresponde tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 60:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 14-Tramo 02

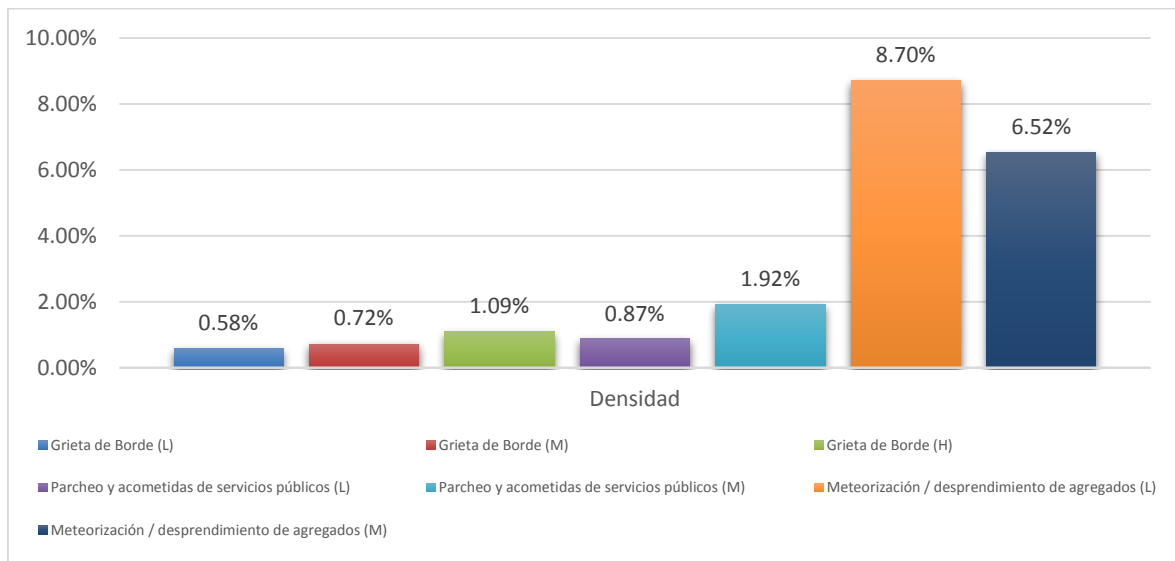
```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      Tramo 02.csv
Código vía   :      2
Fecha inspección : 25/02/2018
Abscisa inicial : K0+579.00
Abscisa final  : K0+625.00
Unidad       :      014
Área unidad -m² : 230.00
=====
Daño      (severidad)  unidad  Cantidad  Densidad(%)  valor deducido
=====
07.Grieta de borde (L) - m : 001.33  000.58  001.3
07.Grieta de borde (M) - m : 001.65  000.72  004.9
07.Grieta de borde (H) - m : 002.50  001.09  009.3
11.Parqueo-acometida(L) - m²: 002.00  000.87  002.0
11.Parqueo-acometida(M) - m²: 004.41  001.92  014.0
19.Desprendimiento (L) - m²: 020.00  008.70  004.5
19.Desprendimiento (M) - m²: 015.00  006.52  015.1
=====
Número de deducidos: 7
=====
Daño      valor deducido
=====
19.Desprendimiento (M)  015.1
11.Parqueo-acometida(M)  014.0
07.Grieta de borde (H)  009.3
07.Grieta de borde (M)  004.9
19.Desprendimiento (L)  004.5
11.Parqueo-acometida(L)  002.0
07.Grieta de borde (L)  001.3
=====
valor deducido más alto : 015.1
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 08.79
=====
PCI Sección : 057 Bueno

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 61:** Densidad de fallas de la UM 14-Tramo 02



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra 14 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Grieta de borde (07), parche (11) y Desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Grieta de borde (07), parche (11) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Grieta de borde (07).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad bajo (L), media (M) y alto (H).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (15.22%) seguida de la falla Grieta de borde que tiene una menor densidad (2.39%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 15.1, dando como resultado un índice de 57 que corresponde a un pavimento Bueno.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga), para eliminar las fallas, peladura y grietas de borde que son las que más afectan al pavimento.

**g) Unidad de muestra 15 (UM-15)**

La unidad de muestra 15, corresponde tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 62:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 15-Tramo 02

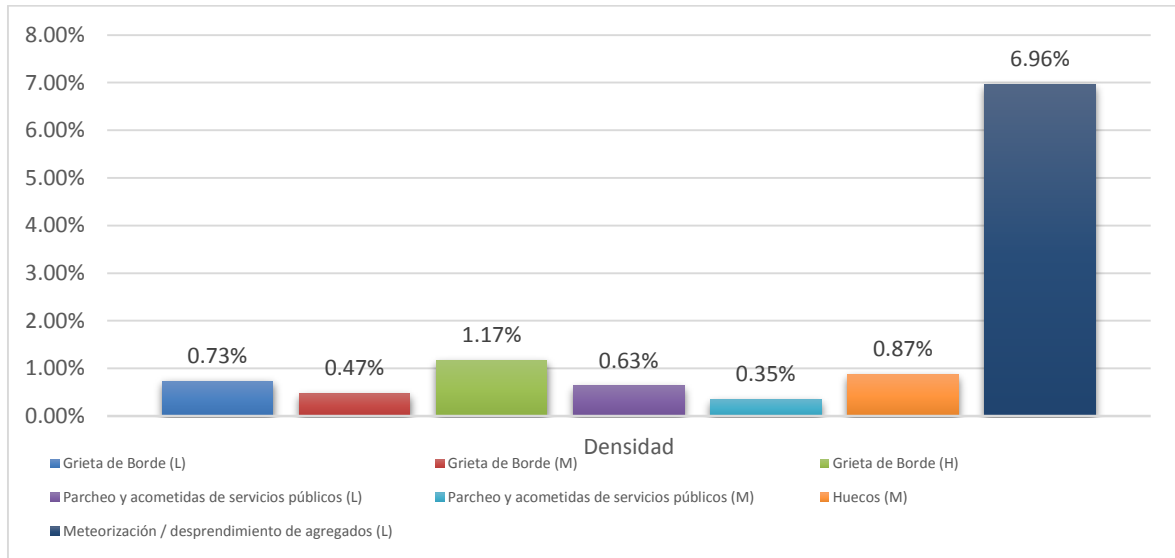
```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
Archivo      :      Tramo 02.csv
Código vía   :      2
Fecha inspección :      25/02/2018
Abscisa inicial :      K0+625.00
Abscisa final  :      K0+671.00
Unidad       :      015
Área unidad -m² :      230.00
=====
Daño      (severidad)  unidad  Cantidad      Densidad(%)  valor deducido
=====
07.Grieta de borde (L) - m :      001.67      000.73      001.4
07.Grieta de borde (M) - m :      001.09      000.47      004.2
07.Grieta de borde (H) - m :      002.70      001.17      009.4
11.Parqueo-acometida(L) - m²:      001.44      000.63      001.5
11.Parqueo-acometida(M) - m²:      000.81      000.35      005.6
13.Huecos (M) - un:      002.00      000.87      029.0
19.Desprendimiento (L) - m²:      016.00      006.96      004.0
=====
Número de deducidos: 7
=====
Daño      valor deducido
=====
13.Huecos (M)      029.0
07.Grieta de borde (H)      009.4
11.Parqueo-acometida(M)      005.6
07.Grieta de borde (M)      004.2
19.Desprendimiento (L)      004.0
11.Parqueo-acometida(L)      001.5
07.Grieta de borde (L)      001.4
=====
valor deducido más alto : 029.0
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 07.52
=====
PCI Sección : 059 Bueno

```

**Fuente:** UnalPCIA

**Figura N° 63:** Densidad de fallas de la UM 15-Tramo 02



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra 15 tiene 230,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Grieta de borde (07), parche (11) y Desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Grieta de borde (07), parche (11) y huecos (13).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Grieta de borde (07).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad bajo (L).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (6.96%) seguida de la falla Grieta de borde que tiene una menor densidad (2.37%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 29.0, dando como resultado un índice de 59 que corresponde a un pavimento Bueno.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga), para eliminar las fallas, peladura y grietas de borde que son las que más afectan al pavimento.



#### h) Unidad de muestra 16 (UM-16)

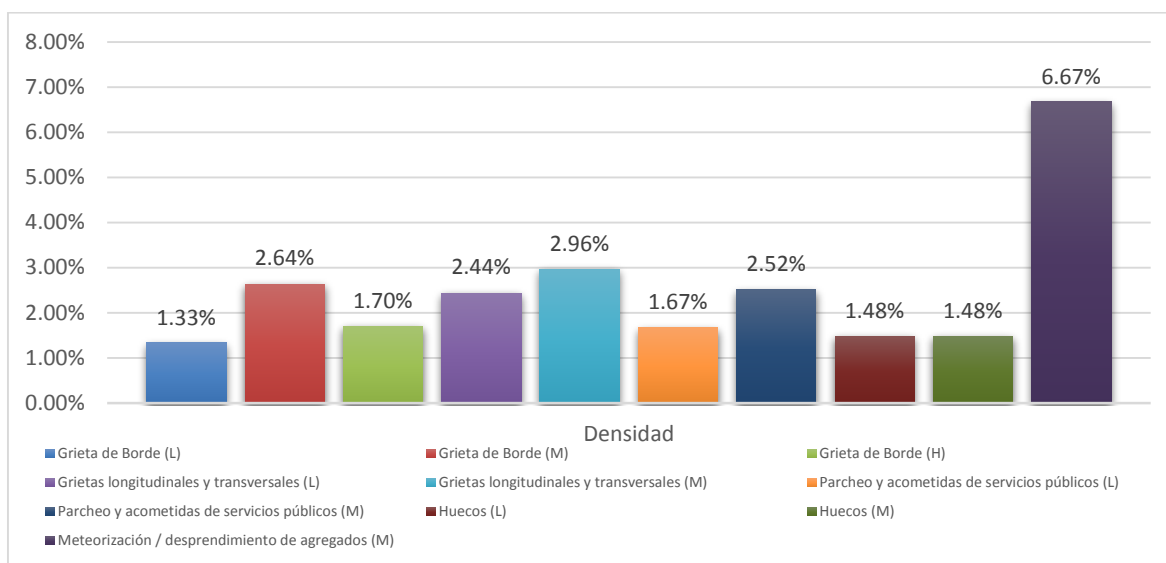
La unidad de muestra 16, corresponde tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.

**Figura N° 64:** Archivo .txt de la Unidad de Muestra 16-Tramo 02

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX					
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela					
Pavimentos asfálticos					
Archivo	:	Tramo 02.csv			
Código vía	:	2			
Fecha inspección	:	25/02/2018			
Abscisa inicial	:	K0+671.00			
Abscisa final	:	K0+698.00			
Unidad	:	016			
Área unidad -m²	:	135.00			
Daño	(severidad)	unidad	Cantidad	Densidad(%)	valor deducido
07.Grieta de borde	(L)	- m :	001.80	001.33	001.9
07.Grieta de borde	(M)	- m :	003.56	002.64	008.0
07.Grieta de borde	(H)	- m :	002.30	001.70	010.0
10.Grieta long/tran	(L)	- m :	003.30	002.44	001.0
10.Grieta long/tran	(M)	- m :	004.00	002.96	006.9
11.Parqueo-acometida	(L)	- m²:	002.25	001.67	003.7
11.Parqueo-acometida	(M)	- m²:	003.40	002.52	016.0
13.Huecos	(L)	- un:	002.00	001.48	025.0
13.Huecos	(M)	- un:	002.00	001.48	038.3
19.Desprendimiento	(M)	- m²:	009.00	006.67	015.3
Número de deducidos: 10					
Daño			valor deducido		
13.Huecos	(M)		038.3		
13.Huecos	(L)		025.0		
11.Parqueo-acometida	(M)		016.0		
19.Desprendimiento	(M)		015.3		
07.Grieta de borde	(H)		010.0		
07.Grieta de borde	(M)		008.0		
10.Grieta long/tran	(M)		006.9		
11.Parqueo-acometida	(L)		003.7		
07.Grieta de borde	(L)		001.9		
10.Grieta long/tran	(L)		001.0		
valor deducido más alto					: 038.3
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras):					06.67
PCI Sección					: 041 Regular

Fuente: UnalPCIA

**Figura N° 65:** Densidad de fallas de la UM 16-Tramo 02



**Fuente:** Elaboración Propia

La unidad de muestra 15 tiene 135,00 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 02 de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Grieta de borde, grieta longitudinal (10), (07), parche (11) y huecos (13).

Las fallas encontradas con nivel de severidad medio fueron: Grieta de borde, grieta longitudinal (10), (07), parche (11), huecos (13) y desprendimiento (19).

Las fallas encontradas con nivel de severidad alto fueron: Grieta de borde (07).

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la Meteorización / desprendimiento de agregados (19) que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en un área pronunciada y se presenta en un nivel de severidad medio (M).

Además vemos que la falla Meteorización / desprendimiento de agregados (19), se presenta en mayor densidad (6.67%) seguida de la falla Grieta de borde que tiene una menor densidad (5.67%)

Luego se obtiene como máximo valor deducido corregido 38.3, dando como resultado un índice de 41 que corresponde a un pavimento Regular.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga), para eliminar las fallas, peladura y grietas de borde que son las que más afectan al pavimento.

#### 4.2. Resumen y discusión de resultados tramo 01 y tramo 02.

Se ha determinado cuadros, tablas y gráficos con el resumen de los resultados, a continuación lo detallamos con su respectivo análisis.

**Tabla N° 7:** Resumen de Resultados PCI de los tramos 01 y 02

TRAMOS	UNIDAD DE MUESTRA	ABS Inic	ABS Fin	SECCIÓN	AREA	PCI - UM	DESCRIPCIÓN
1	U1	0.00	46.00	1	230	58	BUENO
1	U2	46.00	92.00	1	230	49	REGULAR
1	U3	92.00	138.00	1	230	50	REGULAR
1	U4	138.00	184.00	1	230	46	REGULAR
1	U5	184.00	230.00	1	230	42	REGULAR
1	U6	230.00	276.00	1	230	40	MALO
1	U7	276.00	322.00	1	230	37	MALO
1	U8	322.00	349.00	1	135	32	MALO
TRAMO 01: TIENE UN PCI PROMEDIO						<b>44</b>	<b>REGULAR</b>
2	U9	349.00	395.00	1	230	66	BUENO
2	U10	395.00	441.00	1	230	57	BUENO
2	U11	441.00	487.00	1	230	46	REGULAR
2	U12	487.00	533.00	1	230	41	REGULAR
2	U13	533.00	579.00	1	230	38	MALO
2	U14	579.00	625.00	1	230	57	BUENO
2	U15	625.00	671.00	1	230	59	BUENO
2	U16	671.00	698.00	1	135	41	REGULAR
TRAMO 02: TIENE UN PCI PROMEDIO						<b>51</b>	<b>REGULAR</b>
<b>EL PAVIMENTO DE LA VIA TIENE UN PCI TOTAL PROMEDIO: (TRAMO 01 Y 02)</b>						<b>47</b>	<b>REGULAR</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

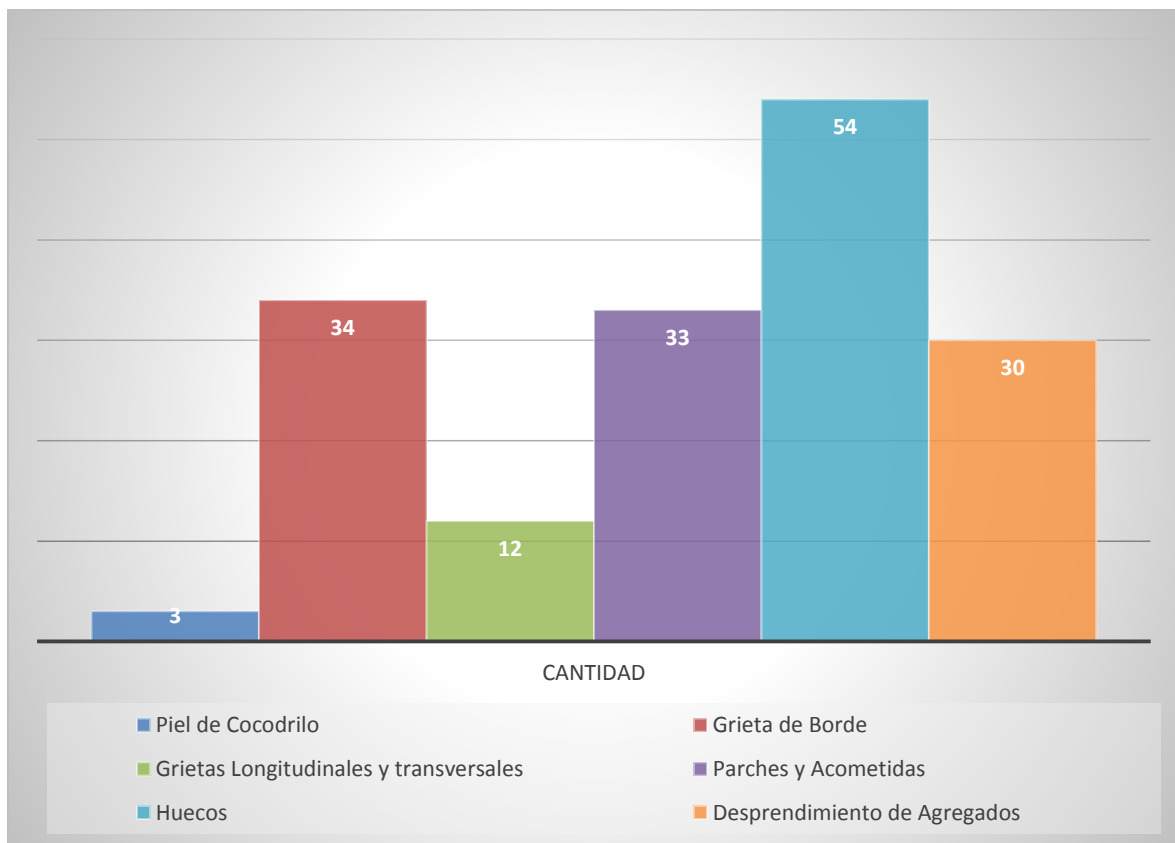
Notamos el estado en que se encuentra el pavimento flexible de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad. Se realizó la inspección de un total de 16 unidades de muestra (tramo 01=08 UM y tramo 02=08UM) obteniendo, un PCI promedio en el tramo 01 de 44 y un PCI promedio en el tramo 02 de 51, finalmente el pci promedio total es de 47 que corresponde un nivel de severidad Regular.

**Tabla N° 8:** Numero de fallas según su tipo - tramos 01 y 02

<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Piel de Cocodrilo	3
Grieta de Borde	34
Grietas Longitudinales y transversales	12
Parches y Acometidas	33
Huecos	54
Desprendimiento de Agregados	30

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura N° 66:** Numero de fallas según su tipo-Tramo 02



**Fuente:** Elaboración Propia.

Realizando un resumen de todas las fallas inspeccionadas a lo largo de los dos tramos en estudio, encontramos un total de 166 fallas, de las cuales tenemos, piel de cocodrilo 03, grieta de borde 34, grietas longitudinales y transversales 12, parches y acometidas 33, huecos 54 y desprendimiento de agregados 30.

**Tabla N° 9:** Unidades de muestra y su condición de los tramos 01 y 02

TRAMO	UNIDAD DE MUESTRA	ABS I	ABS F	SECCIÓN	AREA	PCI - UM	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
1	U1	0.00	46.00	1	230	58	BUENO	7.64%
1	U2	46.00	92.00	1	230	49	REGULAR	6.46%
1	U3	92.00	138.00	1	230	50	REGULAR	6.59%
1	U4	138.00	184.00	1	230	46	REGULAR	6.06%
1	U5	184.00	230.00	1	230	42	REGULAR	5.53%
1	U6	230.00	276.00	1	230	40	MALO	5.27%
1	U7	276.00	322.00	1	230	37	MALO	4.87%
1	U8	322.00	349.00	1	135	32	MALO	4.22%
2	U9	349.00	395.00	1	230	66	BUENO	8.70%
2	U10	395.00	441.00	1	230	57	BUENO	7.51%
2	U11	441.00	487.00	1	230	46	REGULAR	6.06%
2	U12	487.00	533.00	1	230	41	REGULAR	5.40%
2	U13	533.00	579.00	1	230	38	MALO	5.01%
2	U14	579.00	625.00	1	230	57	BUENO	7.51%
2	U15	625.00	671.00	1	230	59	BUENO	7.77%
2	U16	671.00	698.00	1	135	41	REGULAR	5.40%

**Fuente:** Elaboración Propia.

Notamos que el pavimento flexible analizado se encuentra en condición malo, regular y bueno, claramente cada unidad de muestra presenta su condición y su respectivo porcentaje de representación respecto al total de los tramos,

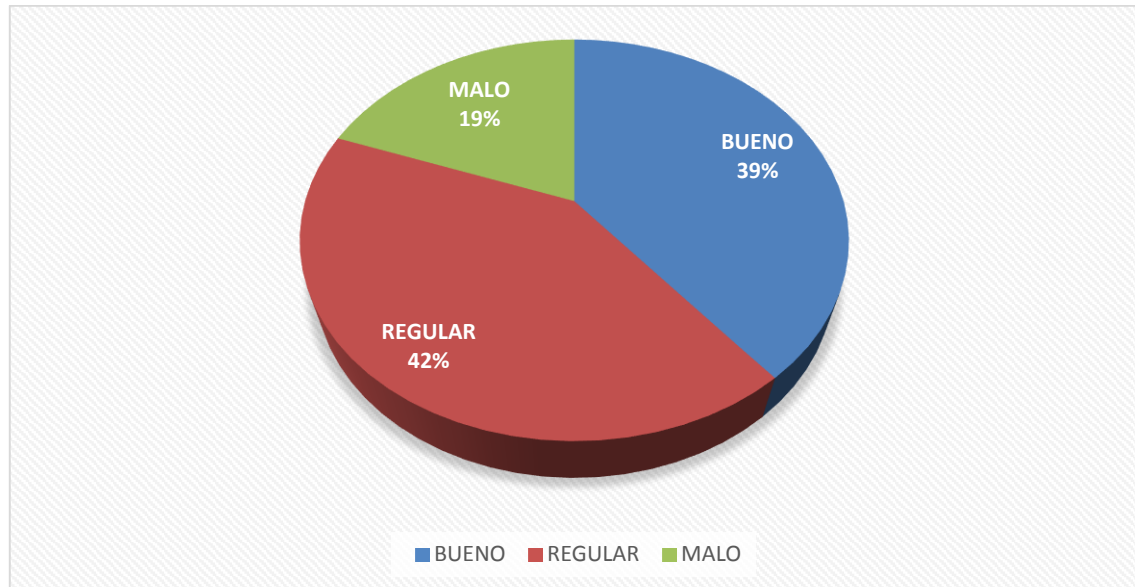
**Tabla N° 10:** Resumen Unidades de muestra y su condición (%) de los tramos 01 y 02

CONDICION	%
BUENO	39.13
REGULAR	41.5
MALO	19.37

**Fuente:** Elaboración Propia.

Encontramos tres tipos de condiciones de pavimento, a lo largo de los dos tramos inspeccionados, no encontramos las siguientes condiciones: fallado (PCI entre 0 a 10), muy malo (PCI entre 10 a 25), muy bueno (PCI de 70 a 85), excelente (PCI de 85 a 100).

**Figura N° 67:** Unidades de muestra y su condición expresada en porcentaje



**Fuente:** Elaboración Propia.

Haciendo una agrupación de unidades de muestra según su condición tenemos, el 19% del total de unidades de muestra inspeccionadas representa un estado de pavimento malo, esta condición tiene un PCI entre 25 y 40, seguidamente tenemos el 39 % del total de unidades de muestra inspeccionadas representa un estado de pavimento bueno, esta condición tiene un PCI entre 55 y 70, finalmente tenemos que el 42 % del total de unidades de muestra inspeccionadas representa un estado de pavimento regular, esta condición tiene un PCI entre 40 y 55.

Por lo tanto, podemos afirmar, que la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, a lo largo de los 02 tramos, 698 metros lineales inspeccionados, tiene un pavimento regular (de PCI promedio igual a 47, incluyendo a todas las 16 UM). El mayor valor de PCI lo tiene la UM-09, en el tramo 02, igual a 66, condición buena y el menor valor de PCI lo tiene la UM- 08, en el tramo 01, igual a 32, condición mala. La falla con mayor densidad es Meteorización / desprendimiento de agregados (19), la falla más frecuente es huecos (13).

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- La Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, ciudad de Cajamarca 2018, luego de realizar la inspección visual a lo largo de los tramos 01 y 02, mediante el método PCI (Índice de condición del Pavimento), presenta un estado REGULAR, esto se debe, al valor de PCI de 47, según la escala de evaluación del PCI anteriormente mencionada, por lo tanto, tenemos una contrastación de los resultados con la hipótesis, eso quiere decir que hemos comprobado la hipótesis planteada en la presente investigación.
- El aporte científico de la investigación se plasma, en que, utilizando el método PCI encontramos la condición real del pavimento flexible, de una manera sencilla y económica, el cual nos permite proponer alternativas de solución para recuperar las vías, al mismo tiempo, debido al estado Regular que presenta el tramo en estudio, la circulación de vehículos es normal, pero no adecuada, ya que, conductores y pasajeros se perjudican al recorrer el mencionado tramo.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar un estudio de los factores que ocasionan las fallas encontradas en la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad.
- Para la condición de pavimento determinada luego de la inspección visual en las unidades de muestra de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, que es regular, recomendamos una intervención con un mantenimiento periódico de la vía.
- El mantenimiento periódico se debe aplicar mediante: limpieza y sellado de grietas, riego asfáltico (riego de liga), bacheo y reemplazo de parches, con dicha intervención de forma periódica se soluciona la problemática que presenta la vía, según su condición de pavimento.
- A las autoridades competentes, (Municipalidad Provincial de Cajamarca), Se recomienda un monitoreo continuo a la vía, mediante el método del PCI, lo cual, nos permitiría establecer un escala de deterioro del pavimento, esto nos permitiría establecer una intervención anticipada de acuerdo a las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía.

### 5.3. REFERENCIAS

- ASTM International, D. 6. (2008). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. United States.
- Leguía Loarte, P. B., & Pacheco Risco, H. F. (2016). *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU (HUACHO-HUAURA-LIMA)*. Tesis de Grado, Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Lina Mercedes, M. E., Laura Cristina, G. V., & Jessyca, M. G. (2012). *Diseño de Pavimento Flexible y Rígido*. Armenia.
- Lizcano, F. A. (2003). *Diseño Racional de Pavimentos*. Bogotá: CEJA.
- Medina, A. &. (2015). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible*. Tesis de Grado, Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Menéndez, J. R. (2003). *Mantenimiento de Caminos Rutinario con MicroEmpresas*. Lima: Organización Internacional del Trabajo 2003.
- Miranda, R. (2010). *Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos*. Tesis de Grado, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Montejo Fonseca, A. (2002). *INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS*. Bogotá: Agora Editores.
- Rabanal Pajares, J. E. (2014). *Análisis del Estado de Conservación del Pavimento Flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el Método del Índice de Condición del Pavimento, Cajamarca - 2014*. Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Rodríguez Mineros, C. E., & Rodríguez Molina, J. A. (2004). *EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES*. Tesis de Grado, Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Rodríguez Velásquez, E. D. (2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla*. Tesis de Grado, Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Sierra, C. &. (2016). *Aplicación y Comparación de las Diferentes Metodologías de Diagnostico para la Conservacion y Mantenimiento del tramo PR 00+000 - PR 01+020 de la vía al Llano (DG 78 Bis Sur - Calle 84 Sur) en la UPZ Yomasa*. Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Vásquez Valera, L. R. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras; Instructivo para el Manejo del Software UnalPCI para el Cálculo Automatizado del Pavement Condition Index*. Manizales Colombia.



#### 5.4. ANEXOS

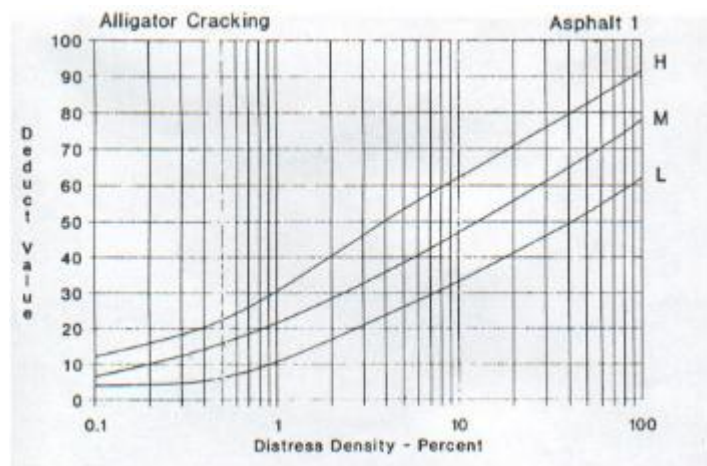
**ANEXO N° 01: Formatos de campo utilizados.**

MÉTODO PCI						ESQUEMA:				
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
VÍA:		AV. MÁRTIRES DE UCHURACCAY, ENTRE EL JR. EMANCIPACIÓN Y EL PSJE. LIBERTAD				SECCIÓN:	1	UNIDAD DE MUESTRA:		
EJECUTOR:	Cerquin Briones, Gonzalo, Suárez Becerra, Germán				FECHA:	23/02/2018	ÁREA: M2	230.00		
1. PIEL DE COCODRILO	6. DEPRESIÓN	11. PARCHES		16. DESPLAZAMIENTO						
2. EXUDACIÓN	7. GRIETA DE BORDE	12. AGREGADO PULIDO.		17. FISURA PARABÓLICA O POR DESLIZAMIENTO						
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	13. HUECOS		18. HINCHAMIENTO						
4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	9. DESNIVEL CARRIL- BERMA	14. CRUCE DE VIA FERREA		19. PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS						
5. CORRUGACIÓN	10. GRIETA LONG. Y TRANSV.	15. AHUELLAMIENTO								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		

## ANEXO N° 02: Valores y curvas de valores deducidos de fallas.

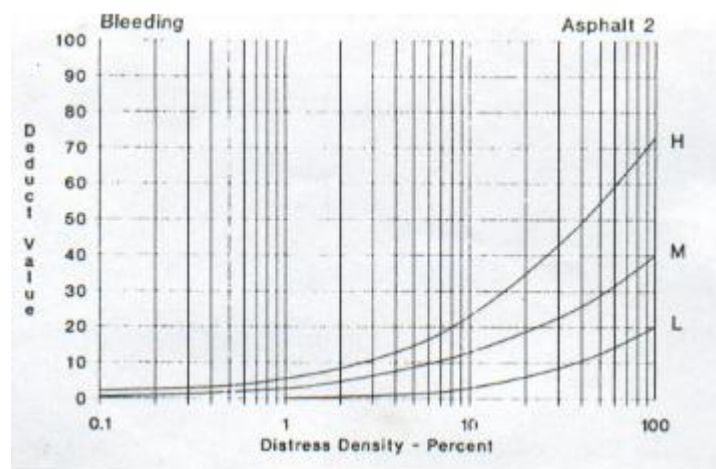
- Piel de Cocodrilo

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60



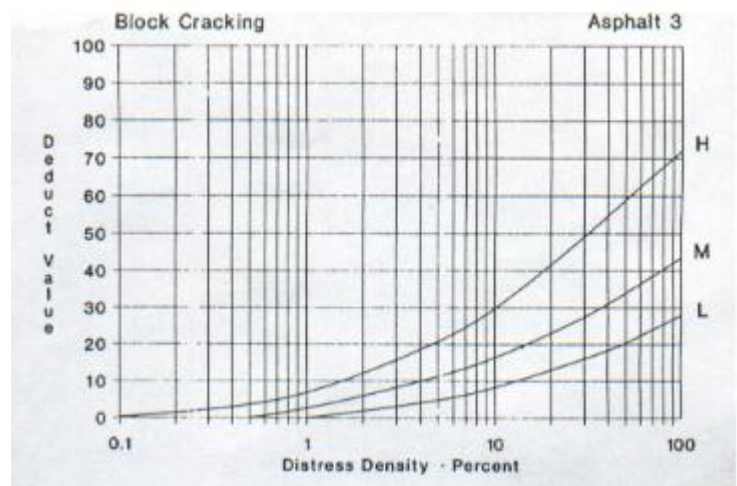
- Exudación

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	2.20
0.20	-	0.80	2.70
0.30	-	1.40	3.10
0.40	-	1.80	3.50
0.50	-	2.10	3.90
0.60	-	2.40	4.30
0.70	-	2.60	4.70
0.80	-	2.80	5.10
0.90	-	2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	18.20
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	23.00
20.00	5.90	18.30	34.10
30.00	8.20	22.40	41.60
40.00	10.30	25.80	47.90
50.00	12.40	28.80	53.40
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	16.20	34.00	63.00
80.00	18.10	36.40	67.30
90.00	19.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	75.10



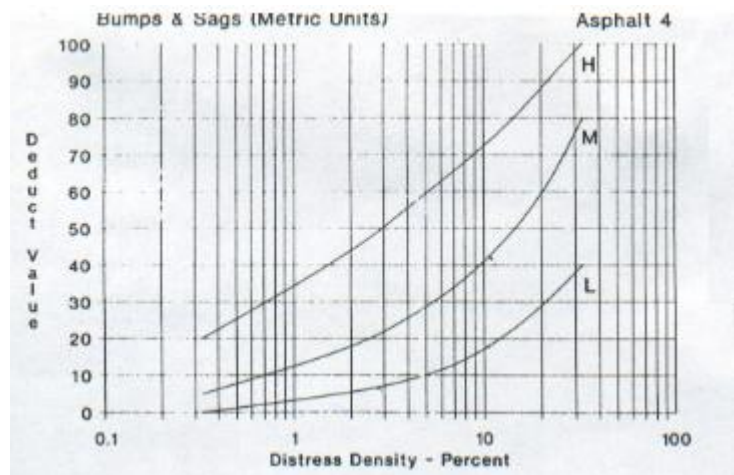
- Agrietamiento en Bloque.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	0.20
0.20	-	-	0.90
0.30	-	-	1.70
0.40	-	-	2.40
0.50	-	-	3.20
0.60	-	0.40	3.90
0.70	-	0.80	4.70
0.80	-	1.20	5.40
0.90	-	1.50	6.20
1.00	-	1.70	7.00
2.00	1.30	5.80	11.10
3.00	2.90	8.20	14.30
4.00	4.10	10.00	17.00
5.00	5.00	11.30	19.50
6.00	5.70	12.50	21.90
7.00	6.30	13.40	24.00
8.00	6.90	14.20	26.10
9.00	7.40	14.90	28.00
10.00	8.00	16.00	29.50
20.00	13.10	22.90	39.60
30.00	16.50	28.00	46.40
40.00	19.00	31.10	51.90
50.00	20.90	33.80	56.60
60.00	22.40	35.90	60.80
70.00	23.70	37.70	64.60
80.00	24.80	39.30	68.00
90.00	25.80	40.70	71.20
100.00	26.70	42.00	74.20



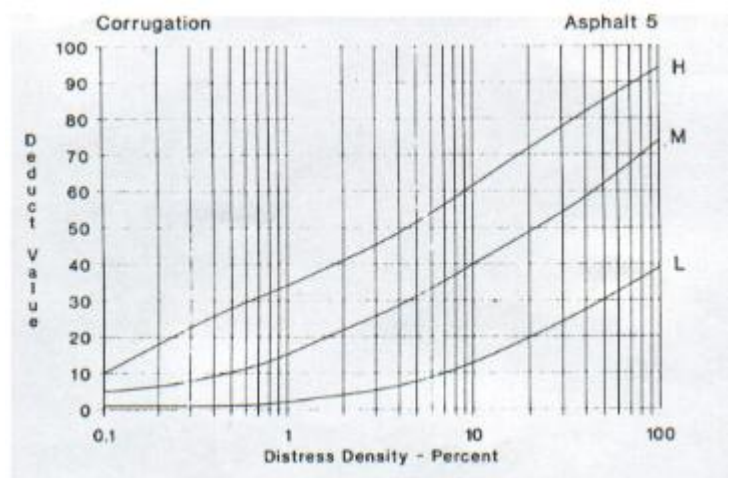
- Abultamientos (BUMPS) y Hundimientos (SAGS).

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00	-	-	-
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-



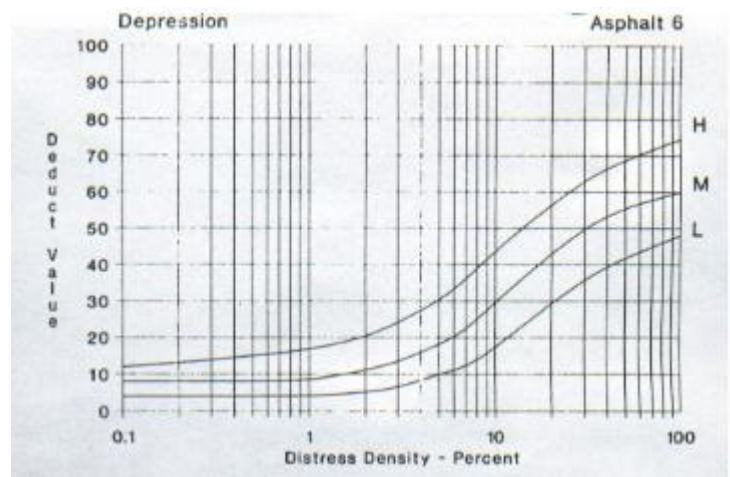
- Corrugación.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80



- Depresión.

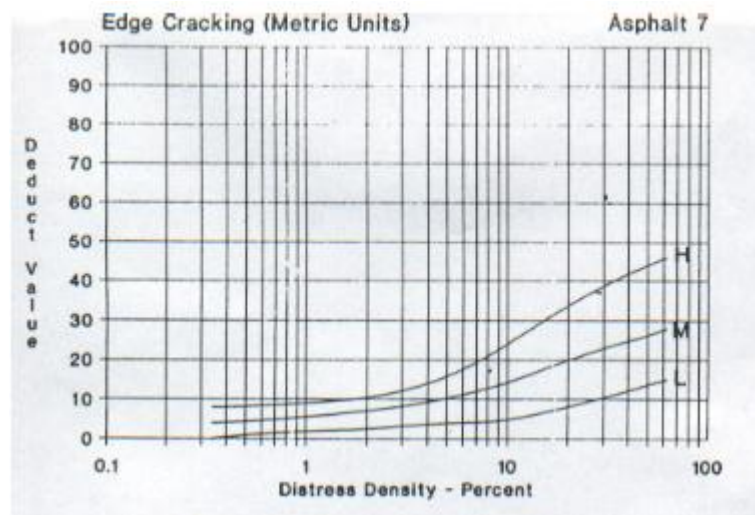
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50





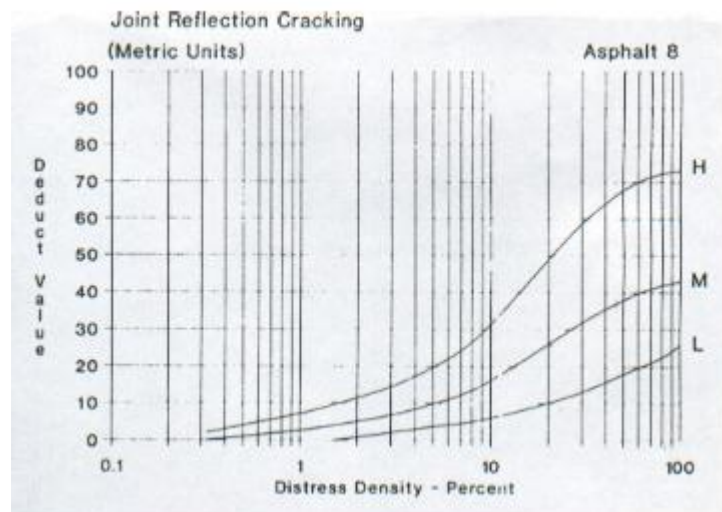
- Grieta de Borde.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.70	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-



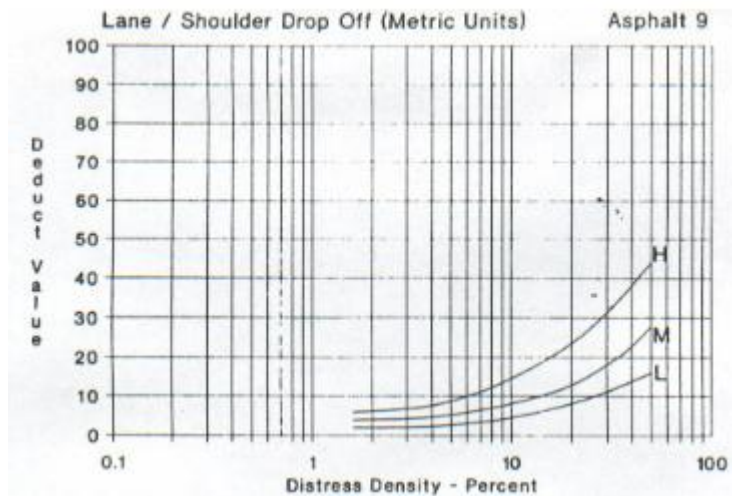
- Grieta de Reflexión de Junta.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	1.60	2.80
0.50	-	1.80	4.00
0.60	-	2.00	5.00
0.70	-	2.10	5.80
0.80	-	2.30	6.50
0.90	-	2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.70
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.40	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30



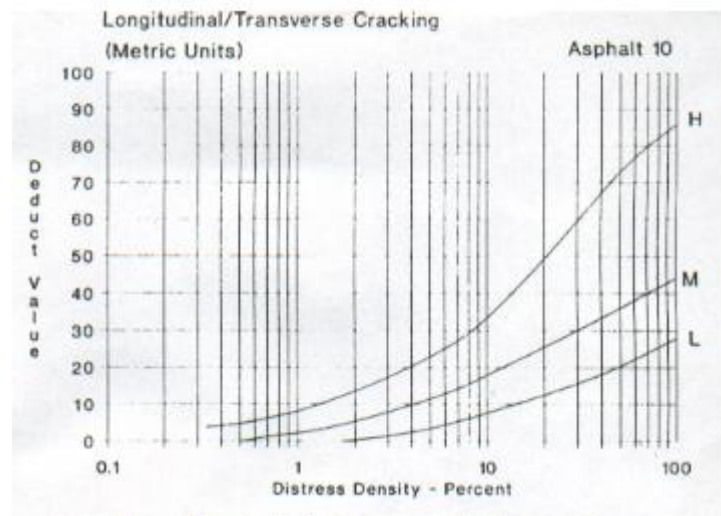
- Desnivel Carril/Berma.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	-	-	-
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.60
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-



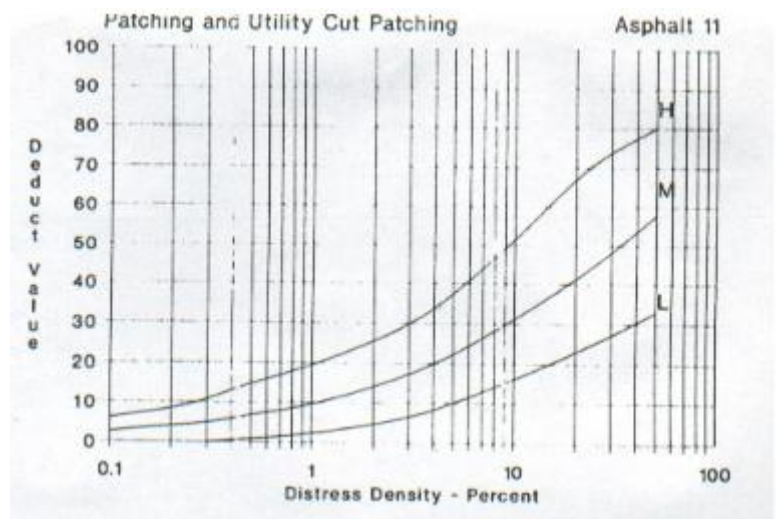
- Grietas longitudinales y transversales

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	4.30
0.50	-	-	4.90
0.60	-	1.40	5.60
0.70	-	1.70	6.20
0.80	-	1.90	6.70
0.90	-	2.10	7.30
1.00	-	2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50



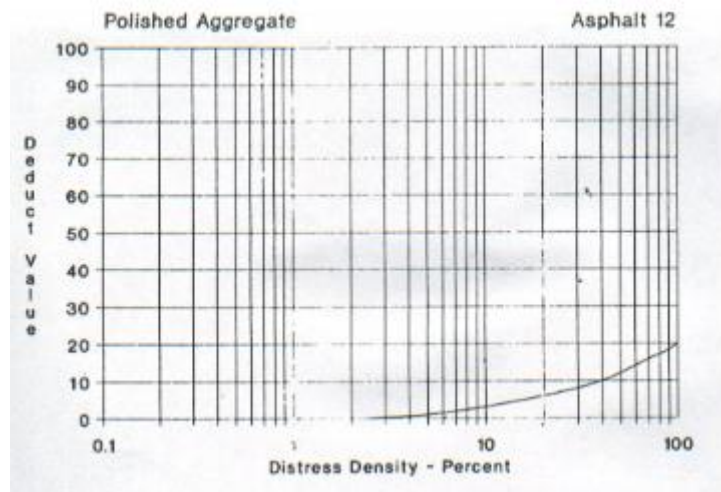
- Parcheo y acometidas de servicios públicos.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	3.70	6.50
0.20	-	4.50	9.20
0.30	-	5.20	11.20
0.40	-	6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.40
1.00	2.30	10.10	19.40
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-



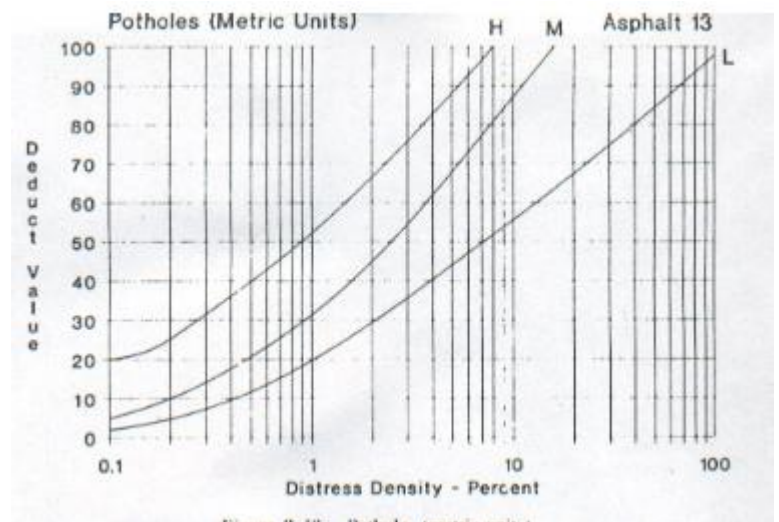
- Pulimiento de agregados.

Densidad	Valor Deducido B M A
0.10	-
0.20	-
0.30	-
0.40	-
0.50	-
0.60	-
0.70	-
0.80	-
0.90	-
1.00	-
2.00	-
3.00	-
4.00	0.50
5.00	1.20
6.00	1.80
7.00	2.30
8.00	2.80
9.00	3.10
10.00	3.50
20.00	6.50
30.00	8.30
40.00	10.10
50.00	11.80
60.00	13.60
70.00	15.40
80.00	17.10
90.00	18.90
100.00	20.70



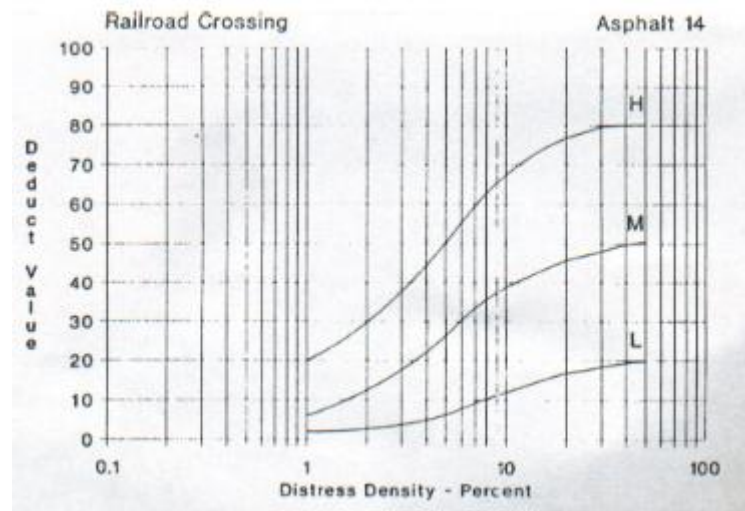
- Huecos.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.00
9.00	53.30	82.00	-
10.00	55.00	86.50	-
15.00	62.00	100.00	-
30.00	74.30	-	-
40.00	79.50	-	-
50.00	83.60	-	-
60.00	87.00	-	-
70.00	89.80	-	-
80.00	92.20	-	-
90.00	94.40	-	-
100.00	96.30	-	-



- Cruce de Vía Férrea.

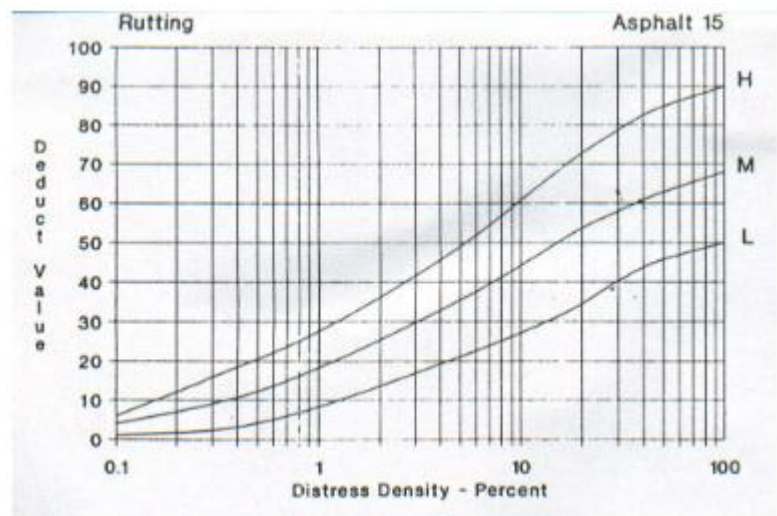
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	2.00	6.50	21.20
2.00	3.20	12.10	30.60
3.00	4.40	17.20	37.90
4.00	5.60	22.20	44.20
5.00	6.80	27.00	49.70
6.00	8.00	31.70	54.70
7.00	9.20	35.00	59.40
8.00	10.50	36.80	63.80
9.00	11.70	37.70	66.00
10.00	13.10	38.60	68.00
20.00	16.50	44.50	75.60
30.00	18.50	48.00	78.90
40.00	19.90	50.40	81.20
50.00	20.90	52.30	83.10
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-





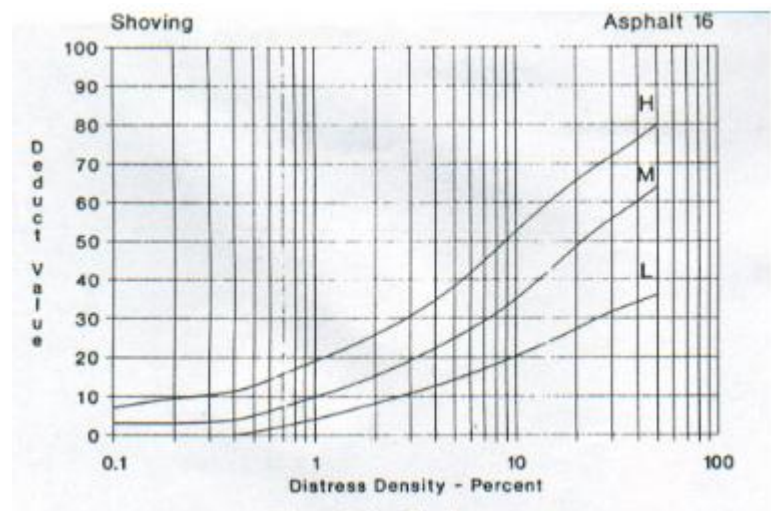
- Ahuellamiento.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.80	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90



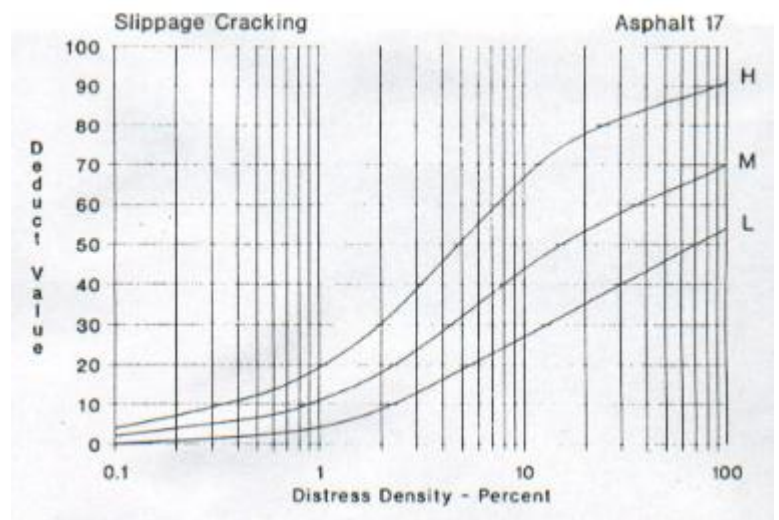
- Desplazamiento.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	2.20	8.00
0.20	-	3.10	9.63
0.30	-	4.00	10.70
0.40	-	4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.60	14.60
0.70	2.80	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.60
1.00	4.60	10.50	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.60	19.00	31.20
4.00	13.00	22.10	35.40
5.00	14.90	24.80	39.00
6.00	16.50	27.30	42.30
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.50
10.00	21.30	35.60	53.10
20.00	28.00	49.30	65.20
30.00	31.90	55.90	72.30
40.00	34.60	60.50	77.30
50.00	36.80	64.10	81.20
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-



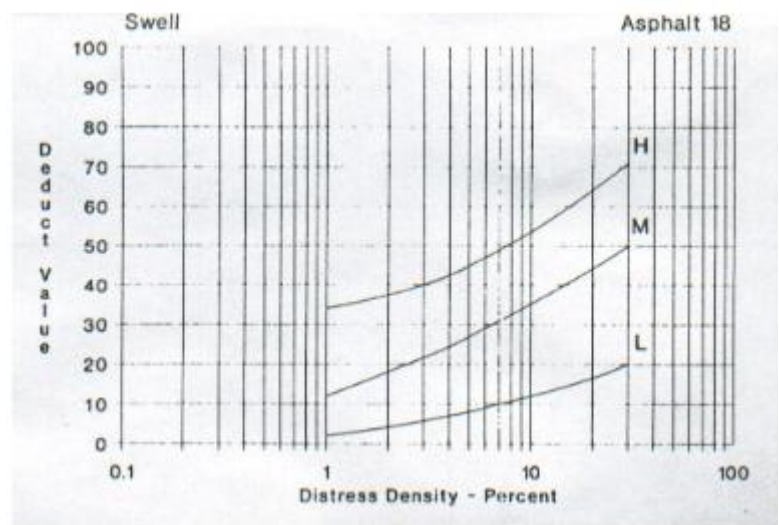
- Grietas parabólicas.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	1.00	4.00
0.20	0.80	3.60	6.50
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.30	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.90	14.00
0.70	3.20	8.50	15.60
0.80	3.40	9.00	17.20
0.90	3.70	9.50	18.70
1.00	4.30	10.60	20.00
2.00	10.20	19.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.50
4.00	17.10	29.60	43.60
5.00	19.30	32.90	49.10
6.00	21.10	35.60	54.10
7.00	22.60	37.80	58.80
8.00	24.00	40.00	63.10
9.00	25.10	42.00	67.20
10.00	27.20	44.00	69.90
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.60	60.40	83.20
50.00	46.20	62.90	85.40
60.00	48.40	64.90	87.10
70.00	50.20	66.70	88.60
80.00	51.80	68.20	89.90
90.00	53.20	69.50	91.10
100.00	54.40	70.60	92.10



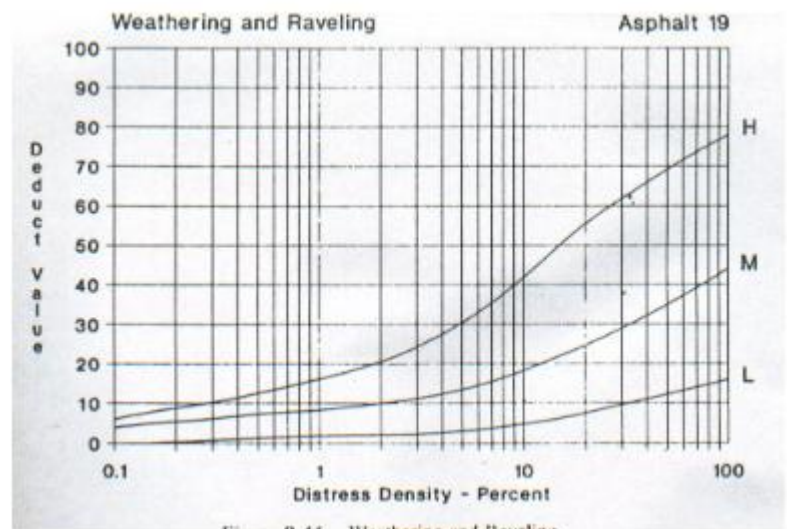
- Hinchamiento.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.80
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.20
6.00	8.70	28.70	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00	-	-	-
50.00	-	-	-
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

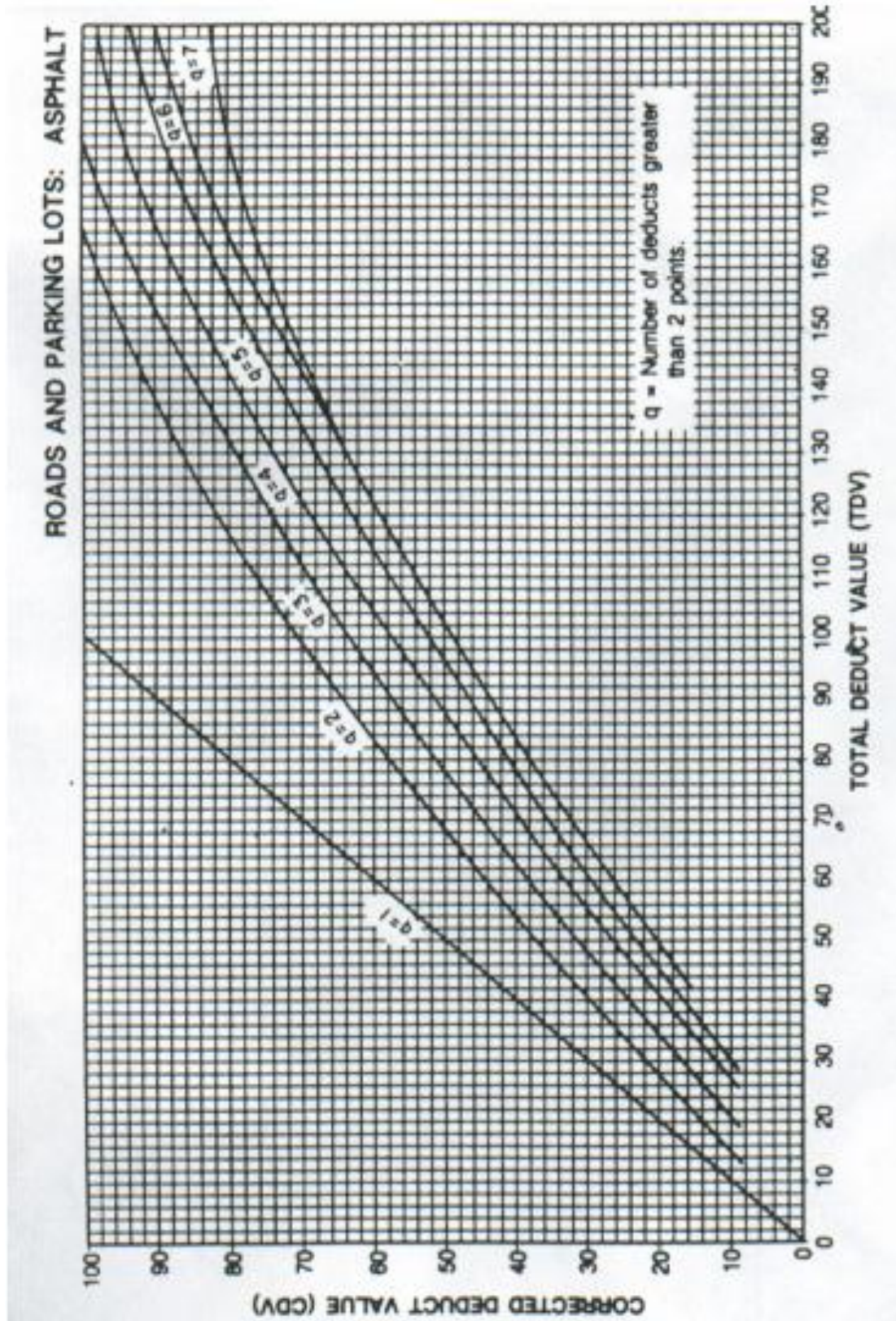


- Meteorización / desprendimiento de agregados.

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	0.3	4.40	5.70
0.20	0.4	5.70	8.80
0.30	0.8	6.50	10.60
0.40	1.2	7.00	11.90
0.50	1.4	7.40	12.90
0.60	1.6	7.80	13.70
0.70	1.7	8.10	14.40
0.80	1.9	8.30	15.00
0.90	2.0	8.50	15.50
1.00	2.0	8.90	16.00
2.00	2.3	10.00	21.00
3.00	2.7	11.20	24.90
4.00	3.0	12.30	28.20
5.00	3.3	13.40	30.90
6.00	3.7	14.50	33.40
7.00	4.0	15.70	35.60
8.00	4.3	16.80	37.70
9.00	4.6	17.90	39.60
10.00	4.6	19.00	42.00
20.00	8.0	25.30	54.50
30.00	10.0	29.90	60.60
40.00	11.4	33.10	65.00
50.00	12.5	35.60	68.40
60.00	13.4	37.60	71.10
70.00	14.1	39.30	73.50
80.00	14.8	40.80	75.50
90.00	15.3	42.10	77.30
100.00	15.8	43.30	78.90



- Valor deducido corregido.



**ANEXO N° 03: Panel fotográfico**

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 01 (Tramo 01)**



UM - 01. Piel de Cocodilo (Nivel de Severidad: Medio “M”)



UM - 01. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 01 (Tramo 01)**



01. Grieta Longitudinal (Nivel de Severidad: Bajo "L")



UM - 01. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo "L", Medio "M")



**UNIDAD DE MUESTREO UM - 01 (Tramo 01)**



UM - 01. Huecos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)



UM - 01. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo “L”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 02 (Tramo 01)**



UM - 02. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Medio “M”, Alto “H”)



UM - 02. Grieta Longitudinal (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 02 (Tramo 01)**



UM - 02. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Alto “H”)



UM - 02. Huecos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 02 (Tramo 01)**



UM - 02. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 03 (Tramo 01)**

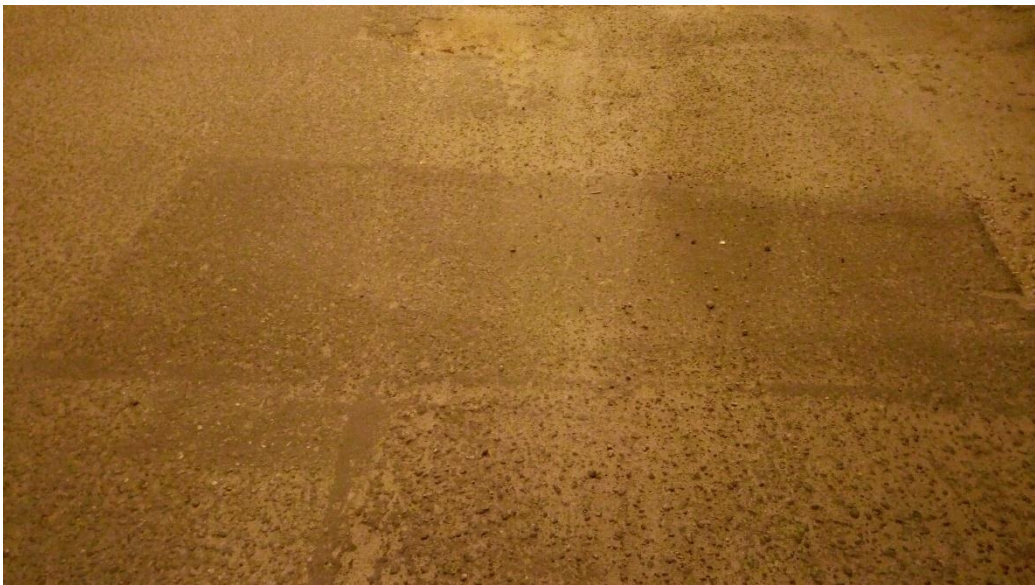


UM - 03. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 03 (Tramo 01)**



UM - 03. Grieta Longitudinal (Nivel de Severidad: Medio "M")



UM - 03. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo "L", Medio "M")

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 03 (Tramo 01)**



UM - 03. Huecos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

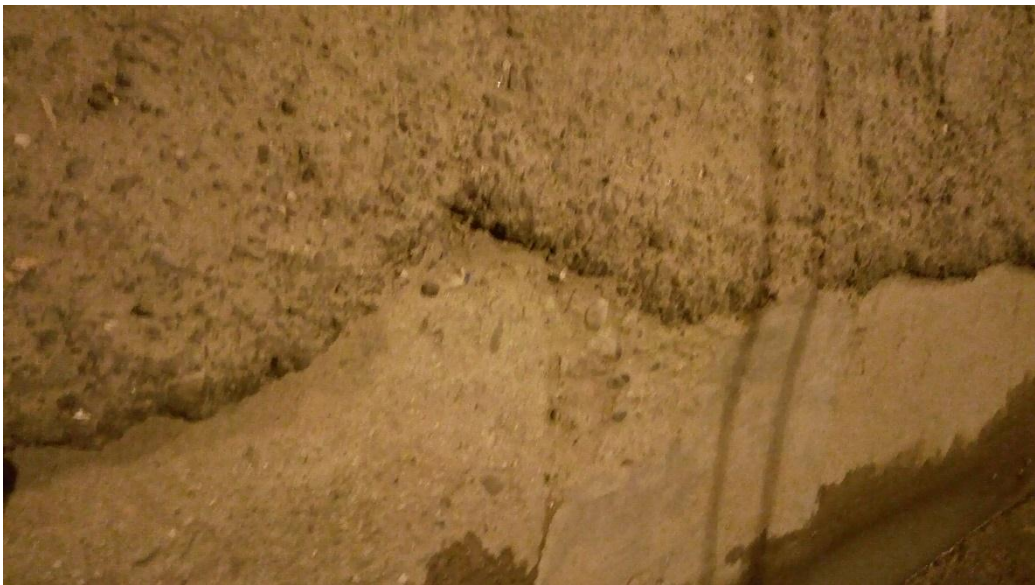


UM - 03. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 04 (Tramo 01)**



UM - 04. Piel de Cocodrilo (Nivel de Severidad: Bajo “L”)



UM - 04. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 04 (Tramo 01)**



UM - 04. Grieta Longitudinal (Nivel de Severidad: Medio “M”)



UM - 04. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Medio “M”, Alto “H”)



**UNIDAD DE MUESTREO UM - 04 (Tramo 01)**



UM - 04. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 05 (Tramo 01)**



UM - 05. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 06 (Tramo 01)**



UM - 06. Huecos (Nivel de Severidad: Medio "M")



UM - 06. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo "L", Medio "M")

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 07 (Tramo 01)**



UM - 07. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”)



UM - 07. Grieta Longitudinal (Nivel de Severidad: Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 07 (Tramo 01)**



UM - 07. Huecos (Nivel de Severidad: Bajo "L", Medio "M")

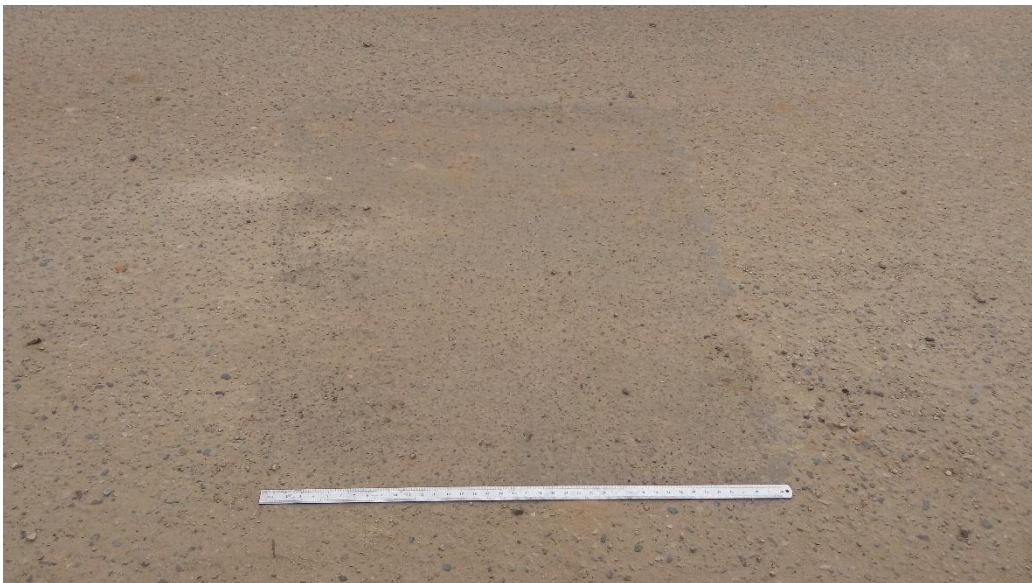


UM - 07. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo "L", Medio "M")

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 08 (Tramo 01)**



UM - 08. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”)



UM - 08. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo “L”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 08 (Tramo 01)**



UM - 08. Huecos (Nivel de Severidad: Medio "M")



UM - 08. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Medio "M")

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 09 (Tramo 02)**



UM - 01. Piel de Cocodrilo (Nivel de Severidad: Medio “M”)

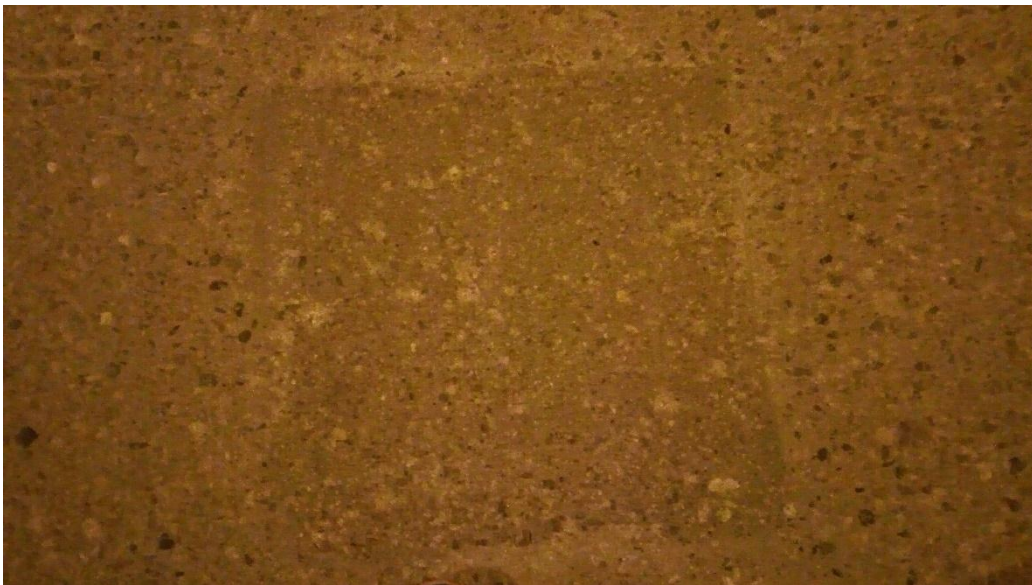


UM - 01. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 09 (Tramo 02)**



UM - 01. Grieta Longitudinal (Nivel de Severidad: Bajo: “L”, Medio “M”)



UM - 01. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo “L”)



**UNIDAD DE MUESTREO UM - 09 (Tramo 02)**



UM - 01. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 10 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 10 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta Longitudinal (Nivel de Severidad: Medio “M”)



UM - 02. Huecos (Nivel de Severidad: Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 10 (Tramo 02)**



UM - 01. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 11 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 11 (Tramo 02)**



UM - 01. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)



UM - 02. Huecos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 11 (Tramo 02)**



UM - 01. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 12 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 12 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta Longitudinal (Nivel de Severidad: Medio “M”)



UM - 01. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 12 (Tramo 02)**



UM - 02. Huecos (Nivel de Severidad: Medio "M")



UM - 01. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo "L", Medio "M")

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 13 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)



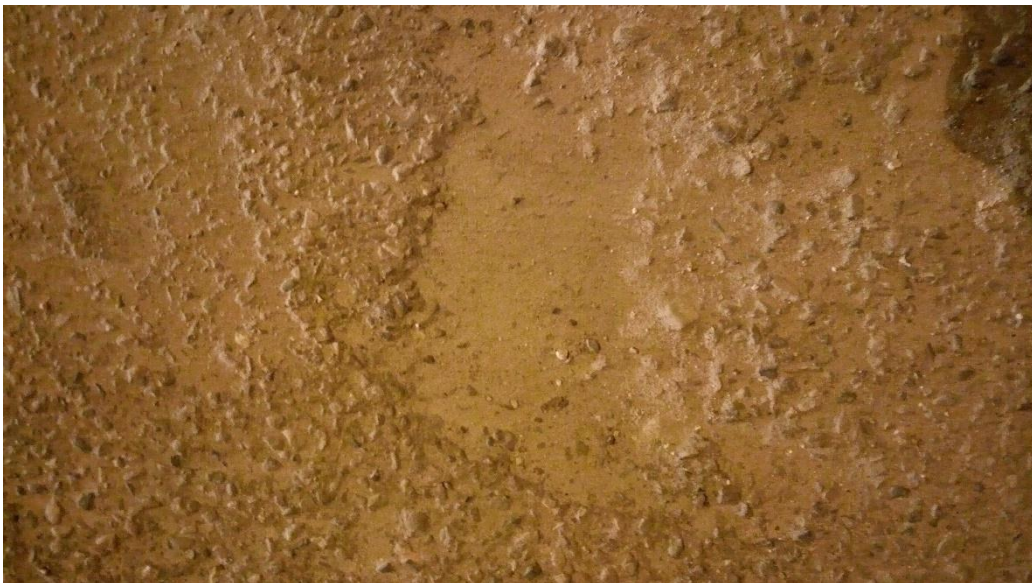
UM - 01. Parqueo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)



**UNIDAD DE MUESTREO UM - 13 (Tramo 02)**



UM - 02. Huecos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)



UM - 01. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 14 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)



UM - 01. Parqueo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 14 (Tramo 02)**



UM - 01. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 15 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 15 (Tramo 02)**



UM - 01. Parqueo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo "L", Medio "M")



UM - 02. Huecos (Nivel de Severidad: Medio "M")

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 15 (Tramo 02)**



UM - 01. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Bajo “L”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 16 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta de Borde (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”, Alto “H”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 16 (Tramo 02)**



UM - 02. Grieta Longitudinal (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)



UM - 01. Parcheo Acometidas De Servicios Públicos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)

**UNIDAD DE MUESTREO UM - 16 (Tramo 02)**



UM - 02. Huecos (Nivel de Severidad: Bajo “L”, Medio “M”)



UM - 01. Meteorización / Desprendimiento de Agregados (Nivel de Severidad: Medio: “M”)