



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI de la Av. Mercedes

Indacochea, Distrito de Huacho, 2022

**Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autora**

Katherine Fiorela Torres Atanacio

**Asesor**

Mo. Jaime Ulices Romero Menacho

**Huacho – Perú**

**2024**



**Reconocimiento – No Comercial – Sin Derivadas – Sin restricciones adicionales**

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe dar el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no podrá distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier cosa que la licencia permita.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### INFORMACIÓN

| <b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>  |            |                              |
|---|------------|------------------------------|
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>  | <b>DNI</b> | <b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b> |
| Katherine Fiorela Torres Atanacio   | 48247778   | 15 de diciembre del 2023     |
| <b>DATOS DEL ASESOR:</b>  |            |                              |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>  | <b>DNI</b> | <b>CÓDIGO ORCID</b>          |
| M(o). Jaime Ulices Romero Menacho   | 32930138   | 0000-0003-0876-7727          |
| <b>DATOS DE LOS MIEMBROS DEL JURADO–PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:</b> |            |                              |
| <b>APELIDOS Y NOMBRES</b>   | <b>DNI</b> | <b>CÓDIGO ORCID</b>          |
| M(o). Jorge Antonio Sanchez Guzman  | 17829652   | 0000-0002-2387-2296          |
| Ing. Hugo Serrano Rodas   | 15587946   | 0000-0003-1138-9368          |
| M(o). Rony Geancarlo Pérez Retuerto   | 42212783   | 0009-0003-7870-2539          |

# EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI DE LA AV. MERCEDES INDACOCHEA, DISTRITO DE HUACHO, 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

|          |   |               |
|----------|---|---------------|
| <b>1</b> | <b>hdl.handle.net</b><br>Fuente de Internet   | <b>4%</b>     |
| <b>2</b> | <b>repositorio.ucv.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                                       | <b>4%</b>     |
| <b>3</b> | <b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                              | <b>2%</b>     |
| <b>4</b> | <b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                                    | <b>1%</b>     |
| <b>5</b> | <b>Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez</b><br>Trabajo del estudiante | <b>1%</b>     |
| <b>6</b> | <b>1library.co</b><br>Fuente de Internet  | <b>1%</b>     |
| <b>7</b> | <b>repositorio.urp.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                                       | <b>&lt;1%</b> |
| <b>8</b> | <b>repositorio.upt.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                                       | <b>&lt;1%</b> |

ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO



PRESIDENTE

M(o). SANCHEZ GUZMAN JORGE ANTONIO



SECRETARIO

Ing. SERRANO RODAS HUGO



VOCAL

M(o). PEREZ RETUERTO RONY GEANCARLO



ASESOR

M(o). ROMERO MENACHO JAIME ULICES

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres por todos esos años de apoyo en la universidad.

A mis docentes por el conocimiento en el proceso de aprendizaje.

*La autora*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi querida Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por los años que me ha brindado conocimiento, de igual manera a los docentes que me guiaron pacientemente.

A mis padres que nunca dudaron en darme todo su apoyo incondicional.

*Torres Atanacio Katherine*

# ÍNDICE GENERAL

|  |             |
|--|-------------|
| <b>DEDICATORIA</b>                                 | <b>vi</b>   |
| <b>AGRADECIMIENTO</b>                              | <b>vii</b>  |
| <b>ÍNDICE GENERAL</b>                              | <b>viii</b> |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b>                            | <b>x</b>    |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>                           | <b>xiii</b> |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>                            | <b>xiv</b>  |
| <b>RESUMEN</b>                                     | <b>1</b>    |
| <b>ABSTRACT</b>                                    | <b>2</b>    |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                | <b>3</b>    |
| <b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>      | <b>5</b>    |
| <b>1.1 Descripción de la realidad problemática</b> | <b>5</b>    |
| <b>1.2 Formulación del problema</b>                | <b>6</b>    |
| <b>1.2.1 Problema general</b>                      | <b>6</b>    |
| <b>1.2.2 Problemas específicos</b>                 | <b>6</b>    |
| <b>1.3 Objetivos de la investigación</b>           | <b>6</b>    |
| <b>1.3.1 Objetivo general</b>                      | <b>6</b>    |
| <b>1.3.2 Objetivos específicos</b>                 | <b>7</b>    |
| <b>1.4 Justificación de la investigación</b>       | <b>7</b>    |
| <b>1.5 Delimitaciones del estudio</b>              | <b>8</b>    |
| <b>1.6 Viabilidad del estudio</b>                  | <b>8</b>    |
| <b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>                  | <b>9</b>    |
| <b>2.1 Antecedentes de la investigación</b>        | <b>9</b>    |
| <b>2.1.1 Investigaciones internacionales</b>       | <b>9</b>    |
| <b>2.1.2 Investigaciones nacionales</b>            | <b>10</b>   |
| <b>2.2 Bases teóricas</b>                          | <b>11</b>   |
| <b>2.3 Bases filosóficas</b>                       | <b>51</b>   |
| <b>2.4 Definición de términos básicos</b>          | <b>51</b>   |
|  | <b>viii</b> |



|  |   |           |
|--|---|-----------|
| <b>2.5</b>   | <b>Hipótesis de investigación</b>                       | <b>53</b> |
| <b>2.5.1</b>                                       | <b>Hipótesis general</b>                                | <b>53</b> |
| <b>2.5.2</b>                                       | <b>Hipótesis específicas</b>                            | <b>53</b> |
| <b>2.6</b>   | <b>Operacionalización de las variables</b>              | <b>54</b> |
| <b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>                   |   | <b>56</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>Diseño metodológico</b>                              | <b>56</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>Población y muestra</b>                              | <b>57</b> |
| <b>3.2.1</b>                                       | <b>Población</b>  | <b>57</b> |
| <b>3.2.2</b>                                       | <b>Muestra</b>  | <b>57</b> |
| <b>3.3</b>   | <b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>  | <b>57</b> |
| <b>3.4</b>   | <b>Técnicas para el procedimiento de la información</b> | <b>60</b> |
| <b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>                     |   | <b>76</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Análisis de Resultados</b>                           | <b>76</b> |
| <b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>                       |   | <b>84</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>Discusión de Resultados</b>                          | <b>84</b> |
| <b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> |   | <b>85</b> |
| <b>6.1</b>   | <b>Conclusiones</b>                                     | <b>85</b> |
| <b>6.2</b>   | <b>Recomendaciones</b>                                  | <b>85</b> |
| <b>REFERENCIAS</b>                                 |   | <b>86</b> |
| <b>7.1</b>   | <b>Fuentes Documentales</b>                             | <b>86</b> |
| <b>ANEXOS</b>                                      |   | <b>88</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1:</b> Parámetro de anchos de calzadas para determinar la longitud de unidad.....  | 23 |
| <b>Tabla 2:</b> Descripción de las 10 primeras fallas para hallar el PCI .....  | 49 |
| <b>Tabla 3:</b> Descripción de las 9 últimas fallas para calcular el PCI .....  | 50 |
| <b>Tabla 4:</b> Operacionalización de las variables.....  | 55 |
| <b>Tabla 5:</b> Hoja de registro de la unidad de muestra.....   | 59 |
| <b>Tabla 6:</b> Longitudes establecidas para el cálculo de las unidades de muestra estimado.....                                  | 61 |
| <b>Tabla 7:</b> Cálculo para obtener las unidades de muestra.....   | 62 |
| <b>Tabla 8:</b> Datos de los tramos a estudiarse .....  | 63 |
| <b>Tabla 9:</b> Datos recogidos de la U-M N°01 / Tramo: P1-P2 / Progresiva:<br>0+868 Km a 0+908 Km.....                           | 65 |
| <b>Tabla 10:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N°1 / Tramo: P1-P2 / Progresiva:<br>0+868 km a 0+908 km.....                | 67 |
| <b>Tabla 11:</b> Cuadro de VD de parcheo.....   | 68 |
| <b>Tabla 12:</b> Cuadro de VD de huecos.....  | 69 |
| <b>Tabla 13:</b> Cuadro de VD de desprendimiento de agregados.....  | 70 |
| <b>Tabla 14:</b> Cuadro de VD de piel de cocodrilo.....   | 71 |
| <b>Tabla 15:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°1.....  | 72 |
| <b>Tabla 16:</b> Cuadro de valores deducidos corregidos.....  | 74 |
| <b>Tabla 17:</b> Las 7 U-M de la av. Mercedes Indacochea, Huacho, de 0+868 km - 1+308 km....                                      | 78 |
| <b>Tabla 18:</b> PCI promedio de las 7 Unidades de muestra de la av. Mercedes Indacochea –<br>Huacho, de 0+868 km – 1+308 km..... | 82 |
| <b>Tabla 19:</b> Actividades de mantenimiento según la escala de clasificación .....  | 83 |
| <b>Tabla 20:</b> Datos recogidos de la U-M N°02 / Tramo: P3-P4 / Progresiva:<br>0+948 Km a 0+988 Km.....                          | 89 |
| <b>Tabla 21:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N°2 / Tramo: P3-P4 / Progresiva:<br>0+948 km a 0+988 km.....                | 90 |
| <b>Tabla 22:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°2.....  | 91 |
| <b>Tabla 23:</b> Datos recogidos de la U-M N°03 / Tramo: P5-P6 / Progresiva:<br>1+028 Km a 1+068 Km.....                          | 92 |
| <b>Tabla 24:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N°3 / Tramo: P5-P6 / Progresiva:<br>1+028 km a 1+068 km.....                | 93 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 25:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°3.....  | 94  |
| <b>Tabla 26:</b> Datos recogidos de la U-M N°04 / Tramo: P6-P7 / Progresiva:<br>1+068 Km a 1+108 Km.....              | 95  |
| <b>Tabla 27:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N°4 / Tramo: P6-P7 / Progresiva:<br>1+068 km a 1+108 km.....    | 96  |
| <b>Tabla 28:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°4.....  | 97  |
| <b>Tabla 29:</b> Datos recogidos de la U-M N°05 / Tramo: P7-P8 / Progresiva:<br>1+108 Km a 1+148 Km.....              | 98  |
| <b>Tabla 30:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N°5 / Tramo: P7-P8 / Progresiva:<br>1+108 km a 1+148 km.....    | 99  |
| <b>Tabla 31:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°5.....  | 100 |
| <b>Tabla 32:</b> Datos recogidos de la U-M N°06 / Tramo: P9-P10 / Progresiva:<br>1+188 Km a 1+228 Km.....             | 101 |
| <b>Tabla 33:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N°6 / Tramo: P9-P10 / Progresiva:<br>1+188 km a 1+228 km.....   | 102 |
| <b>Tabla 34:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°6.....  | 103 |
| <b>Tabla 35:</b> Datos recogidos de la U-M N° 07 / Tramo: P11-P12 /<br>Progresiva: 1+268 Km a 1+308 Km.....           | 104 |
| <b>Tabla 36:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N° 7 / Tramo: P11-P12 /<br>Progresiva: 1+268 km a 1+308 km..... | 105 |
| <b>Tabla 37:</b> Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°7.....  | 106 |
| <b>Tabla 38:</b> Cuadro de VD de piel de cocodrilo.....   | 107 |
| <b>Tabla 39:</b> Cuadro de VD de exudación.....   | 108 |
| <b>Tabla 40:</b> Cuadro de VD de agrietamiento en bloque.....   | 109 |
| <b>Tabla 41:</b> Cuadro de VD de abultamiento y hundimiento.....  | 110 |
| <b>Tabla 42:</b> Cuadro de VD de corrugación.....   | 111 |
| <b>Tabla 43:</b> Cuadro de VD de depresión.....   | 112 |
| <b>Tabla 44:</b> Cuadro de VD grieta de borde.....  | 113 |
| <b>Tabla 45:</b> Cuadro de VD de grieta de reflexión de junta.....  | 114 |
| <b>Tabla 46:</b> Cuadro de VD de desnivel carril/berma.....   | 115 |
| <b>Tabla 47:</b> Cuadro de VD de grietas long. y transversal.....   | 116 |
| <b>Tabla 48:</b> Cuadro de VD de parcheo.....   | 117 |
| <b>Tabla 49:</b> Cuadro de VD de pulimento de agregados.....  | 118 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 50:</b> Cuadro de VD de huecos.....                                  | 119 |
| <b>Tabla 51:</b> Cuadro de VD de tapas de alcantarilla rejilla – drenaje..... | 120 |
| <b>Tabla 52:</b> Cuadro de VD de ahuellamiento.....                           | 121 |
| <b>Tabla 53:</b> Cuadro de VD de desplazamiento.....                          | 122 |
| <b>Tabla 54:</b> Cuadro de VD de grieta parabólica.....                       | 123 |
| <b>Tabla 55:</b> Cuadro de VD de hinchamiento.....                            | 124 |
| <b>Tabla 56:</b> Cuadro de VD de desprendimiento de agregados.....            | 125 |
| <b>Tabla 57:</b> Matriz de consistencia.....                                  | 130 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Ubicación geográfica de la muestra de 0.440 Km.....  | 4  |
| <b>Figura 2:</b> Comportamiento del pavimento rígido y flexible.....  | 12 |
| <b>Figura 3:</b> Estructura del pavimento flexible.....   | 16 |
| <b>Figura 4:</b> Causas que originan los deterioros.....  | 21 |
| <b>Figura 5:</b> Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Escala de Graduación.....                                | 22 |
| <b>Figura 6:</b> Curvas de corrección.....  | 25 |
| <b>Figura 7:</b> Piel de cocodrilo de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....                       | 28 |
| <b>Figura 8:</b> Exudación de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....                               | 29 |
| <b>Figura 9:</b> Agrietamiento en bloques con severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....               | 30 |
| <b>Figura 10:</b> Abultamientos y hundimientos de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....           | 31 |
| <b>Figura 11:</b> Corrugación de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....                            | 32 |
| <b>Figura 12:</b> Depresión de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....                              | 33 |
| <b>Figura 13:</b> Grietas de borde de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....                       | 34 |
| <b>Figura 14:</b> Grieta de reflexión de junta de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....           | 35 |
| <b>Figura 15:</b> Desnivel carril-berma de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)...                    | 36 |
| <b>Figura 16:</b> Grietas longitudinales / transversales de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)..... | 38 |
| <b>Figura 17:</b> Parches y acometidas de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)....                    | 39 |
| <b>Figura 18:</b> Pulimiento de agregados.....  | 40 |
| <b>Figura 19:</b> Huecos de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....                                 | 41 |
| <b>Figura 20:</b> Cruce de vía férrea de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....                    | 42 |
| <b>Figura 21:</b> Ahuellamiento de baja severidad, media y alta (izquierda a derecha).....                          | 43 |
| <b>Figura 22:</b> Desplazamiento de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....                         | 44 |
| <b>Figura 23:</b> Grietas parabólicas de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....                    | 45 |
| <b>Figura 24:</b> Hinchamiento.....   | 46 |
| <b>Figura 25:</b> Desprendimiento de agregados de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).....           | 47 |
| <b>Figura 26:</b> Instrumentos a usarse.....  | 58 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 27:</b> Representación gráfica de la encargada de la investigación, punto de inicio de la vía a examinar Km 0+868 de la “Av. Mercedes Indacochea, Huacho” (intersección con la calle Baltazar P. de la Rosa)..... | 60  |
| <b>Figura 28:</b> Representación gráfica de la encargada de la investigación, punto final de la vía a examinar Km 1+308 de la “Av. Mercedes Indacochea, Huacho” (intersección con la calle Amazonas).....                   | 61  |
| <b>Figura 29:</b> Representación gráfica de la UNIDAD DE MUESTRA N° 1.....  | 64  |
| <b>Figura 30:</b> Ábaco de parcheo.....   | 68  |
| <b>Figura 31:</b> Ábaco de huecos.....  | 69  |
| <b>Figura 32:</b> Ábaco de desprendimiento de agregados.....  | 70  |
| <b>Figura 33:</b> Ábaco de piel de cocodrilo.....   | 71  |
| <b>Figura 34:</b> Ábaco de valores deducidos corregidos.....  | 73  |
| <b>Figura 35:</b> Gráfico de los PCI de cada unidad de muestra.....   | 79  |
| <b>Figura 36:</b> Gráfico de resumen del PCI de las unidades de muestra – según el porcentaje.....  | 80  |
| <b>Figura 37:</b> Gráfico de barras de las fallas según el PCI – según el porcentaje.....   | 81  |
| <b>Figura 38:</b> Ábaco de piel de cocodrilo.....   | 107 |
| <b>Figura 39:</b> Ábaco de exudación.....   | 108 |
| <b>Figura 40:</b> Ábaco de agrietamiento en bloque .....  | 109 |
| <b>Figura 41:</b> Ábaco de abultamiento y hundimiento.....  | 110 |
| <b>Figura 42:</b> Ábaco de corrugación.....   | 111 |
| <b>Figura 43:</b> Ábaco de depresión.....   | 112 |
| <b>Figura 44:</b> Ábaco de grieta de borde.....   | 113 |
| <b>Figura 45:</b> Ábaco de grieta de reflexión de junta.....  | 114 |
| <b>Figura 46:</b> Ábaco de desnivel carril/berma.....   | 115 |
| <b>Figura 47:</b> Ábaco de grietas long. y transversal.....   | 116 |
| <b>Figura 48:</b> Ábaco de parcheo.....   | 117 |
| <b>Figura 49:</b> Ábaco de pulimento de agregados.....  | 118 |
| <b>Figura 50:</b> Ábaco de huecos.....  | 119 |
| <b>Figura 51:</b> Ábaco de tapas de alcantarilla rejilla – drenaje.....   | 120 |
| <b>Figura 52:</b> Ábaco de ahuellamiento.....   | 121 |
| <b>Figura 53:</b> Ábaco de desplazamiento.....  | 122 |
| <b>Figura 54:</b> Ábaco de grieta parabólica.....   | 123 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 55:</b> Ábaco de hinchamiento.....                                    | 124 |
| <b>Figura 56:</b> Ábaco de grietas desprendimiento de agregados.....            | 125 |
| <b>Figura 57:</b> Falla de Huecos en la muestra N° 07.....                      | 126 |
| <b>Figura 58:</b> Falla de Huecos y Piel de Cocodrilo en la muestra N° 01.....  | 126 |
| <b>Figura 59:</b> Falla de Parcheo en la muestra N° 05.....                     | 127 |
| <b>Figura 60:</b> Falla de Piel de cocodrilo y Parcheo en la muestra N° 04..... | 127 |
| <b>Figura 61:</b> Falla de Huecos en la muestra N° 02.....                      | 128 |
| <b>Figura 62:</b> Falla de Huecos en la muestra N° 02.....                      | 128 |
| <b>Figura 63:</b> Falla de Hueco y Piel de cocodrilo en la muestra N° 05.....   | 129 |
| <b>Figura 64:</b> Falla de Piel de cocodrilo y Parcheo en la muestra N° 04..... | 129 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Anexo 1:</b> Tablas de las Unidades de Muestras.....   | 88  |
| <b>Anexo 2:</b> Ábacos y Tablas de valores deducidos..... | 107 |
| <b>Anexo 3:</b> Panel fotográfico.....                    | 126 |
| <b>Anexo 4:</b> Matriz de Consistencia.....               | 130 |



## RESUMEN

Esta tesis al que se le denominó “Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI de la avenida Mercedes Indacochea, distrito de Huacho, 2022” tiene el principal objetivo de llevar a cabo la evaluación superficial del pavimento de la vía mencionada, haciendo la aplicación del método Índice de Condición de pavimentos (PCI), esto es con la finalidad de llegar a saber en qué estado está el pavimento existente.

El método utilizado conforme al tipo de diseño de investigación viene a ser aplicado, de carácter no experimental - transversal. El nivel viene a ser descriptivo y con enfoque cuantitativo.

En cuanto a los resultados que se obtuvo de las 07 unidades de muestreo evaluadas, la falla que predominó fue el Parcheo de Severidad Baja con un 41.08%, en segundo lugar encontramos el Parcheo de Severidad Media con un 29.41%, luego encontramos las Grietas Longitudinal y Transversal de Mediana Severidad con un 12.52%, y finalmente encontramos el Desnivel Carril/Berma de Mediana Severidad con 3.7%.

Se determinó que, empleando los procedimientos del PCI, luego de identificar cada parámetro a evaluar, estableciendo el índice de condición, así como también hallando la condición en la que se encuentra el pavimento, podemos llevar a cabo la evaluación superficial de este pavimento y así conocer en qué estado se encuentra la vía. Al evaluar superficialmente nuestro pavimento con el método del PCI, llegamos a la conclusión que el estado en el que se conserva la Av. Mercedes Indacochea, desde el Km 0+868 hasta el Km 1+308, es “Malo” arrojando un PCI de 35.30.

**Palabras claves:** Evaluación del pavimento flexible, Índice de Condición de pavimentos (PCI), fallas.

## ABSTRACT

This thesis, which was called “Evaluation of the flexible pavement using the PCI method of Mercedes Indacochea Avenue, Huacho district, 2022”, has the main objective of carrying out the surface evaluation of the pavement of the aforementioned road, making the application of the Pavement Condition Index (PCI) method, this is with the purpose of knowing what condition the existing pavement is in.

The method used according to the type of research design is to be applied, of a non-experimental - cross-sectional nature. The level becomes descriptive and with a quantitative approach.

Regarding the results obtained from the 07 sampling units evaluated, the failure that predominated was the Low Severity Patching with 41.08%, in second place we found the Medium Severity Patching with 29.41%, then we found the Longitudinal Cracks and Transversal of Medium Severity with 12.52%, and finally we find the Lane/Berm Grade of Medium Severity with 3.7%.

It was determined that, using the PCI procedures, after identifying each parameter to be evaluated, establishing the condition index, as well as finding the condition in which the pavement is located, we can carry out the surface evaluation of this pavement and thus Know what state the road is in. By superficially evaluating our pavement with the PCI method, we came to the conclusion that the condition in which Av. Mercedes Indacochea is preserved, from Km 0+868 to Km 1+308, is “Bad” yielding a PCI of 35.30.

**Keywords:** Evaluation of flexible pavement, Pavement Condition Index (PCI), failures.

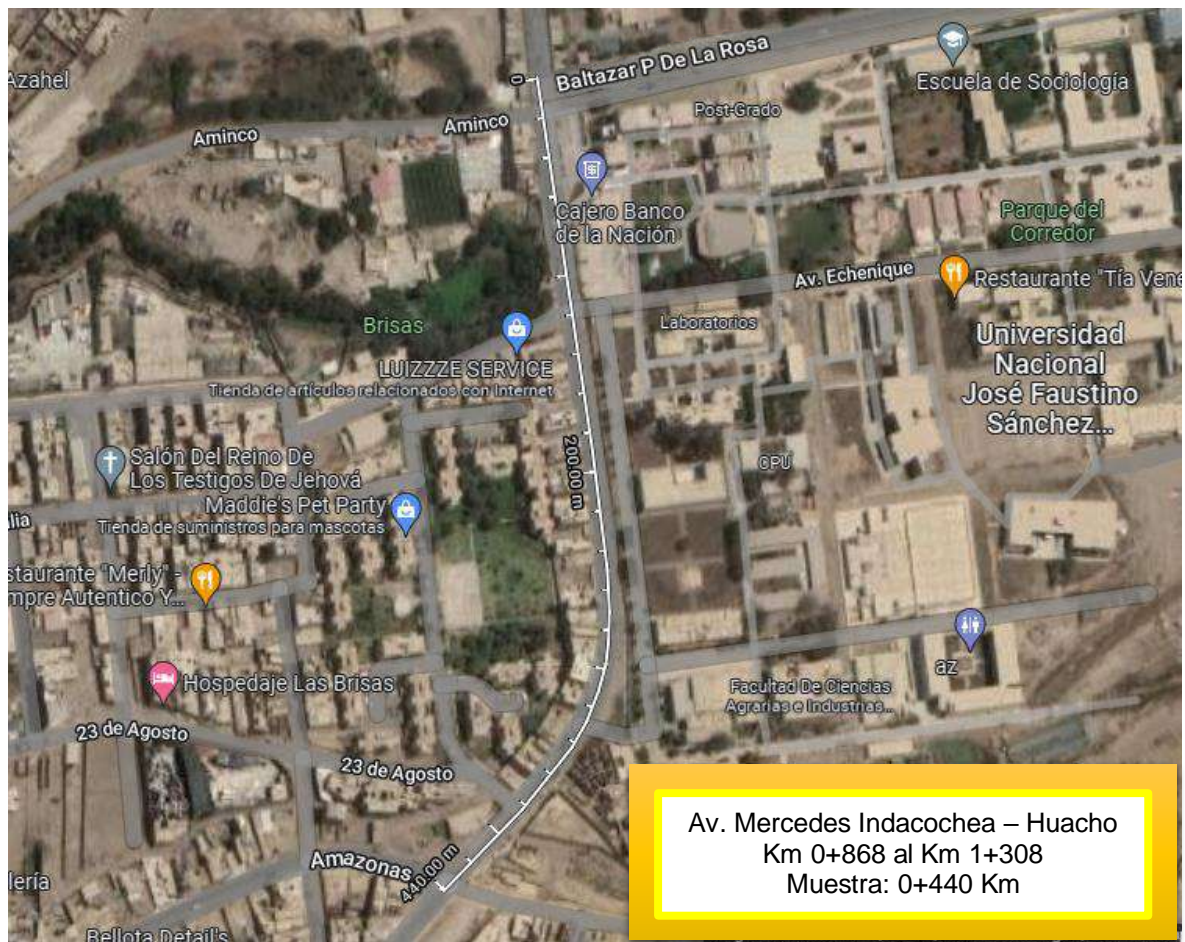
## INTRODUCCIÓN

La presente tesis, nos muestra cómo evaluar la superficie de un pavimento flexible en una zona urbana empleando la metodología del PCI, que en este caso se llevó a cabo en la avenida Mercedes Indacochea; del distrito de Huacho – Huaura – Lima, abarcando el tramo que inicia en el Km 0+868 y finaliza en el Km 1+308. Todo esto con la finalidad de saber cuál es el estado en el que se halla actualmente el pavimento de dicha avenida.

Hoy en día existen muchos métodos para la evaluar un pavimento, no obstante, no hay una metodología que se haya impuesto de forma reglamentaria y es por ello que generalmente no se efectúan estudios previos, que vienen a ser importantes para la disposición de planes con respecto al mantenimiento, la rehabilitación y el mejoramiento de las vías; además que produzcan efectos factibles y que funcionen en cuanto a lo económico, y así poder descubrir a tiempo los daños que, de no tomarse las medidas adecuadas cuanto antes, esto solo produciría un costo mucho mayor en su posterior reparación.

La importancia de esto es conseguir resultados con objetividad, que sean analíticos y de la actualidad, de tal forma que, sea utilizado por la entidad correspondiente de manera que pueda guiarse y precisar las políticas y un plan de intervención vial, con el propósito de que estas tácticas, sean inversiones con eficiencia y eficacia ante el reducido financiamiento público.

Este estudio se realiza en la Av. Mercedes Indacochea que está localizada dentro del distrito de Huacho, provincia de Huaura, región Lima. Esta vía consta de 2.850 Km. De las cuales se realizó la evaluación a un determinado tramo que comprende 0.440 Km, que va desde 0+868 Km (cruce con la Av. Baltazar P de la Rosa) a 1+308 Km (cruce con la Av. Amazonas).



**Figura 1:** Ubicación geográfica de la muestra de 0.440 Km

**Fuente:** Google Maps

Aplicaremos la metodología mencionada en la avenida Mercedes Indacochea, en el tramo que se da a partir del Km 0+868, donde se encuentra la intersección con la Av. Baltazar P. De La Rosa, hasta el Km 1+308, donde finalizamos encontrando la intersección con la Av. Amazonas. Dicho tramo a evaluarse comprende las siguientes coordenadas:

- Inicio:   ESTE: 214,835.69 m  
              NORTE: 8, 769,208.48 m.
  
- Fin:       ESTE: 214,792.19 m  
              NORTE: 8, 768,809.62 m.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

Diariamente, en el Perú podemos ver que nuestras carreteras se tiñen de sangre por los accidentes, es por ello que la seguridad en nuestras vías es importantísimo, y en general, esta tasa de mortalidad ocurre a causa de las malas condiciones de los pavimentos, por efecto de su uso diario y su desgaste inevitable.

En el caso de Huacho, no está lejos de estos desafortunados acontecimientos en sus vías; las autoridades encargadas se muestran indiferentes ante esta problemática, y en consecuencia a ello, no se le brinda la seguridad, el confort ni la comodidad correspondiente a los usuarios y conductores de nuestra localidad.

De cualquier modo, desde una perspectiva Técnica profesional, la carpeta asfáltica tiene que responder de manera favorable con un comportamiento eficiente reduciéndose al mínimo las fallas, baches, fisuras, entre otras anomalías que perjudiquen la carpeta de asfalto, que alcance una condición favorecedora para el tránsito vehicular. Indistintamente del conservar, mantener y rehabilitar la vía. La forma como se diseña y estructura con los conocimientos técnicos profesionales del ingeniero, posibilita la duración, la confianza y nos garantiza muchos años de vida útil, del mismo modo el rendimiento.

Puesto que, existen diversas metodologías que posibilitan proyectar a posteridad un pavimento, estos concuerdan en que, si se realiza la adecuada evaluación de la condición que tiene actualmente, se sabrá en qué estado está dicho pavimento, por lo que se obtendrá una proyección precisa, por lo tanto, en este caso voy a emplear la metodología estandarizada mediante la norma ASTM D6433-18, con las siglas PCI (Pavement Condition Index).

Aplicaré dicha metodología en la avenida Mercedes Indacochea, al tramo que comprende entre la Av. Baltazar P. De La Rosa hasta la intersección con la Av. Amazonas, la cual viene a ser la vía principal de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión; donde podemos visualizar fallas en su carpeta asfáltica, originando congestión de los vehículos, incomodidad en el conductor y peatones, entre otras molestias. El desarrollo

de esta tesis se hizo basándose en evaluar superficialmente el pavimento flexible usando el método PCI en la avenida Mercedes Indacochea, Huacho - Huaura – Lima.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general.**

PG: ¿Cómo determinamos la evaluación del pavimento por medio de la metodología PCI, en la Av. Mercedes Indacochea, distrito de Huacho, 2022?

### **1.2.2 Problemas específicos.**

PE1: ¿Cómo determinamos las unidades de muestra en la Av. Mercedes Indacochea?

PE2: ¿Cómo efectuamos la evaluación de las fallas por medio del Método PCI?

PE3: ¿Cuáles son las fallas de mayor severidad y con mayor frecuencia que presenta el pavimento?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general.**

OG: Determinar la evaluación del pavimento por medio de la metodología PCI, en la Av. Mercedes Indacochea, distrito de Huacho, 2022.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

OE1: Determinar las unidades de muestras en la Av. Mercedes Indacochea

OE2: Efectuar la evaluación de las fallas por medio del Método PCI.

OE3: Identificar las fallas de mayor severidad y con mayor frecuencia que presenta el pavimento.

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **Justificación por conveniencia.**

Esta tesis pretende evaluar el pavimento de la Av. Mercedes Indacochea, distrito de Huacho, empleando la Metodología del PCI, ya que es de mucha importancia para el conocimiento de un ingeniero civil, analizar las fallas que presenta y conocer en que condición se encuentra.

### **Justificación Práctica.**

Es necesario conocer las fallas que presente la avenida mencionada, ya que tiene como consecuencia para los transportistas que sus llantas se desgasten y el deterioro del vehículo, provocándoles costosas reparaciones, todo esto debido al mal estado del pavimento que salta a simple vista a lo largo de la vía.

### **Justificación teórica.**

Esta investigación sirve como una herramienta importante para la ampliación y profundización de los conocimientos ya reconocidos de la carrera de ingeniería civil con respecto a las problemáticas sociales de nuestro distrito.

### **Justificación Social.**

Con esta investigación se podrá conocer en qué estado se encuentra la vía y con ello plantear soluciones para la mejora de su pavimento, de este modo, disminuir los daños que sufren al transitar los vehículos, beneficiando a la población y principalmente a los transportistas.

## **1.5 Delimitaciones del estudio**

### **1.5.1 Delimitación espacial.**

Este estudio fue realizado en la avenida Mercedes Indacochea, distrito de Huacho, provincia de Huaura, región Lima.

### **1.5.2 Delimitación temporal.**

Esta investigación fue realizada desde septiembre hasta octubre del 2022.

### **1.5.3 Delimitación social.**

La presente tesis involucró a los habitantes de la avenida Mercedes Indacochea.

## **1.6 Viabilidad del estudio**

### **1.6.1 Técnica.**

Esta investigación al ser de carácter técnico, los estudiantes de la carrera de ingeniería civil, que lleven cursos de caminos y pavimentos, la pueden aplicar en el proceso de su formación profesional.

### **1.6.2 Operativa.**

Su viabilidad es operativa ya que existen los recursos humanos disponibles para realizar el proyecto que posteriormente, mediante un expediente técnico, la entidad correspondiente puede materializarlo y puede ser utilizado una vez que se instale.

### **1.6.3 Financiera.**

Esta investigación tiene viabilidad financiera, ya que dispone con un presupuesto autofinanciado por el investigador, encargado del estudio.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1 Investigaciones internacionales.**

Lozano & Tabares (2005), en el estudio titulado “Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en Fase I de la vía de acceso al barrio Ciudadela del Café-Vía la Badea”, fue respaldada por la Universidad Nacional de Colombia. El fin de su investigación es exponer y hacer una comparación de los resultados que se obtuvo luego de evaluar los diferentes métodos utilizados para el diseño estructural del pavimento que se requiere conforme a la demanda del tránsito vehicular, y determinar cuál es la estructura más favorecedora a utilizar conforme al minucioso análisis de los distintos métodos y condiciones que existen y se proyectan en el nuevo pavimento. Este estudio presenta un diseño que es no experimental y de tipo aplicada. Su muestra consta de 1.8 Km, lo que finalmente arrojó un PCI de 90, concluyendo que el estado de la vía es excelente.

Miranda (2010), en la investigación denominada “Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos”, está respaldada por la Universidad Austral de Chile. Su investigación tiene como objetivo reconocer las fallas que posee el pavimento flexible y también el rígido, y así dar con la solución a fin de poderlos conservar y rehabilitar, a un costo reducido y logrando resultados eficientes y factibles. Visualizamos un nivel de investigación descriptivo y de tipo básico. Finalmente concluye señalando que aún no se logra tener la cultura de conservar nuestras vías y que nos genera un menor costo conservarla que repararla, puesto que se ahorrarían millones con respecto a presupuestos. Para el mantenimiento de los pavimentos se necesita gente capacitada para hacer el trabajo, que tenga los conocimientos que competen al mantenimiento de las vías. Al hacer una inspección frecuente y minuciosa, garantiza el uso adecuado del dinero que se destine a esto. Debido a que reparar el pavimento es muy necesario, se debe de realizar a la brevedad posible, puesto que diariamente se va deteriorando más.

Es necesario identificar lo que ocasiona que el pavimento se dañe, con el fin de ejecutar una correcta reparación, de tal modo que se previene reincidencias.

Ceron (2006), en el estudio denominado “Evaluación y Comparación de Metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de Vía en Pavimento Flexible y Rígido de la Vía: Museo Quimbaya – Crq Armenia Quindío (Pr 00+000 – Pr 02+600)”, tiene respaldo de la Universidad Nacional de Colombia. Dicha investigación emplea los Métodos VIZIR y PCI con el fin de evaluarlos y compararlos, con respecto al tramo de vía, en un pavimento rígido y también flexible, entre el Museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindío. Emplea un diseño que es no experimental, también presenta un nivel correlacional y de tipo aplicada. La muestra consta de 2.6 Km, arrojando en los resultados para el pavimento flexible con un PCI de 53.55, que lo clasifica como “Regular”; asimismo un VIZIR de 3 que también lo clasifica como “Regular”. Finalmente, para el pavimento rígido una calificación de 86.9, señalándonos una condición de “Excelente”.

### **2.1.2 Investigaciones nacionales**

Rodríguez (2009), en la investigación denominada "Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de castilla", fue respaldado por la Universidad de Piura. Dicha investigación tiene el objetivo de identificar en que condiciones se halla la vía, con respecto a la integridad de su estructura y el nivel de servicio que da a los usuarios que la transitan. La metodología posibilita cuantificar la integridad de la estructura indirectamente, por medio del PCI (dado que no se efectúan mediciones que posibiliten hacer el cálculo directo de la integridad). Presenta un diseño de investigación no experimental y de tipo aplicada. La muestra comprende 1.2 Km, finalmente concluyendo en los resultados con un PCI de 49, calificándolo como “Regular”.

Lizana (2021), en el estudio denominado “Uso del método PCI para la evaluación del pavimento flexible en la Av. Grau, distrito de Castilla”, respaldada por la Universidad de Piura, comprende usar la metodología del PCI y obtener el Índice de Condición del Pavimento de la vía. El tramo a estudiarse abarca 1600 metros lineales de pavimento la cual sigue la normativa ASTM 5340

– 98 “Método de evaluación del PCI”, logrando identificar las fallas presentes y acto seguido hacer la cuantificación del estado del pavimento. Su investigación posee un diseño no experimental y de tipo aplicada. Finalmente, en sus resultados concluye que el tramo 1 arroja un PCI de 30.75, calificándolo como “Pobre”, y el tramo 2 arroja un 51.25 como PCI, indicando un estado de “Regular”.

Medina (2019), en la investigación denominada “Evaluación del pavimento flexible mediante método del PCI para mejorar la transitabilidad en principales calles de Urbanización la Primavera – Chiclayo”, respaldada por la Universidad César Vallejo, tiene como objetivo realizar la evaluación del pavimento usando la metodología del PCI, con el fin de la mejora del tránsito en las calles de Urbanización La Primavera – Chiclayo, 2017. Su investigación posee un nivel descriptivo y de tipo aplicativo. Consta de una muestra que conforma un área de 40525.20 metros cuadrados. Finalmente concluye en sus resultados arrojando un PCI de 30.36 dándole una calificación de “Malo”.

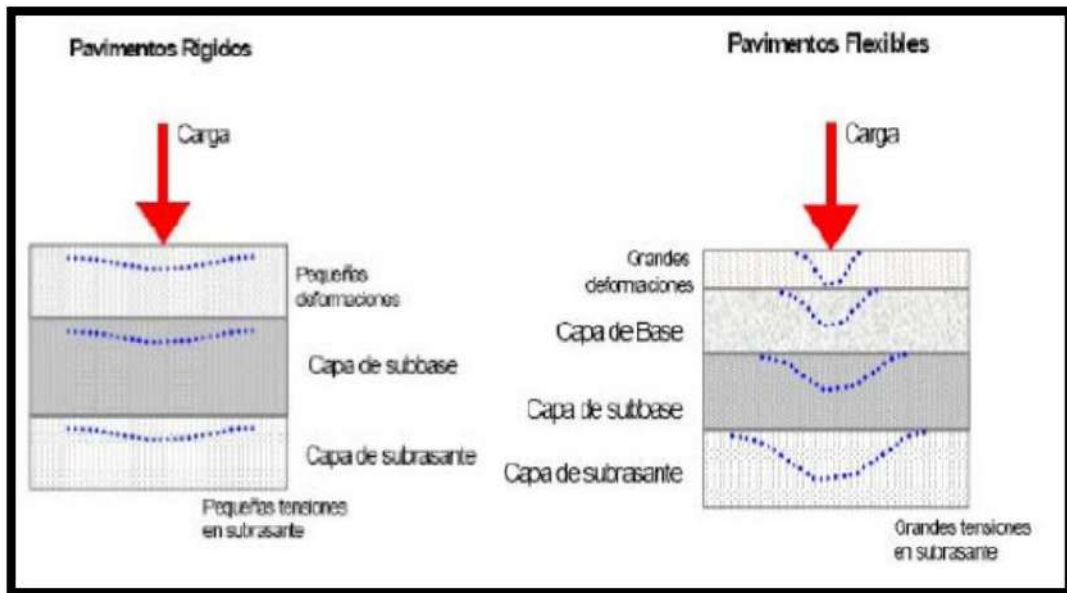
## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1. Pavimentos.**

#### ***2.2.1.1. Tipos de pavimentos.***

La definición de pavimentos viene a ser un conjunto de estructuras conformado por capas una encima de otra y horizontalmente que constan de un diseño para su posterior construcción que debe considerar la utilización de adecuados materiales, debe ser compactada correctamente, entre otros puntos a considerar con el fin de que pueda tener una adecuada resistencia con respecto a los esfuerzos que le transfieren el cargamento repetitivo del paso de los vehículos y usuarios a lo largo de su tiempo de vida al que fueron destinados. Montejo (2002).

Los pavimentos se clasifican de acuerdo a su composición de su estructura, ya que esto va a determinar como se comporta y la manera en que se distribuirán las cargas que recibirá iniciando por la carpeta de rodamiento y logrando llegar a la sub rasante, que viene a ser la superficie del terreno. En la Figura 2, podemos observar cómo se comportan las estructuras del pavimento rígido y flexible.



**Figura 2:** Comportamiento del pavimento rígido y flexible.

**Fuente:** Miranda (2010)

El pavimento flexible presenta una carpeta de rodamiento conformado por concreto de cemento de asfalto, que por lo general va por encima de un par de capas sin rigidez alguna, las cuales vienen a ser la base y la subbase. Montejo (2012) indica que es factible excluir una de las 2 capas siempre y cuando la obra en particular lo necesite. Estos pavimentos se distinguen por ser altamente flexibles en cuanto a su carpeta superficial (son capaces de soportar amplias deformaciones sin romperse), las cargas de tráfico en la superficie son cargas concentradas, tiene el efecto de disminuir por medio del espesor de las capas inferiores, hasta que se distribuye y se atenúa a la subrasante. Por lo tanto, la subrasante viene a ser la que soporta las cargas que se imponen, así como las capas que se construirán encima de ella. De esto podemos concluir, que la carpeta asfáltica no va a absorber todas las cargas de los vehículos, más bien se comporta como un material de transmisión; por esta razón, el pavimento flexible suele requerir por lo general más capas intermedias entre lo que es la subrasante y la carpeta de rodamiento. Conza (2016).

Los pavimentos flexibles son más económicos inicialmente cuando la construyen, posee una vida útil de entre los 10 hasta los 15 años, sin embargo, posee la desventaja de que requiere un mantenimiento de forma periódica, solo de esa forma puede desempeñar su vida útil.

También tenemos a los pavimentos rígidos los cuales poseen una carpeta de rodamiento conformada por una losa con un concreto hidráulico. Es rígido por las propiedades que tiene la carpeta de concreto, la cual receptiona mucho mejor absorbiendo las cargas de vehículos y aunque construirlo es más costoso que el pavimento flexible, su mantenimiento es minúsculo. Por la rigidez de la carpeta de rodamiento, las cargas tienen una eficiente distribución, por consiguiente, su estructura requiere de pocas capas granulares entre lo que viene a ser la carpeta de rodamiento y la sub rasante. Todo lo contrario al pavimento flexible, el pavimento rígido no necesita tener una base granular la cual contribuya al soporte de las cargas, únicamente necesita de la sub-base la cual contribuya uniformidad, dado que la losa de concreto viene a ser la que soporta las cargas. De modo que, la base del diseño establece los esfuerzos internos que se van a producir en la losa, producto de las cargas y la condición del clima. Conza (2016).

Adicionalmente de los pavimentos definidos anteriormente, asimismo existen los pavimentos semi-rígidos y articulados; el pavimento semi-rígido presenta una estructuración igual a la del pavimento flexible, diferenciándose en que una de sus capas se halla en estado rígido de forma artificial con cierto tipo de aditivo tales como lo son el asfalto, la cal, emulsión, cemento y/o químicos, esto se altera con el fin de hacer la corrección o modificación de las propiedades mecánicas con respecto a los materiales de la zona la cuales no sirven para construir los pavimentos y así evitamos traer a los materiales que se ubican muy lejos de la obra, ya que si bien son mejores, pero evidentemente significaría un costo elevado para construir.

Por último, el pavimento articulado está compuesto por una capa de rodamiento que está conformada con bloques de concreto que están prefabricados, conocido con el nombre de adoquín el cual tiene un espesor uniforme y vienen a ser idénticos entre sí. La carpeta superficial la podemos colocar encima de una fina capa de arena, y esta última al mismo tiempo, se posa por encima de la capa de base granulada o también de forma directa encima de la subrasante, el número de capas depende de la calidad que tengan las mismas y la frecuencia de lo que viene a ser las cargas. Montejo (2002).

### ***2.2.1.2. Pavimentos Flexibles.***

#### *Conformación de capas.*

El pavimento flexible por lo general está conformado por la carpeta superficial, sostenida por dos capas llamadas base y sub base; y toda esta estructura va por encima de la sub rasante, tal como observamos en el Gráfico N°03. Seguidamente, describiremos las características principales y sus funciones de estas capas que conforman este pavimento de acuerdo con Torres (2007):

**a. Sub base.**

La composición de la subbase se basa en consideraciones económicas. Porque el objetivo es aumentar el espesor del pavimento utilizando materiales más baratos. Al igual que con la base, reemplazamos estructuras gruesas con materiales de alta calidad, obteniendo una delgada base y sustituyéndolo parcialmente por la subbase con calidad baja.

Dado que el material de la base es granulado casi grueso y el material de la sub base es más fino, esto hace que actúe como un filtro entre la base y la subrasante evitando que se mezclen los materiales de ambos.

Entre otras propiedades importantes, la sub base drena el agua que ha permeado el pavimento debido a la humedad, asimismo previene el ascenso capilar del agua a la base y absorbe la deformación de la sub rasante.

Las propiedades requeridas para la capa sub base son que sea resistente a la fricción y el drenaje. La primera, aporta a la resistencia general del pavimento y asegura que esta se comporte adecuadamente en términos de deformabilidad. El segundo, se refiere a la capacidad de drenaje necesaria que evite el ascenso capilar.

En cuanto al grosor de esta capa varía mucho por lo que dependerá de ser evaluado según el tipo de proyecto. Sin embargo, se le considera 12 a 15 cm de grosor mínimo.

De no contar con suficientes finos para compactar la sub base, se busca en otros bancos de materiales que cumplan con los requerimientos. Es importante que estos bancos no contengan materia vegetal u otro material que sea perjudicial ya que esto puede generar muchas fallas en el pavimento, al no cumplir con las especificaciones requeridas, como también un mal compactado o una contaminación al no haber un drenaje correcto.

**b. Base.**

La Base viene a ser la que soporta en mayor proporción los esfuerzos que produce el tránsito vehicular. La principal función que tiene es que proporciona un elemento que resiste la transmisión de esfuerzos a la sub base y a la sub rasante, la cual presenta una intensidad correcta. Además, debe de contar con 2 funciones más que son el de drenar el agua evitando que la capilaridad ascienda; asimismo, deberá poseer propiedades friccionantes y suministrado de vacíos.

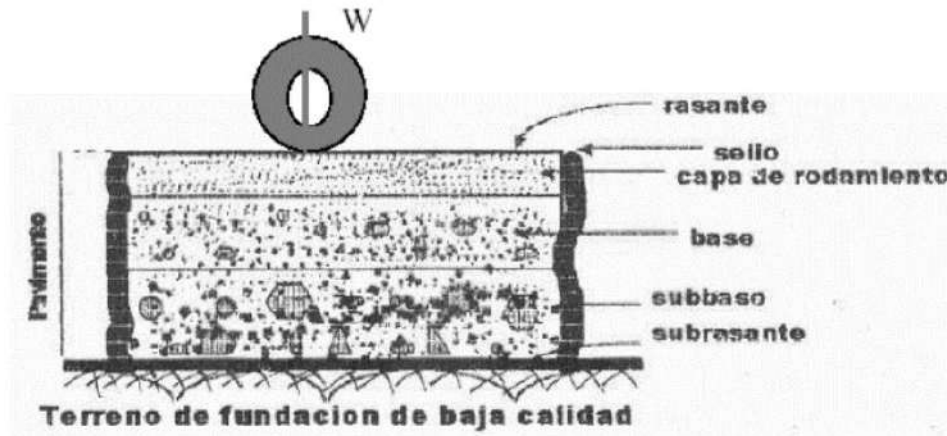
La característica inicial asegura que resista adecuadamente y permanentemente con los cambios de las condiciones externas las cuales pueden ser algo perjudicial, como el contener el agua. A pesar de ello, para poder asegurar lo que es una resistencia correcta no se obtiene simplemente utilizando material de fricción, pues a la vez se requiere realizar un compactado adecuado. En la base se utilizan materiales que se someten a un proceso exigente para ser aprobado. Por ejemplo, la trituración produce resultados convenientes para su resistencia y deformación estructural, por tanto, se podrán obtener partículas con formas favorables para un correcto reacomodo. También se deberán cumplir otras especificaciones requeridas por lo que hace necesario hacer un tamizado del material a utilizar.

El grosor de la base varía mucho según el tipo de proyecto dependiendo de su evaluación. Sin embargo, generalmente se considera un espesor mínimo de entre 12 a 15 centímetros.

**c. Capa de rodamiento.**

La carpeta de asfalto viene a ser la parte superficial de un pavimento flexible la cual va a proporcionar lo que es la capa de rodadura. Dicha capa va colocada encima de la base y su función es el de dar protección a la estructura del pavimento al impermeabilizar la superficie. Esto va a evitar que se filtre el agua que proviene de las lluvias u otros elementos del exterior las cuales pueden causar una saturación en las capas internas y un deterioro acelerado.

Además, la capa de rodadura también juega un papel importante al resistir la carga de tráfico cuando el grosor es suficiente.



**Figura 3:** Estructura del pavimento flexible

**Fuente:** Rodriguez & Rodriguez (2004)

#### *Características funcionales*

Las distintas capas que componen un pavimento flexible presentan las siguientes características funcionales cuando actúan como un conjunto estructural, de acuerdo con Torres (2007):

- Resiste las cargas de tráfico y las distribuye bien. Un pavimento flexible no debe deformar su estructura debido a las tensiones provocadas por el tráfico, y por ello su espesor es muy importante.
- Debe ser impermeable. El pavimento deberá ser lo necesariamente impermeable para evitar la entrada del agua, que pueda afectar la capacidad del suelo para soportar. Con ello podemos llegar a la conclusión que la presencia de un drenaje adecuado es muy importante.
- Soportar impactos destructivos de vehículos. Los pavimentos deben ser resistentes a la abrasión y al desprendimiento de partículas por el tránsito vehicular.
- Ser resistente a los agentes atmosféricos. Debido a su presencia permanente, los factores atmosféricos van a provocar que se meteoricen y alteren los materiales que conforman los pavimentos, lo que se verá reflejado en su vida económica y de servicio. En conclusión, es necesario buscar y emplear materiales de alta calidad y resistencia.
- Deberá poseer una superficie de rodamiento la cual sea adecuada permitiendo así un tránsito fluido que sea a la vez cómodo. El pavimento además de ser



cómodo, debe de ser seguro y debe presentar una apariencia agradable para que el vehículo pueda rodar de manera óptima. Esta superficie debe ser lisa y no resbaladiza incluso cuando está mojada.

- Debe tener flexibilidad para fallas específicas de base o subbase. Esto es importantísimo en el caso que se presente hundimiento en cualquiera de sus capas. Esto le permite ajustar pequeños errores sin requerir reparaciones de alto costo. (p.1,2)

### ***2.2.1.3. Ciclo de vida del pavimento.***

Las fases o etapas a las cuales se expone un pavimento flexible, de acuerdo con Rodríguez & Rodríguez (2004):

- Fase de Consolidación:

En esta etapa, sus capas se compactarán por las cargas que le transmiten los vehículos. Es una etapa breve que se establece con rapidez. Dependerá de lo compactadas que estén las capas cuando las estaban construyendo y no debería suceder si han sido suficientemente compactadas cada una de ellas.

- Fase Elástica:

Comienza después de la etapa previa y coincide con la duración del pavimento. Si hay consolidación, cada carga causa una deformación permanentemente la cual después se convertirá en una deformación elástica transitoria la cual se recuperará instantáneamente, haciendo que cada rueda provoque un desplazamiento hacia abajo (deflexión) y luego logre recuperarse después de que el este pase (rebote). En esta etapa, no hay daños extensos en la superficie del pavimento, excepto por deformaciones o fallos puntuales causados por problemas con los materiales, o por un exceso de humedad. También vemos que los esfuerzos generados por las cargas deforman el asfalto y las capas granuladas. El tiempo de vida del pavimento dependerá de esta etapa, y las deflexiones que pueda experimentar.

Diversos estudios demuestran que los pavimentos con poca deflexión tienden a durar más, mientras que aquellos con deflexión alta se deterioran más rápidamente.

- Fase de Fatiga:

Es el último momento de la estructura. El paso continuo de los vehículos crea deformaciones en el pavimento, lo que genera tensiones que se acumulan llegando al punto de romperse la capa por fatiga luego de tantas pasadas. Partiendo de ello, se produce un deterioro gradual en toda la vía que finalmente requiere ser reconstruida completamente. La fatiga comienza cuando aparecen las grietas longitudinales debido al tránsito repetitivo y la entrada de agua en el pavimento, lo que provoca que la estructura colapse y la pérdida de vida útil del pavimento. (p. 30-32)

#### **2.2.1.4. Mecanismos de deterioro.**

##### *Clasificación por formas.*

La degradación de un pavimento viene a ser un deterioro gradual, a causa de factores específicos, que finalmente conduce a que la estructura colapse. En ausencia de una oportuna y adecuada intervención, los tipos de degradaciones se van a clasificar en cuatro grupos según sus características, de acuerdo con Valeriano (2000):

- Deformaciones: Las deformaciones de los pavimentos son cambios en su forma original. Estas suelen ser originadas, por lo general, debido a una fundación insuficiente y que perjudica por completo a la estructura del pavimento.
- Agrietamientos o Fisuras: Estas deficiencias están presentes en estructuras la cuales han experimentado un aumento excesivo de intensidad y de frecuencia de las cargas con más peso en comparación con el tráfico planificado o han estado en servicio durante más tiempo del previsto. Todo esto es debido a la fatiga y debilidad estructural
- Disgregaciones: Es el deterioro de la capa de asfalto, que va desde el desgaste gradual, que debilita la capa de rodadura, hasta un desgaste total con la pérdida de pedazos de asfalto, y esto resulta en la formación de baches debido al tráfico. Además de estos 3 grupos, hay otro menos importante en la estructura, sin embargo, si influye significativamente en la apariencia superficial y en la seguridad del usuario, que viene a ser la exudación.

- **Exudaciones:** Viene a ser la aparición de asfalto en la superficie de la carretera a causa de un excesivo material bituminoso en la mezcla dosificada. Cuando el asfalto aflora mucho y se extiende ampliamente, convierte la superficie del pavimento en un punto de ser altamente resbaladizo durante la lluvia o cuando hay demasiada humedad. (p.9,10)

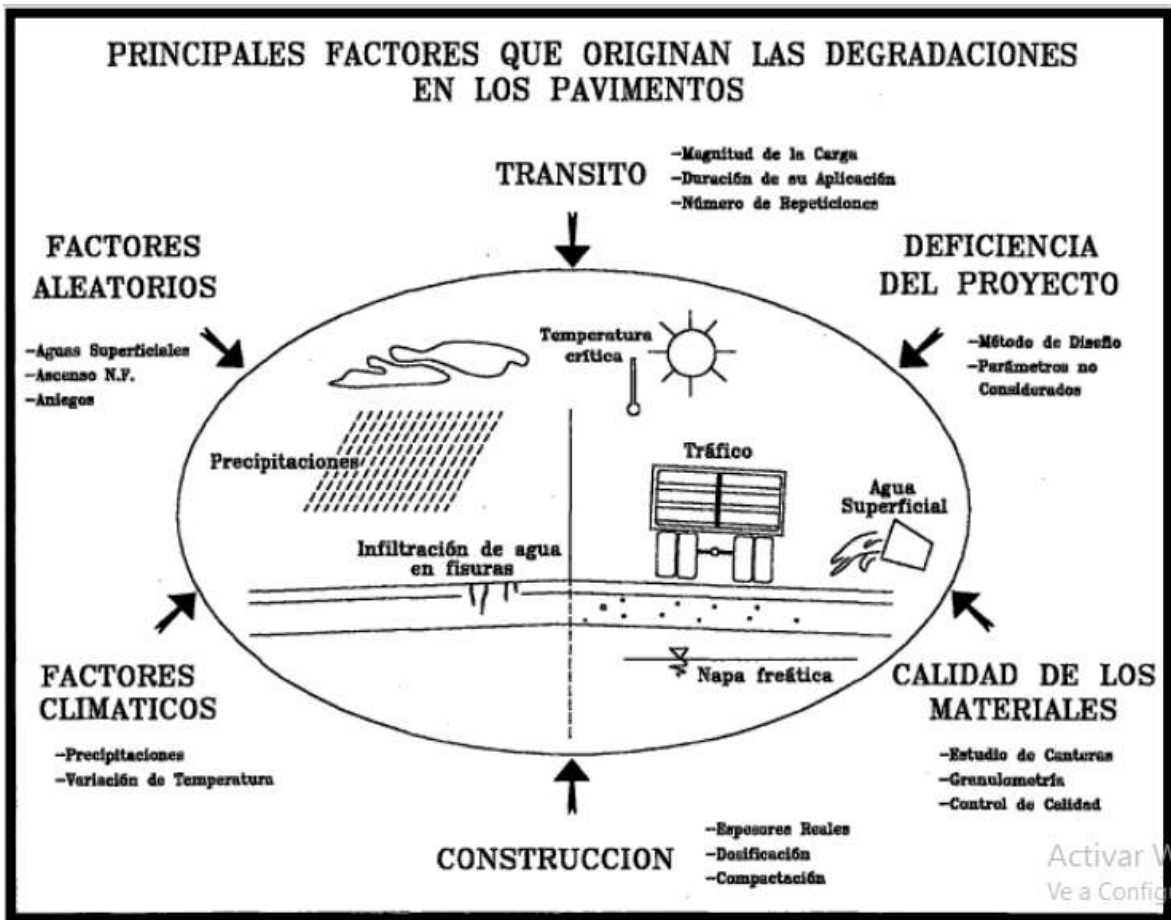
### *Causas de origen*

Las causas que generan diferentes tipos de degradación son diversas, las cuales pueden ser cuantitativos, cualitativos o aleatorios. El Gráfico N°05 nos muestra las principales causas y acto seguido describiremos a cada una de ellas, de acuerdo con Valeriano (2000):

- **Tránsito:** Este es un factor de mucha importancia, debido a que la deformación y agrietamiento de las vías depende de la cantidad de carga por eje, la duración de la utilización y la cantidad de reiteraciones. El tráfico es uno de los factores que se pondera difícilmente. Los automóviles consisten en diferentes modelos vehiculares, con diferentes números de ejes, diferentes configuraciones, números, tipos, espaciamientos en sus neumáticos, entre otros.
- **Deficiencias del Proyecto:** La utilización de las técnicas de diseño actuales vienen a ser inadecuadas debido a que conduce a un dimensionamiento erróneo de las estructuras de los pavimentos, a una evaluación incorrecta de las propiedades de los materiales utilizados como también del terreno, el dosificar mal las mezclas, un trabajo inadecuado sin considerar a los factores medioambientales.
- **Calidad de los Materiales:** Inicia con una investigación deficiente, a menudo, ausente en la cantera. Existe deficiencia en el preparado del material granulométrico inadecuado. Existe también un mal control del asfalto, como también del agua y los agregados.
- **Deficiencias en el Proceso de Construcción:** Un menor espesor de lo que se tuvo previsto, mala preparación de mezclas y estabilizantes, defectos en la

distribución, compactado y acabado, todo ello provoca una degradación de la calidad del material y el acelerado debilitamiento estructural del pavimento.

- Factores Climáticos: Factores importantes como es el cambio climático que provoca la contracción de la mezcla. Las lluvias que provocan inundaciones o se infiltran en las grietas o fisuras empeorándolas, donde los sistemas de drenaje son inexistentes o inadecuados.
- Factores Aleatorios: Vienen a ser los que no se pueden cuantificar, sin embargo deberán ser considerados en la planificación tales las inundaciones, congestión de estructuras debido a fugas de agua y redes de alcantarillado, y una dimensión social de mucha importancia que rara vez se considera, en la que vemos las aguas negras y la basura orgánica encima de los pavimentos, el cual varía según el nivel socioeconómico y cultural, siendo frecuente en los barrios populares.
- Deficiente Mantenimiento: Mantenimiento deficiente debido a la falta de equipo, financiamiento, personal capacitado, uso de material o de técnicas inapropiadas, o total desinterés por mantenerlo conservado. El mantenimiento oportuno evita que se produzcan daños graves en la carretera. Es posible si existe un sistema de evaluación periódica. (p.11-13)



**Figura 4:** Causas que originan los deterioros.

**Fuente:** Valeriano (2000)

#### *Consecuencias.*

La degradación del pavimento no solo afecta directamente a los vehículos de transporte que van circulando por las carreteras afectadas, sino que también afecta indirectamente a los usuarios. Algunos de ellos se detallan a continuación.

Valeriano (2000):

- Un pavimento deteriorado provoca que aumenten los costos de operación del vehículo, especialmente por un mayor consumo de combustible y un costoso mantenimiento del vehículo.
- La falla o el deterioro inevitablemente disminuirán la velocidad y retrasarán el tiempo de viaje del usuario.
- A avanzar el deterioro de la vía, crece la probabilidad de accidentes, por lo que aumenta la inseguridad.

- La degradación de la vía aumenta la probabilidad de que el vehículo se sobresalte, causando al usuario una incomodidad.
- El pavimento en mal estado afecta psicológicamente la forma en que los conductores reaccionan al intentar evitar los problemas en la carretera.

## 2.2.2. Método PCI.

### 2.2.2.1. Definición.

El método PCI (Índice de Condición del Pavimento) viene a ser un procedimiento la cual va a determinar la condición de un pavimento con la inspección visual e identifica la clase, la severidad y el número de defectos encontrados. Sigue una metodología que es fácil de implementar y no requiere una herramienta especializada, debido a que las condiciones de la carretera se miden indirectamente. Dicho método es caracterizado por el hecho de que no requiere equipos especiales o sofisticados para evaluar. Brinda información certera y confiable con respecto a los defectos del pavimento, su severidad y estado final. Porque resulta que su uso no es complicado. Viene a ser un método estándar y muy detallado que sirve para que puedan ser evaluadas las superficies de las carreteras y forma la base que determinará si se necesita de un mantenimiento o restauración de las superficies de las carreteras. (Gutierrez, 1994).

PCI es un índice numérico la cual puede variar de 0 para pavimentos defectuosos a 100 para pavimentos en excelente estado y su clasificación es tal como observamos en la Figura 5.

|     |           |
|-----|-----------|
| 100 |           |
| 85  | EXCELENTE |
| 70  | MUY BUENO |
| 55  | BUENO     |
| 40  | REGULAR   |
| 25  | MALO      |
| 10  | MUY MALO  |
| 0   | FALLADO   |

**Figura 5:** Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Escala de Graduación

**Fuente:** Vásquez (2002)

### 2.2.2.2. Procedimiento.

Ahora veamos qué pasos debemos seguir para finalmente encontrar el valor PCI de un pavimento flexible:

*Etapa 1: Identificamos unidades de muestra.*

- No resulta práctico ni económico hacer la inspección de todo el tramo
- Por ello, las secciones serán divididas en unidades de muestra
- Se recomienda un número específico de unidades de muestra

*Etapa 2: Dividimos en unidades de muestra el pavimento.*

Una unidad de muestra será:

- Pavimentos flexibles:  $230 \pm 90$  m<sup>2</sup>
- Pavimentos rígidos:  $465 \pm 185$  m

*Etapa 3: Determinamos del ancho de la muestra.*

Después de la evaluación previa en el campo, se lleva a cabo el trabajo en gabinete. Para ancho de calzado.

| Ancho de Calzadas (m) | Longitud de UM (m) |
|-----------------------|--------------------|
| 5.0                   | 46.0               |
| 5.5                   | 41.8               |
| 6.0                   | 38.3               |
| 6.5                   | 35.4               |
| 7.3 (máximo)          | 31.5               |

**Tabla 1:** Parámetro de anchos de calzadas para determinar la longitud de unidad

**Fuente:** Vásquez (2002)

Calculamos el total de muestras para el tramo.

Longitud

Ancho promedio de calzada

Longitud Unidad de Muestreo (UM)

Total de Unidades de Muestreo (N):

$$N = \frac{\text{Long.Proyecto}}{\text{Long.UM}} \quad \dots (\text{Ec.1})$$

*Etapa 4: Seleccionamos las unidades de muestra a ser inspeccionadas*

El manual de PCI sugiere calcular un valor de “n” que corresponde a un tamaño de muestra aleatorio mucho más pequeño, ya que las longitudes superiores a 3 km son muy amplias:

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} \quad \dots \text{(Ec.2)}$$

**n**= número de unidades de muestra a ser inspeccionada

**N**= Número de unidades de muestra en la sección, máx.200.

**σ**= Desviación estándar del PCI entre unidades de muestra en la sección  
(Pavimento flexible= 10, pavimento rígido= 15)

**e**= Error admisible (=5 puntos)

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

*Etapa 5: Intervalo de muestreo.*

El espacio entre unidades se calcula usando un muestreo aleatorio sistemático. Las muestras deberán distribuirse uniformemente a lo largo del intervalo y la primera muestra se elige al azar. La distancia “i” entre las unidades a muestrear debe calcularse utilizando esta ecuación:

$$i=N / n \quad \dots \text{(Ec.3)}$$

**N**= número total de unidades de muestra en la sección

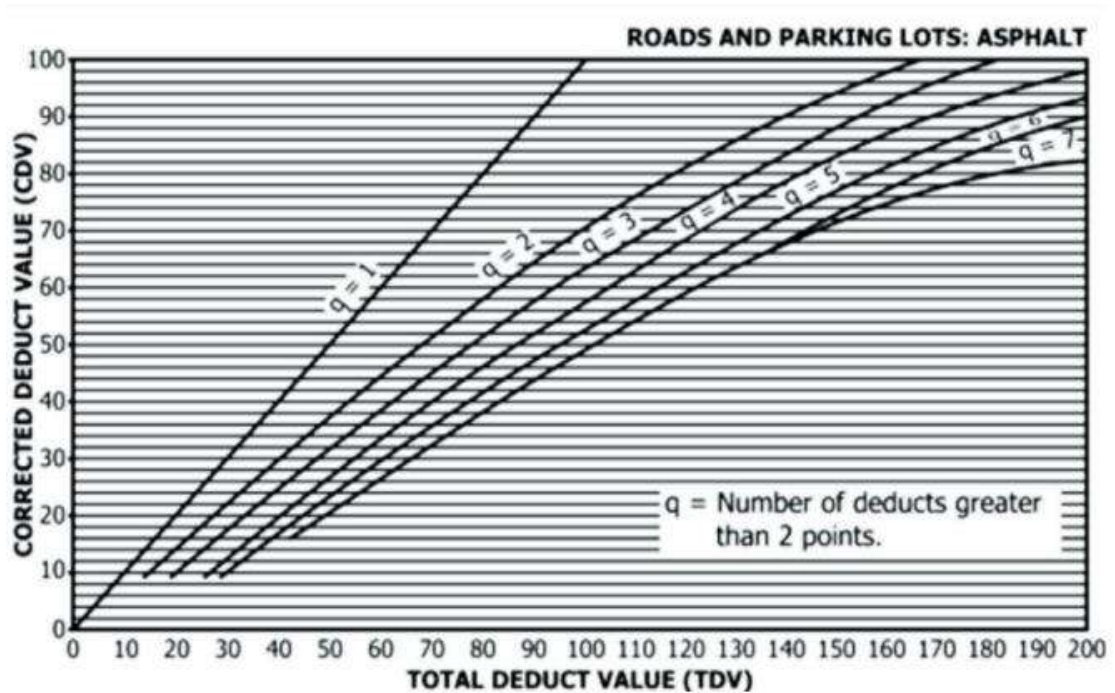
**n**= número de unidades de muestra a ser inspeccionadas

Fuente: Vásquez (2002)

*Etapa 6: Determinamos el máximo valor Deducido corregido (VDC).*

1. Determine el número de VD mayor a 5 en aeropuertos, y mayor a 2 en calles. Esta cantidad se conoce como “q”.
2. Determine el valor deducido total sumando todos los VD hasta m.
3. Determine el VDC a partir de q, utilizando la curva correspondiente, Figura 6.





**Figura 6:** Curvas de corrección.

**Fuente:** Vásquez (2002)

4. En aeropuertos, reducimos a 5 el menor valor deducido que sea mayor a 5.
  5. En calles, reducimos a 2 el menor valor deducido que sea mayor a 2. Repita los pasos 1 a 3 hasta que  $q=1$
- El Máximo Valor Deducido corregido será el mayor VDC calculado.

*Etapas 7: Calculamos el PCI:*

- Calculamos el PCI de cada una de las muestras:

$$PCI = 100 - \max(VDC) \dots (\text{Ec.4})$$

- Calculamos el PCI de la sección:

Si las muestras a inspeccionar se seleccionan con aleatoriedad, el PCI de la sección se calculará como el PCI ponderado (PCIr) del área donde están las unidades de muestra usando esta fórmula:

$$PCI_s = PCI_r = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}} \quad \dots \text{ (Ec.5)}$$

$$PCI_r = \frac{PCI_r(A - \sum_{i=1}^m A_{ai}) + PCI_a(\sum_{i=1}^m A_{ai})}{A} \quad \dots \text{ (Ec.6)}$$

Donde:

$PCI_s$  = PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

$PCI_r$  = PCI ponderado del área de las unidades de muestra inspeccionadas en forma aleatoria.

$PCI_{ri}$  = PCI de la unidad de muestra aleatoria "i".

$A_{ri}$  = área de la unidad de muestra aleatoria "i".

n = número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

Si se inspeccionan muestras adicionales, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas ( $PCI_a$ ) lo hallaremos mediante esta fórmula:

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} \times A_{ai})}{\sum_{i=1}^m (A_{ai})} \quad \dots \text{ (Ec.7)}$$

Donde:

$PCI_a$  = PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales.

$PCI_{ai}$  = PCI de la unidad de muestra adicional "i".

$A_{ai}$  = área de la unidad de muestra adicional "i".

A = área de la sección.

m = número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas.

**Fuente:** Vásquez (2002)

### 2.2.2.3. Tipos de fallas.

Describiremos brevemente las fallas y se explicarán las causas del cómo se originan y cómo identificarlas, de acuerdo con Vásquez (2002).

#### 1. Piel de Cocodrilo

Viene a ser un conjunto de grietas que se encuentran interconectadas las cuales resultan de la falla por fatiga de la capa de rodamiento sometido a carga de tráfico repetitivo. Empieza en la parte del fondo de la capa asfáltica, en la cual la tensión

bajo la carga de los neumáticos y la carga de tracción son mayores. Primero, la grieta es propagada a la superficie como un conjunto de grietas longitudinales paralelamente. Luego debido al tráfico repetitivo, estas fisuras se fusionarán en polígonos de ángulos agudos, revelando patrones que recuerdan a la malla de alambre o la piel de un cocodrilo.

Esta falla solamente se da en áreas de tráfico repetido, como las huellas de los neumáticos. La piel de cocodrilo es considerado una lesión estructural de importancia y, por lo general, implica la formación del ahuellamiento.

### ***Niveles de severidad***

L (Low: Bajo): Finura de las fisuras en forma capilar y longitudinal ocurren paralelamente con un poco o nada de conexión. Estas fisuras no presentan descascaramiento, esto significa que no hay fractura de los materiales a cada lado de la fisura.

M (Medium: Medio): Se desarrolla posteriormente piel de cocodrilo con severidad L, formando una malla de fisuras que podrían tener un leve descascaramiento.

H (High: Alto): Tiene la forma de una malla de fisuras, dejando fragmentos bien definidos con bordes descascarados. Algunas partes pueden moverse debido al tráfico.

### ***Medida***

Mida el área dañada en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>. Es difícil medir esta clase de falla ya que la sección dañada en general se ve mezclado a 2 o 3 severidades. En el caso de que cada porción se diferencie de forma fácil, entonces se medirán y registrarán de manera separada. Por otro lado, debe considerarse la severidad más alta para la sección total.

### ***Alternativas de reparación***

L: Lo dejamos tal como está o hacemos un sellado superficial. Sobrecarpeta.

M: Parchamos total o parcialmente. Hacemos sobrecarpeta o reconstrucción.

H: Parchamos total o parcialmente. Hacemos sobrecarpeta o reconstrucción.



**Figura 7:** Piel de cocodrilo de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).

**Fuente:** Vásquez (2002)

## 2. Exudación

Viene a ser una lámina de material asfáltico sobre la capa superficial del pavimento, formando una superficie con brillo, cristalino y reflejante y que generalmente es pegajoso. Esta falla se causa por demasiado material asfáltico, demasiada utilización de sello asfáltico o baja incorporación de aire. Aquello pasa porque cada vacío de la mezcla es llenado con asfalto a una alta temperatura ambiental por lo que se expandirá en la capa superficial. La exudación es irreparable en un clima frío.

### ***Niveles de severidad.***

L: El daño es de severidad muy leve, detectado al año en pocas fechas. El asfalto no ha de pegarse a nuestros calzados ni al vehículo.

M: El asfalto se pegará a los zapatos y al vehículo, solo en el transcurso de algunas semanas.

H: La exudación se presenta de manera extensiva y mucho asfalto se pegará a los calzados y llantas en el transcurso de varias semanas del año.

### ***Medida***

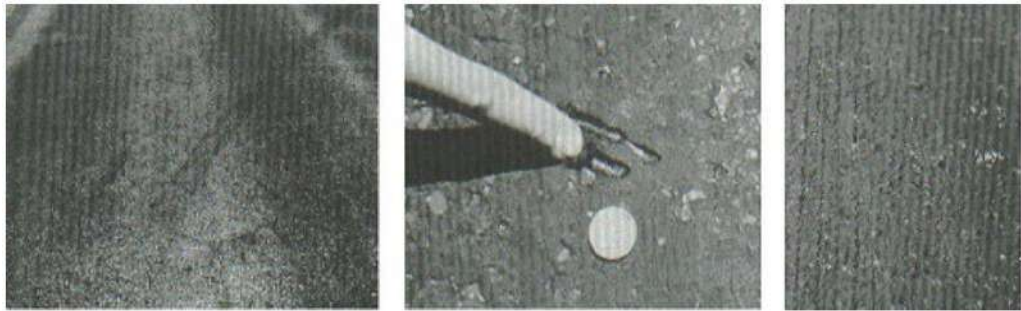
Mida el área dañada en  $\text{ft}^2$  o  $\text{m}^2$ . Si contabilizamos la exudación, omitiremos ella falla pulimento de agregado.

### ***Alternativas de reparación***

L: Lo dejamos tal como está.

M: Aplicaremos arena / agregados y cilindrado.

H: Aplicaremos arena / agregados y cilindrado (de ser necesaria se precalienta).



**Figura 8:** Exudación de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).

**Fuente:** Vásquez (2002)

### 3. Agrietamiento en bloque

Viene a ser fisuras entrelazadas las cuales van a dividir en trozos el pavimento casi formando un rectángulo. El tamaño de cada bloque variará entre 30 cm x 30 cm a 3 m x 3 m. Este agrietamiento se causa principalmente debido a contracciones que sufren el concreto de asfalto y los cambios diarios de temperatura. Esta falla no se asocia a las cargas e indicará un endurecimiento significativo del asfalto. Suele ocurrir sobre parte considerable de los pavimentos, sin embargo también puede aparecer solamente en secciones carentes de tráfico, contrario a la piel de cocodrilo que es causada debido a una exposición repetitiva del tráfico. Esta falla se diferencia de la piel de cocodrilo en que esta última se conforma por fragmentos o piezas más pequeñas, con más lados de ángulo agudo.

#### *Niveles de severidad*

L: Está caracterizado por fisuras de severidad baja.

M: Está caracterizado por fisuras de severidad media

H: Está caracterizado por fisuras de severidad alta.

#### *Medida*

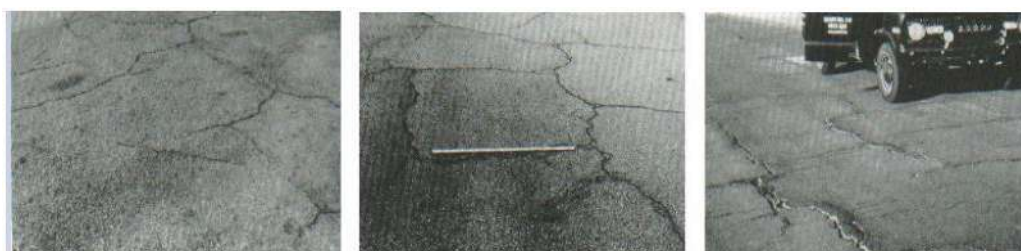
Mida la sección dañada en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>. En el caso de tener diferentes tipos de severidades en un área de la carretera, se medirán y registrarán por separado.

### ***Alternativas de reparación***

L: Sellar las fisuras con 3 mm a más de anchura. Regar el sellado.

M: Sellar las fisuras, reciclado de superficie. Escarificar en caliente. Sobrecarpeta.

H: Sellar las fisuras, reciclado de superficie. Escarificar en caliente. Sobrecarpeta.



**Figura 9:** Agrietamiento en bloques con severidad baja, media y alta (izquierda a derecha).

**Fuente:** Vásquez (2002)

### **4. Abultamientos y Hundimientos**

Un abultamiento viene a ser cuando una pequeña parte de la superficie del pavimento se desplaza ascendentemente. Esto es distinto a los desplazamientos, provocados por pavimentos con inestabilidad. Esta falla se causa debido a diferentes factores, por ejemplo:

1. Se levantan las losas de concreto con cemento Pórtland que tienen sobrecarpeta con concreto de asfalto.
2. Se expande debido a congelamiento (crecen lentes de hielo).
3. Se infiltra y se eleva el material en una fisura y se combina con las cargas de tráfico (también llamado “tenting”).

Un hundimiento viene a ser cuando una pequeña parte de la superficie de la vía se desplaza descendente y abruptamente.

Cuando se desplaza y distorsiona una gran parte de la vía, provocando en la misma, depresiones largas o de gran tamaño, se denominan “ondulaciones” (hinchamiento: swelling).

### *Niveles de severidad*

L: Presenta una calidad del tráfico con nivel bajo de severidad.

M: Se presenta la calidad del tráfico con nivel medio de severidad.

H: Se presenta la calidad del tráfico con nivel alto de severidad.

### *Medida*

Mida en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>. En el caso que estén perpendicularmente a la circulación del tráfico y se encuentran a 3 m de distancia o menos, se le denomina corrugación. Por otro lado, cuando el abultamiento se combina con una fisura, entonces ambas serán registradas.

### *Alternativas de reparación*

L: Lo dejamos tal como está.

M: Realizamos el reciclado en frío. Parchamos parcial o profundo.

H: Realizamos el reciclado (fresado) en frío. Parchamos parcial o profundo. Sobrecarpeta.



**Figura 10:** Abultamientos y hundimientos de severidad baja, media y alta (Izquierda a derecha).

**Fuente:** Vásquez (2002)

## 5. Corrugación

Esta falla (denominada como “lavadero”) viene a ser un conjunto de depresiones y cimas estrechamente espaciados las cuales se presentan a intervalos muy regulares (a menos de 3 m por lo general). Las cimas se dan perpendicularmente a la circulación del tráfico. Esta falla se causa principalmente por la combinación del tráfico con una base sin estabilidad. En el caso de que las protuberancias sucedan consecutivamente a intervalos de menos a 3 m, independientemente de la causa, la falla será denominada corrugación.



### ***Niveles de severidad***

L: Presenta una calidad del tráfico con nivel bajo de severidad.

M: Se presenta la calidad del tráfico con nivel medio de severidad.

H: Se presenta la calidad del tráfico con nivel alto de severidad.

### ***Medida***

Mida el área dañada en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>.

### ***Alternativas de reparación***

L: Lo dejamos tal como está.

M: Procedemos con la reconstrucción.

H: Procedemos con la reconstrucción.



**Figura 11:** Corrugación de severidad baja, media y alta (Izquierda a derecha).

**Fuente:** Vásquez (2002)

## **6. Depresión.**

Viene a ser una sección que se localiza en la superficie del pavimento y su nivel es un poco más bajo que el pavimento que lo rodea. En pavimentos secos, pueden encontrarse esta falla a causa de las manchas del agua empozada. Esta falla se forma cuando la subrasante se asienta o cuando se realiza una construcción inadecuada. Estos causan algunos desniveles y podrían originar hidroplaneo en el caso de ser lo suficientemente hondos o conteniendo agua.

Un hundimiento es una caída brusca del nivel, a diferencia de una depresión.

### ***Niveles de severidad***

Profundidad máxima:

L: Tiene 13 a 25 mm.

M: Tiene 25 a 51 mm.



H: Tiene 51 mm a más.

***Medida***

Mida el área dañada en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>.

***Alternativas de reparación***

L: Lo dejamos tal como está.

M: Parchamos superficial, profundo o parcialmente.

H: Parchamos superficial, profundo o parcialmente.



**Figura 12:** Depresión de severidad baja, media y alta (Izquierda a derecha).

**Fuente:** Vásquez (2002)

7. Grieta de Borde

Se da paralelamente y, por lo general, se encuentra a 30 y 60 cm de la orilla del pavimento. Este defecto se acrecienta a causa de las cargas de tránsito y se origina a causa de que se ha debilitado la subrasante próxima a la orilla de la vía, producido por las condiciones del clima. El área formada por la fisura y la orilla del pavimento se clasificará según la gravedad de la fisura (a veces es tan grave que se pueden quitar los pedazos).

***Niveles de severidad.***

L: Grieta leve o moderada, y no se observa fragmentos o desprendimiento.

M: Grieta media con algunos fragmentos y desprendimiento.

H: Fragmentación severa o desprendimiento en todo el borde.

***Medida***

Mida en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>.

### ***Alternativas de reparado***

L: Lo dejamos tal como está. Sellamos las fisuras con ancho de 3 mm más.

M: Sellamos las fisuras. Parchamos profundo o parcial.

H: Parchamos profundo o parcial.



**Figura 13:** Grietas de borde de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

### **8. Grieta de Reflexión de Junta**

Esto sólo se da en pavimentos de asfalto que se construyeron encima de una losa de concreto de cemento Pórtland. Este desperfecto es causado básicamente por la losa de concreto que se mueve debido a la temperatura o la humedad, debajo de la superficie del concreto de asfalto. Esta falla no está vinculada a las cargas de tráfico, pero estas podrían romper el concreto asfáltico cercano a la grieta. Dado el caso de que el pavimento esté en fragmentos a lo largo de la fisura, se considera como descascarado. Conocer el tamaño y medidas de la losa debajo del asfalto ayuda a detectar esta falla.

#### ***Niveles de severidad***

L: Se da alguna de estas situaciones:

1. Fisura estrecha sin relleno menor a 10 mm
2. Fisura con relleno de ancho cualquiera (con material adecuado).

M: Se presenta alguna de estas situaciones:

1. Una fisura sin relleno con un ancho entre 10 mm y 76 mm.
2. Una fisura sin relleno de hasta 76 mm de ancho con pequeñas fisuras dispersas a su alrededor.
3. Una fisura rellena con ancho cualquiera y un ligero agrietamiento aleatorio a su alrededor.

H: Alguna de estas situaciones está presente:

1. Fisura rellenada o no, con fisuras aleatorias a su alrededor de severidad moderada a alta.
2. Grieta sin rellenar de 76 mm a más.
3. Grieta con ancho cualquiera, donde unas cuantas pulgadas del pavimento circundante se encuentran gravemente rotas (la grieta tiene severas fracturas).

### ***Medida***

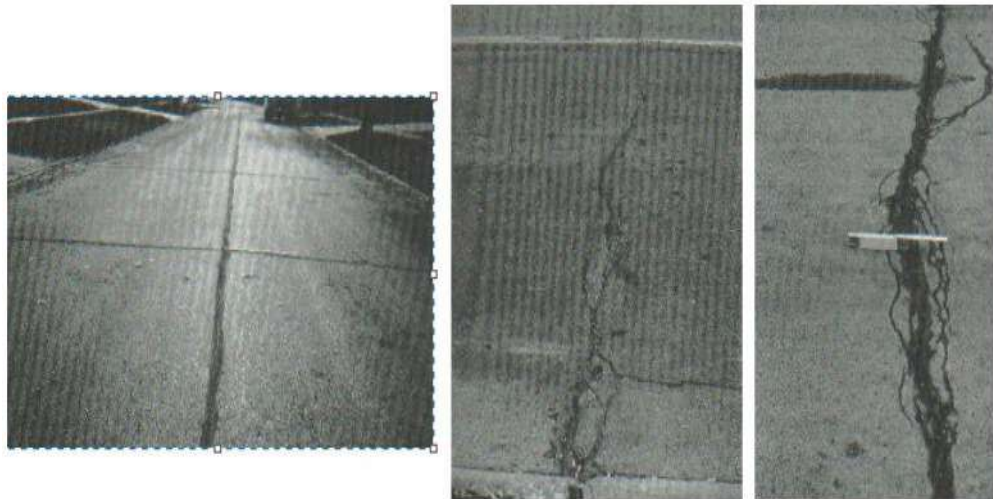
Mida en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>. Cada fisura debe ser medida y anotada su nivel de gravedad separadamente. Pongamos el caso de que, una fisura de 15 m presenta 3 m de fisuras graves; por lo tanto se registrarán separadamente. De haber un abultamiento en esta falla, esta de igual forma deberá ser registrada.

### ***Alternativas de Reparado.***

L: Procedemos a sellar en anchos de más de 3 mm.

M: Procedemos con el sellado de fisuras. Parchamos a profundidad parcial.

H: Procedemos a parchar a profundidad parcial. Se reconstruye la junta.



**Figura 14:** Grieta de reflexión de junta de severidad baja, media y alta  
(izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

## 9. Desnivel Carril / Berma

El nivel de la orilla del pavimento y el nivel de la berma, son diferentes. Esto ocurre cuando la berma se erosiona, se asienta o se colocan sobrecarpetas a la calzada sin realizar en la berma el correspondiente ajuste de su nivel.

### *Niveles de severidad.*

L: Desnivel entre 25 y 51 mm entre la berma y la orilla del pavimento.

M: Desnivel de entre 51 mm y 102 mm.

H: Desnivel mayor a 102 mm.

### *Medida*

Medir en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>.

### *Alternativas de reparado*

L, M, H: Renivelar la berma para que se ajuste al nivel del carril.



**Figura 15:** Desnivel carril-berma de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

## 10. Grietas Longitudinales y transversales

Se forman paralelamente al eje de los pavimentos y se originan por:

1. La construcción pobre de la junta del carril.
2. Las temperaturas bajas o endurecimiento de asfalto que contraen la superficie de concreto de asfalto.
3. Presencia de fisuras debajo de la base causa una grieta de reflexión.

Una grieta transversal se extiende sobre el pavimento en un ángulo casi recto al eje del mismo. Generalmente, esta grieta no se vincula con las cargas.

### ***Niveles de Severidad***

L: Se da en una de estas 2 situaciones:

1. La grieta no está rellena y su ancho es menos que 10 mm.
2. La grieta tiene relleno y tiene un ancho cualquiera. El material llenante es de condición satisfactoria.

M: Se da en una de estas 3 situaciones:

1. La grieta no está rellena y su ancho mide entre 10 mm y 76 mm.
2. La fisura no está rellena y su ancho es menor a 76 mm, se rodea de diminutas fisuras aleatorias.
3. La grieta tiene relleno, de ancho cualquiera, se rodea de diminutas fisuras aleatorias.

H: Se da en una de estas 3 situaciones:

1. Grieta con o sin relleno, se rodea de diminutas fisuras aleatorias de alta o mediana severidad.
2. La grieta no está rellena y su ancho es mayor a 76 mm.
3. Fisura de ancho cualquiera y a su alrededor presenta fracturas severas del pavimento en un área pequeña.

### ***Medida***

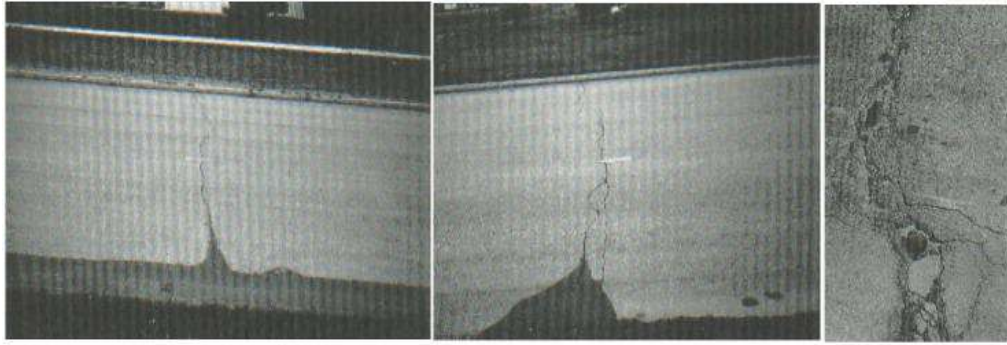
Medir en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>. En cuanto a la longitud y la severidad de las grietas serán registradas luego de identificarlas. Cuando una grieta a lo largo de toda su longitud no presenta una sola severidad, las diferentes severidades de cada porción de la grieta deberán ser registradas separadamente. De haber abultamiento o hundimiento en la fisura, de igual forma será registrado.

### ***Alternativas de reparación***

L: Se sellan fisuras con ancho de 3 mm a más.

M: Se sellan fisuras.

H: Se sellan grietas, parcheo parcial.



**Figura 16:** Grietas longitudinales / transversales de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

### 11. Parcheo y acometidas

Se origina cuando se repara el pavimento reemplazando una parte del mismo con nuevo material. El parche viene a ser un defecto por más que se comporte bien. Generalmente, la sección parchada no tiene un comportamiento tan bueno como lo tiene el área original del pavimento. Siempre se encontrará alguna rugosidad que se asocia al parche.

#### *Niveles de severidad*

L: Cuando el parche tiene condiciones óptimas y satisfactorias. El tráfico tiene una calidad con severidad baja.

M: Cuando el parche presenta un daño moderado y el tránsito es de mediana severidad.

H: El parche se halla altamente dañado y el tránsito es de severidad alta. Necesita ser sustituido rápidamente.

#### *Medida.*

Mida en  $\text{ft}^2$  o  $\text{m}^2$ . No obstante, el parche presenta áreas con severidades diferentes, se procederá a medir y registrar cada una de ellas por separado. Pongamos el caso de, un parche que tiene  $2.32 \text{ m}^2$  podría contener  $0.9 \text{ m}^2$  de mediana severidad y por último  $1.35 \text{ m}^2$  de severidad baja. Cada una de dichas áreas se registrará por separado. Si se presentan otros daños como el desprendimiento o agrietamiento, dentro del parche, estos no serán registrados; el área deberá ser calificada solamente como un parche. De reemplazarse mucho

pavimento, no será registrado como parche, más bien será considerado como un pavimento nuevo, como en el caso en que se sustituya por completo una intersección.

#### ***Alternativas de reparación***

L: Lo dejamos tal como está.

M: Lo dejamos tal como está o se sustituye el parche.

H: El parche se sustituye.



**Figura 17:** Parches y acometidas de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

#### **12. Pulimento de Agregados**

Esta deficiencia se produce por las cargas de tránsito repetitivas. En la superficie del pavimento el agregado va volviéndose suave al tocarlo, por lo tanto, el agarre al neumático va reduciéndose de manera considerable. En cuanto a la textura del pavimento esta no contribuirá de manera importante a la reducción de velocidad, por lo mismo que el agregado de la superficie del pavimento es poquísima. El pulimento de agregado deberá calcularse en el caso de que un examen demuestre que el agregado esparcido en la superficie está sujeto a descomposición y que la superficie del agregado tiene suavidad al palparlo. Esta falla se presenta cuando el valor del ensayo de resistencia al deslizamiento resulta baja o cae de forma significativa a partir de una anterior evaluación.

#### ***Niveles de severidad.***

No tiene severidades definidas. No obstante, la gravedad del pulimento debe ser de manera significativa para que se considere un defecto y se incluya en el análisis de su condición.



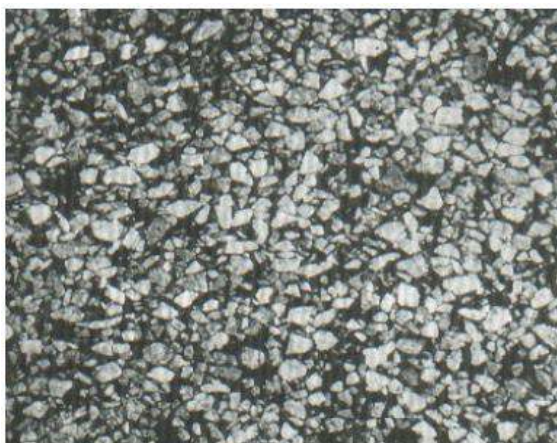
### ***Medida***

Medir en pies o metros cuadrados la sección dañada. Omitiremos el pulimento de agregados si previamente se consideró la exudación.

### ***Alternativas de reparación***

L: Ninguna. M: Realizamos el tratamiento superficial o sobrecarpeta.

H: Realizamos el fresado y también sobrecarpeta.



**Figura 18:** Pulimiento de agregados

**Fuente:** Vásquez (2002)

### **13. Huecos**

Un hueco es una depresión pequeña en la superficie del pavimento. Po lo general, tiene un diámetro menor a 90 cm y en forma de tazón, también presenta aguzados bordes y lados de forma vertical cerca de la parte superior. En cuanto al tamaño del hueco se acrecienta al acumular agua en el mismo. Los huecos se van originando debido a que el tráfico va arrancando pedacitos pequeños de la superficie. El progreso de la desintegración del pavimento se debe a las mezclas pobremente hechas para la superficie, una débil subrasante o base, o también debido a que la piel de cocodrilo es severamente alto. Frecuentemente, los huecos son defectos que se asocian a la condición estructural y no debemos confundirlos con meteorización o desprendimiento. Esta falla se origina a causa de la piel de cocodrilo con nivel alto de severidad, y debemos registrarlos como lo que son.

### ***Niveles de severidad***

Para un hueco con menos de 762 mm de diámetro, su severidad se basará en su profundidad y su diámetro del mismo. En el caso de que el hueco tenga un



diámetro superior a 762 mm, se medirá su área en pies o metros cuadrados y se le dividirá entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) y de esa forma hallaremos la cantidad de huecos a los que equivale. De ser su profundidad menor o igual a 25 mm, el hueco será de mediana severidad. De ser su profundidad mayor a 25 mm se le considerará de alta severidad.

### ***Medida***

Medir contándolos por baja, media y alta severidad, y registrar de forma separada.

### ***Alternativas de reparado***

L: Lo dejamos tal como está o parchamos profundo o parcial.

M: Parchamos profundo o parcial.

H: Se realiza un profundo parcheo.



**Figura 19:** Huecos de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

## 14. Cruce de vía férrea

Al cruce de vía férrea se le asocian fallas tales como las depresiones o abultamientos las cuales se dan por entre los rieles o a su alrededor.

### ***Niveles de severidad***

L: Presenta una calidad de tráfico de severidad baja.

M: Presenta una calidad de tráfico de mediana severidad.

H: Presenta una calidad de tráfico de alta severidad.

### ***Medida***

Medir en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>. Si la calidad de tráfico está afectada con el cruce entonces no será registrado. Se registrará como parte del cruce cualquier abultamiento importante que se halla originado por los rieles.

### ***Alternativas de reparación***

L: Ninguna reparación.

M: Parchamos superficial o parcialmente la aproximación o se reconstruye el cruce.

H: Parchamos superficial o parcialmente la aproximación o se reconstruye el cruce.



**Figura 20:** Cruce de vía férrea de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

### 15. Ahuellamiento

Las huellas de los neumáticos provocan una depresión en la superficie dando lugar al ahuellamiento. Podemos llegar a ver a lo largo de los lados de la huella el levantamiento del pavimento, sin embargo, por lo general, podemos visualizarlo luego de las lluvias, ya que se llena de agua las huellas. Es usual que las cargas de tránsito provoquen un movimiento lateral de los materiales, esto produce que alguna capa del pavimento se deforme permanentemente, dando lugar al ahuellamiento. El ahuellamiento excesivo podría causar un deterioro estructural significativo de la carretera.

#### ***Niveles de severidad***

Profundidad media de la falla:

L: De 6 a 13 mm.

M: Mayor de 13 mm hasta 25 mm.

H: Mayor de 25 mm.

### ***Medida***

Se medirá en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup> y la profundidad media de la falla definirá su severidad.

Para calcular la profundidad media colocamos una regla perpendicular a su dirección, procedemos a medir su profundidad a lo largo de la falla, y calculamos su profundidad media con estas medidas que tomamos.

### ***Alternativas de reparación***

L: Se deja como está o se realiza el fresado y sobrecarpeta.

M: Realizamos superficial, parcial o profundo parcheo. Fresado y sobrecarpeta.

H: Realizamos superficial, parcial o profundo parcheo. Fresado y sobrecarpeta.



**Figura 21:** Ahuellamiento de baja severidad, media y alta (izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

## 16. Desplazamiento

Las cargas de tráfico tienden a originar un deslizamiento longitudinal permanentemente de un área que se localiza en la superficie del pavimento, el cual se denomina como desplazamiento. El tránsito puede empujar contra el pavimento, originando en la superficie una pequeña y abrupta onda. Por lo general, dicha falla solamente ocurrirá en un pavimento con mezcla de asfalto líquido inestable, conocida como emulsión. Un desplazamiento también ocurre en el caso de que un pavimento de concreto de asfalto está en confinamiento con un pavimento de concreto de cemento Pórtland, ya que este último aumenta longitudinalmente y causa desplazamientos.

### ***Niveles de severidad***

L: Presenta una calidad de tráfico de severidad baja.

M: Presenta una calidad de tráfico de severidad media.

H: Presenta una calidad de tráfico de severidad alta.

### ***Medida***

Medir la sección dañada en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>. Cuando un desplazamiento ocurre en un parche se considerará para el registro de fallas como parche y no como otra falla de forma separada.

### ***Alternativas de reparación***

L: Lo dejamos tal como está o se realiza fresado.

M: Se realiza fresado. Realizamos parcial o profundo parcheo.

H: Realizamos fresado. Realizamos parcial o profundo parcheo.



**Figura 22:** Desplazamiento de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

## 17. Grietas parabólicas

Una grieta con forma de media luna creciente viene a ser una grieta parabólica producida por un deslizamiento. Se originan en el momento en que los neumáticos que frenan o giran provocando que se deslice o se deforme la superficie del pavimento. Por lo usual, esta falla va a ocurrir cuando hay una mezcla de asfalto débil y poco resistente, o hay una mala unión de la superficie y la capa que sigue en la estructura del pavimento. Los procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada no están relacionados a esta falla.

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

L: La fisura tiene una anchura promedio menor a 10 mm.

M: Se presenta alguna de estas 2 situaciones:

1. La grieta tiene un ancho promedio entre 10 mm y 38 mm.
2. Alrededor de la fisura el área está rota en pedacitos ajustados.

H: Se presenta alguna de estas 2 situaciones:

1. La grieta tiene una anchura promedio mayor a 38 mm.

2. Alrededor de la fisura el área está rota en pedazos que son removibles con facilidad.

***Medida***

Se medirá la sección afectada en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>. Será calificado según la más alta severidad que contenga ella.

***Alternativas de reparación***

L: Lo dejamos tal como está o se realiza un parcial parcheo.

M: Realizamos un parcial parcheo.

H: Realizamos un parcial parcheo.



**Figura 23:** Grietas parabólicas de severidad baja, media y alta (izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

18. Hinchamiento

Se caracterizará por un pandeo que asciende de la superficie del pavimento – una larga y gradual onda de longitud mayor a 3 m. Esta falla podría encontrarse acompañada de un agrietamiento en su superficie. A menudo, esta falla se provoca cuando se congela la subrasante o por un suelo que se expande en forma potencial.

***Niveles de severidad***

L: Presenta una calidad de tráfico de severidad baja. No se logra visualizar fácilmente un hinchamiento con severidad baja, sin embargo, se le detecta al conducir en el límite de velocidad por encima del área afectada. Al haber un hinchamiento va a producirse un movimiento ascendente.

M: Presenta una calidad de tráfico de mediana severidad.

H: Presenta una calidad de tráfico de severidad alta.

### ***Medida***

Se medirá la sección dañada en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>.

### ***Alternativas de reparado***

L: Lo dejamos tal como está.

M: Lo dejamos tal como está. Se reconstruye.

H: Se reconstruye.



**Figura 24:** Hinchamiento

**Fuente:** Vásquez (2002)

## 19. Desprendimiento de Agregados

El desprendimiento y la meteorización, es cuando en el pavimento se pierde superficie, esto a causa de que se ha perdido ligante de asfalto y partículas de agregado sueltos. Esta falla nos indicará lo siguiente, o se endureció de manera considerable el ligante asfáltico, o la mezcla existente presenta una calidad muy pobre. Asimismo, algunos tipos de tráfico pueden provocar el desprendimiento, como en el caso del vehículo de oruga. También se le considerará como desprendimientos, en los casos en que se ablande la superficie y se pierda agregados debido al derrame de aceites.

### ***Niveles de severidad***

L: Se pierde el ligante o los agregados. La superficie en determinadas secciones empezó a dañarse. Si existe derrame de aceites, esta mancha podrá visualizarse, sin embargo, la superficie tiene dureza y no podrá ser penetrada por una moneda.



M: Pérdida del ligante o los agregados, la textura de la superficie es ahuecada y con rugosidad de forma moderada. Si hay derrame de aceite, la superficie presenta suavidad y podrá ser penetrada por una moneda.

H: Se pierde el ligante o los agregados considerablemente. La superficie en cuanto a su textura tiene mucha rugosidad y esta ahuecada severamente. El diámetro de las secciones ahuecadas serán menores que 10 mm y sus profundidades serán menores que 13 mm; si presentan medidas superiores serán considerados como huecos. El ligante de asfalto pierde su condición de ligante y el agregado se encuentra suelto, esto es cuando hay derrame de aceites.

### ***Medida***

Medir la sección dañada en ft<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>.

### ***Alternativas de reparado***

L: Lo dejamos tal como está. Se realiza sello o el tratamiento de la superficie.

M: Se realiza sello o el tratamiento de la superficie. Sobrecarpeta.

H: Se realiza tratamiento de la superficie o sobrecarpeta. Reciclaje o la reconstrucción.

Si el daño es localizado en los niveles M y H, como en el caso de aceite derramado, se hará un parcial parcheo.



**Figura 25:** Desprendimiento de agregados de severidad baja, media y alta  
(izquierda a derecha)

**Fuente:** Vásquez (2002)

### **✓ Criterios de Inspección de las fallas**

Durante la inspección visual que haremos debemos considerar ciertos criterios importantes que a continuación detallaremos, las cuales no ayudará a disminuir errores y poder así identificar y medir las diferentes fallas existentes.

1. Si encontramos ahuellamiento y piel de cocodrilo en una misma sección, se deberán de registrar a cada una separadamente.
2. Si encontramos exudación y pulimento de agregado en una misma sección, solo se tomará registro de la exudación.
3. El pulimento de agregado deberá presentarse en grandes cantidades para que esta sea registrada.
4. Si en una grieta encontramos que a lo largo de su longitud varía con diversas severidades, entonces estas deberán ser registradas en porciones separadamente. Pero si resulta difícil esto último, entonces se tomara el registro con la severidad más alta que se encuentre en la grieta o fisura.
5. Si en un área parchada encontramos baches o fisuras, estas dos últimas no serán registradas. No obstante, debemos considerar su efecto en el parchado, determinando su nivel de severidad del parche existente.
6. Una falla estará desintegrada si alrededor de su área encontramos fragmentos que pueden llegar a desprenderse.

#### ✓ Cuadro resumen de los tipos de fallas

La siguiente tabla resume lo anterior expuesto para fines prácticos.



| MÉTODO DE INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS |                              |      |     |   |                                     |                                      |                                |
|---|------------------------------|------|-----|---|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Nº  | TIPO DE FALLA                | COD. | UND | CARACTERÍSTICAS                                   | SEVERIDAD                           |                                      |                                |
|   |                              |      |     |   | L                                   | M                                    | H                              |
|   |                              |      |     |   | LOW (Baja)                          | MEDIUM(Medio)                        | HIGH(Alta)                     |
| 1   | Piel de Cocodrilo            | PC   | m2  | Severidad de fisuras                              | $s < 10 \text{ mm}$                 | $10\text{mm} < s < 30 \text{ mm}$    | $s > 30 \text{ mm}$            |
|   |                              |      |     | Interconexión                                     | Bajo                                | Definido                             | Bien definida                  |
|   |                              |      |     | Descascaramiento                                  | No presenta                         | Ligera                               | Bien definida                  |
|   |                              |      |     | Desprendimiento                                   | No presenta                         | No presenta                          | Bien definida                  |
| 2   | Exudación                    | EX   | m2  | Grado de exudación                                | Ligera                              | Media                                | Intensa                        |
|   |                              |      |     | Adherencia de asfalto a las llantas y los zapatos | Pocos días - año                    | Pocas semanas - año                  | Varias semanas - año           |
| 3   | Agrietamiento en Bloque      | AB   | m2  | Severidad de fisuras                              | $s < 10 \text{ mm}$                 | $10 \text{ mm} < s < 76 \text{ mm}$  | $s > 76 \text{ mm}$            |
| 4   | Abultamientos Y Hundimientos | AH   | m2  | Severidad de tráfico                              | Bajo                                | Medio                                | Alto                           |
| 5   | Corrugación                  | C    | m2  | Severidad de tráfico                              | Bajo                                | Medio                                | Alto                           |
| 6   | Depresión                    | D    | m2  | Severidad de tráfico                              | $13 \text{ mm} < h < 25 \text{ mm}$ | $25 \text{ mm} < h < 51 \text{ mm}$  | $h > 51 \text{ mm}$            |
| 7   | Grieta de Borde              | GB   | m   | Fragmentación o desprendimiento                   | No presenta                         | Poco definida                        | Bien definido                  |
|   |                              |      |     | Severidad   | $s < 10 \text{ mm}$                 | $10 \text{ mm} < s < 76 \text{ mm}$  | $s > 76 \text{ mm}$            |
|   |                              |      |     | Agrietamiento                                     | Baja                                | Media                                | Severa                         |
| 8   | Grieta de Reflexión de Junta | GF   | m   | Grieta sin rellenar                               | $s < 10 \text{ mm}$                 | $10\text{mm} < s < 76 \text{ mm}$    | $s > 76 \text{ mm}$            |
|   |                              |      |     | Grieta con relleno                                |                                     |                                      |                                |
| 9   | Desnivel Carril/Berma        | DCB  | m   | Elevación entre el borde del pavimento y la berma | $25 \text{ mm} < h < 51 \text{ mm}$ | $51 \text{ mm} < h < 102 \text{ mm}$ | $h > 102 \text{ mm}$           |
| 10  | Grietas Long. y Transversal  | GLT  | m   | Severidad de fisuras                              | $s < 10 \text{ mm}$                 | $10\text{mm} < s < 76 \text{ mm}$    | $s > 76 \text{ mm}$            |
|   |                              |      |     |   |                                     | Rodeada o no por grietas aleatorios  | Rodeada por grietas aleatorios |

**Tabla 2:** Descripción de las 10 primeras fallas para hallar el PCI  
Fuente: ASTM D 6433 (2004)

| MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS |                              |      |     |  |   |  |  |
|---|------------------------------|------|-----|--|---|--|--|
| N°  | TIPO DE FALLA                | COD. | UND | CARACTERÍSTICAS  | SEVERIDAD                                       |  |  |
|   |                              |      |     |  | L   | M  | H  |
|   |                              |      |     |  | LOW (Baja)                                      | MEDIUM(Medio)  | HIGH(Alta)   |
| 11  | Parcheo                      | P    | m2  | Condición<br>Severidad de tráfico  | Buen estado<br>Bajo                             | Deterioro moderado<br>Medio  | Muy deteriorado  |
| 12  | Pulimento de Agregados       | PA   | m2  | Si el grado de pulimento es significativa será considerada como falla  | No definido                                     | No definido  | No definido  |
| 13  | Huecos                       | H    | und | Diámetro menor a 762 mm (d < 762 mm)   | 102 mm < d < 203 mm                             | 102 mm < d < 203 mm  | 203 mm < d < 457 mm  |
|   |                              |      |     |  | h < 25.4 mm                                     | h > 50.8 mm  | h > 50.8 mm  |
|   |                              |      |     |  | 102 mm < d < 203 mm                             | 203 mm < d < 457 mm  | 457 mm < d < 762 mm  |
|   |                              |      |     |  | 25.4 mm < h < 50.8 mm                           | 25.4 mm < h < 50.8 mm  | 25.4 mm < h < 50.8 mm  |
|   |                              |      |     |  | 203 mm < d < 457 mm                             | 457 mm < d < 762 mm  | 457 mm < d < 762 mm  |
|   |                              |      |     |  | h < 25.4mm                                      | h < 25.4mm   | h > 50.8 mm  |
| 14  | Cruce De Vía Férrea          | CVF  | m2  | Agrietamiento  | s < 10 mm                                       | 10 mm < s < 40 mm<br>Rodeado de fisuras con fracturación con pedazos ajustados | s > 40 mm<br>Rodeado de fisuras con fracturación fácilmente removibles |
| 15  | Ahuellamiento                | A    | m2  | Profundidad media del ahuellamiento  | 6 mm < h < 13 mm                                | 13 < h ≤ 25 mm   | h > 25 mm  |
| 16  | Desplazamiento               | DS   | m2  | Onda corta y abrupta en la superficie  | Causa la calidad del tránsito de baja severidad | Causa la calidad del tránsito de media severidad                               | Causa la calidad del tránsito de alta severidad                        |
| 17  | Grieta Parabólica            | GP   | m2  | La forma del agrietamiento es de media luna  | s < 10 mm                                       | 10 mm < s < 40 mm  | s > 40 mm  |
|   |                              |      |     |  |   | Rodeada de grietas con fracturación con pedazos ajustados                      | Rodeada de grietas con fracturación fácilmente removibles              |
| 18  | Hinchamiento                 | HI   | m2  | Onda larga y gradual su longitud es mayor a 3.00 metros  | Calidad del tránsito de severidad baja          | Calidad del tránsito de severidad media  | Calidad del tránsito de severidad alta                                 |
| 19  | Desprendimiento de Agregados | DAM  | m2  | No está aún definido los niveles de severidad<br>El nivel de pulido tiene que ser muy notorio y la superficie de agregado tendrá suavidad al tocarlo |   |  |  |

**Tabla 3:** Descripción de las 9 últimas fallas para calcular el PCI

Fuente: ASTM D 6433 (2004)

### 2.3 Bases filosóficas

Considerando que durante la investigación se identificaron y evaluaron las deficiencias que se presentan a lo largo de la vía mencionada, esto precede a un resultado como consecuencia de una causa, puesto que viene a ser un principio propio de la ciencia. Podemos encontrar en la Biblia varios ejemplos de causas y efectos. En Génesis, del Antiguo Testamento, se menciona como se crea el mundo con una naturaleza muy hermosa y la formación del suelo. Sin embargo, debido a que el pecado entró a nuestro mundo, esas perfectas llanuras que irradiaban su esplendor, creadas por un Dios todopoderoso, dejaron de existir y la perfección decayó. Más adelante, durante el diluvio, la geomorfología se alteró abruptamente, dando lugar a suelos sin estabilidad con problemas significativos en las infraestructuras que se construyen actualmente en el campo de la ingeniería civil. Por lo tanto, es necesario realizar evaluaciones para una posterior reparación de las fallas en la infraestructura, si se requiere.

En 2 de Reyes 22: 5-6 “Y que lo entregue a los responsables de restaurar la casa del Señor: a los ebanistas, expertos y constructores, para adquirir madera y piedra de cantería para la reparación de la casa”. (Reina, 2000) Observamos la relevancia de observar e identificar defectos para ser reparados en el futuro adecuadamente.

### 2.4 Definición de términos básicos

Ahora describiremos los principales conceptos a utilizarse en este proceso, que vienen a ser muy importante para así comprender y aplicar correctamente el mismo, según la norma ASTM D 6433 (2004).

**Pavimento.-** Viene a ser una estructura conformada por diversas capas como la sub base (en ciertos casos se obvia y se considera solo la base), base y superficie de rodamiento que se encarga de resistir y distribuir esfuerzos.

**Tramo de pavimento.-** Viene a ser una parte reconocible de la infraestructura de pavimento. Así como cada vía o aparcamiento es un tramo independiente.

**Sección de pavimento.-** Viene a ser un área del pavimento continua de edificación, conservación, registro de utilización y estado uniformes. Esta deberá tener la misma cantidad de tránsito y fuerza de carga.

**Unidad de muestra del pavimento.-** Es cuando subdividimos una sección del pavimento, la cual tendrá un tamaño estándar, la cual variará de 225 +/- 90 m<sup>2</sup>, si el pavimento no es divisible de forma exacta entre 2500 o para adaptarse a condiciones específicas de campo.

**Muestra al azar.-** Es una unidad de muestra de la sección del pavimento, que se selecciona para ser inspeccionada a través de una técnica de muestreo de manera aleatoria.

**Muestra adicional.-** Esta es una muestra que se inspecciona de manera adicional a las muestras que se seleccionaron al azar con la finalidad de que se incluya unidades de muestra que no son representativas para determinar el estado del pavimento. Debemos considerar como muestra adicional aquellas que son atípicas, que son muy pobres o su estado es excelente, aquellas que tienen daños que no son tan comunes, como en el caso de cortes utilitarios, como un corte para instalar los tubos de agua o desagüe, entre otros.

**Índice de condición del pavimento (PCI).-** Esta es una evaluación numérica del estado de la superficie de los pavimentos. Va desde cero (0), en el caso de pavimentos en mal estado o fallado, hasta cien (100) en el caso de pavimentos en estado perfecto. Le corresponde su descripción cualitativa del estado del pavimento a cada uno de los rangos del PCI.

**Grado de la condición del pavimento.-** Describe cualitativamente el estado del pavimento, variando entre “fallado” hasta la condición de “excelente”.

**Fallas del pavimento.-** Vienen a ser indicadores externos del deterioro que ha sufrido el pavimento que se originan por las cargas del tránsito vehicular, factores del medio ambiente, defectos de construcción, o el efecto combinado de dichas causas.

**Superficie de rodadura.-** Es un componente del pavimento por la cual pasan los vehículos, no incluye a la berma.

**Base.-** Sección que se encuentra sobre la sub base y debajo de la superficie de rodadura y se constituye de un material selecto.

**Sub base.-** Sección que conforma parte del pavimento la cual está ubicado debajo de la base.

**Sub rasante.-** Viene a ser el terreno natural donde realizaremos el corte o relleno.

**Afirmado.-** Viene a ser una capa compacta que resistirá de manera directa las cargas de los vehículos.

**Calzada.-** Se compone de uno o más carriles y constituye una parte de la carretera.

**Asfalto.-** Es un material aglomerante negro, conformado mayormente por betunes.

## **2.5 Hipótesis de investigación**

### **2.5.1 Hipótesis general.**

**HG:** Evaluando la condición del pavimento flexible empleando la metodología PCI se determinará que la av. Mercedes Indacochea, Huacho, 2022, se encuentra en estado MALO.

### **2.5.2 Hipótesis específicas.**

**HE1:** Determinando las unidades de muestra en la Av. Mercedes Indacochea, procederemos a evaluar correctamente las fallas del pavimento.

**HE2:** Efectuamos la evaluación de las fallas mediante la visualización in situ como lo indica la metodología PCI.

**HE3:** Las fallas de mayor severidad y con mayor frecuencia que presenta la Av. Mercedes Indacochea son parcheo y huecos.

## 2.6 Operacionalización de las variables

| VARIABLES  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DIMENSIONES   | INDICADORES   | ITEMS | Unidad de Medida  | Escala de Medición |
|--|---|---|---|-------|---|--------------------|
| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b><br><br><b>APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI</b> | <b>PCI</b> , refiere (UMSS, 2004). El método muestra el estado del pavimento a través de la visualización, evaluando clase, severidad y número de fallas que se pueden reconocer. Este método funciona de manera simple y diagnóstica indirectamente. | <b>D1: Parámetros de evaluación</b>                 | - Clase   | 65    | - 19 tipos de fallas  | <b>Nominal</b>     |
|  |   |   | - Severidad   | 65    | - Bajo<br>- Medio<br>- Alto   |                    |
|  |   |   | - Extensión   | 65    | - N° de veces que se repita dicha falla en la U. M.                       |                    |
|  |   | <b>D2: Índice de condición</b>                      | - Cálculo de valor deducido VD  | 66-67 | - Valor deducido por cada tipo de falla                                   |                    |
|  |   |   | - Determinación del máximo valor deducido   | 66-67 | - Número máximo admisible de valores deducidos                            |                    |
|  |   |   | - Cálculo del máximo valor deducido corregido CDV                                       | 72    | - Mayor valor de los CDVs   |                    |
|  |   |   | - Determinar el PCI   | 75    | 100 - Máx. CDV  |                    |
|  |   | <b>D3: Resultados de la condición del pavimento</b> | - Identificar a escala de clasificación PCI   | 82    | 100 – 85<br>85 – 70<br>70 – 55<br>55 – 40<br>40 – 25<br>25 – 10<br>10 – 0 |                    |
| - Determinar la condición según la escala                              | 82  |   | - Excelente<br>- Muy Bueno<br>- Bueno<br>- Regular<br>- Malo<br>- Muy Malo<br>- Fallado |       |   |                    |

|  |  |  |  |              |  |                |
|--|--|--|--|--------------|--|----------------|
| <b>VARIABLE<br/>DEPENDIENTE:</b><br><br><b>EVALUACIÓN DEL<br/>PAVIMENTO FLEXIBLE<br/>DE LA AV. MERCEDES<br/>INDACOCHEA</b> | Evaluar la condición superficial del estado de deterioro del pavimento flexible de la av. Mercedes Indacochea, Huacho, 2022. | <b>D4: Primera etapa<br/>Trabajo de campo<br/>o Inspección<br/>Visual</b>      | - Parámetros de evaluación             | <b>65</b>    | - Tipo de falla<br>- Grado de severidad de la falla<br>- Extensión | <b>Nominal</b> |
|  |  | <b>D5: Segunda<br/>etapa<br/>Trabajo en<br/>gabinete o cálculo<br/>del PCI</b> | - Índice de la condición del pavimento | <b>66-75</b> | - Proceso de análisis  |                |
|  |  |  | - Condición del pavimento              | <b>82</b>    | - Determinación de la condición del pavimento                      |                |

**Tabla 4:** Operacionalización de las variables

**Fuente:** Elaboración propia.

# CAPÍTULO III

## METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño metodológico

#### 3.1.1. Enfoque de investigación.

En este proyecto el enfoque es de carácter **“cuantitativo”**. La investigación cuantitativa viene a ser secuencial y también probatoria. Debido a que cada etapa precederá a la que sigue y por lo tanto no será posible “saltarse” u omitir la secuencia de ninguno de los pasos. Debe seguirse ordenadamente ya que es estricto, no obstante, obviamente, podemos redefinir alguna de las etapas.

#### 3.1.2. Diseño de investigación.

Se escogió un diseño de carácter **“no experimental - transversal”**, se le atribuye este diseño debido a que la variable independiente que es la evaluación del estado del pavimento no será manipulada para obtener los resultados con relación a la variable dependiente, la cual es el PCI, ya que los datos serán recogidos en circunstancias naturales de la vía estudiada para evaluación y además, de acuerdo con la programación, es de tipo transversal debido a que las mediciones efectuadas en terreno fueron tomadas únicamente una vez, de manera que se analizaron los datos en un instante específico.

#### 3.1.3. Nivel de investigación

Esta investigación viene a ser de nivel “descriptivo”, ya que describe las diferentes severidades de cada una de las fallas del pavimento, como también detalla el proceso de cómo se realiza la inspección. El estudio esta basado en la toma de datos en campo mediante un formato que evaluará el registro, en la cual sus resultados se representarán mediante tablas de registro, de campo, gráficos de barras y gráficos circulares.



### **3.1.4. Tipo de diseño de investigación**

Viene a ser de tipo “**aplicativo**”, puesto que su finalidad es el de solucionar el problema en cuestión, identificando el estado en el que se conserva la av. Mercedes Indacochea, Huacho, 2022.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población.**

En esta tesis se tuvo en cuenta la población estudiada que incluye la av. Mercedes Indacochea, Huacho, que comprende desde el Km 0+00 al Km 2+850.

### **3.2.2 Muestra**

En la presente se planteó una muestra de 0+440 km, que viene a ser parte de la av. Mercedes Indacochea, Huacho, específicamente del Km 0+868 (intersección con la calle Baltazar P. de la Rosa) al Km 1+308 (intersección con la calle Amazonas).

## **3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.3.1 Técnicas para el acopio de datos – superficial**

Para la evaluación del pavimento flexible de la avenida Mercedes Indacochea, se usó el método PCI, la cual consiste en verificar visualmente IN SITU.

### **3.3.2 Instrumentos para el acopio de datos**

Se emplearon los siguientes instrumentos:

- Conos de seguridad vial
- Chaleco de seguridad con reflectante
- Casco de seguridad
- Regla
- Cinta métrica de 50 m.
- Cámara fotográfica
- Útiles de escritorio

- Pintura en balde
- Brocha
- Fichas de observación



**Figura 26:** Instrumentos a usarse

**Fuente:** Elaboración propia.



### 3.4 Técnicas para el procedimiento de la información

#### 3.4.1 Procedimiento para hallar el PCI

- **1er paso: Verificamos la muestra**

Realizamos la identificación del lugar a examinar, para considerar cuál es el comienzo y el final de la muestra tomada para su estudio, así como también se deberá verificar la amplitud del carril y de la vía.



**Figura 27:** Representación gráfica de la encargada de la investigación, punto de inicio de la vía a examinar Km 0+868 de la “Av. Mercedes Indacochea, Huacho” (intersección con la calle Baltazar P. de la Rosa).

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 28:** Representación gráfica de la encargada de la investigación, punto final de la vía a examinar Km 1+308 de la “Av. Mercedes Indacochea, Huacho” (intersección con la calle Amazonas).

**Fuente:** Elaboración propia

- **2do paso: Determinamos el ancho de la muestra**

**Método ASTM D6433-03 (PCI)**

Según el método PCI, indica los límites de los tramos según el ancho de calzada.

| Ancho de Calzadas (m) | Longitud de UM (m) |
|-----------------------|--------------------|
| 5.0                   | 46.0               |
| 5.5                   | 41.8               |
| 6.0                   | 38.3               |
| 6.5                   | 35.4               |
| 7.3 (máximo)          | 31.5               |

**Tabla 6:** Longitudes establecidas para el cálculo de las unidades de muestreo estimado

**Fuente:** Manual de PCI, Vásquez (2002)

▪ **3er paso: Unidad de muestreo**

**Método ASTM D6433-03 (PCI):**

Realizamos los cálculos para la unidad de muestreo, tomando como referencia según la Norma ASMT D6433.

| MUESTREO   |           |   |
|--|-----------|---|
| 1) MUESTREO Y UNIDADES DE MUESTRA  |           |   |
| ASTM D-6433, EL INCISO (2.1.7), menciona que el área de muestra es: 225 ± 90m2 |           |   |
| Condiciones según el ASTM D-6433   |           | Tramo a estudiar                                  |
| MAX:   | 315.00 m2 | Km 0+868 - Km 1+308                               |
| MIN:   | 135.00 m2 | Longitud de vía a estudiarse:                     |
|  |           | Ancho calzada a estudiarse:                       |
|  |           | Longitud de unidad - muestra:                     |
|  |           | Área de la muestra:                               |
|  |           | 440 m   |
|  |           | 6 m   |
|  |           | 40 m  |
|  |           | 240 m2  |
| N  | 11        | Cantidad total de la muestra                      |
| s  | 10        | Desviación estándar/ASTM D-6433/el inciso (7.5.2) |
| e  | 5         | Error aceptable/ASTM D-6433/el inciso (4.5.2)     |
| ASTM D-6433, inciso (7.5.2)  |           |   |
| $n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$                  |           | n =   |
|  |           | 6.77  |
|  |           | Unidades a ser evaluadas                          |
|  |           | Se obtiene  |
|  |           | 11  |
|  |           | unidades de muestra                               |
|  |           | Y las cuales                                      |
|  |           | 7   |
|  |           | Llegaran a evaluarse                              |
| 2) SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO                                       |           |   |
| ASTM D-6433, EL INCISO (7.5.3)   |           |   |
| $i = \frac{N}{n}$  |           | i =   |
|  |           | 1.6   |
|  |           | Intervalo de muestreo                             |
| Por ello, el intervalo de muestreo será:                                       |           |   |
|  |           | i =   |
|  |           | 2   |
|  |           | Intervalo de muestreo                             |

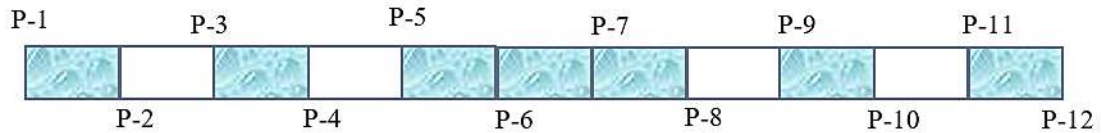
**Tabla 7:** Cálculo para obtener las unidades de muestra.

**Fuente:** Elaboración propia



## MUESTREO

### 3) ESQUEMA DEL PAVIMENTO PARA MUESTREO



### 4) TRAMOS A ESTUDIARSE

| PUNTOS    | PROGRESIVA    |
|-----------|---------------|
| P2 – P3   | 0+908 a 0+948 |
| P3 – P4   | 0+948 a 0+988 |
| P4 – P5   | 0+998 a 1+028 |
| P5 – P6   | 1+028 a 1+068 |
| P6- P7    | 1+068 a 1+108 |
| P7 – P8   | 1+108 a 1+148 |
| P8 – P9   | 1+148 a 1+188 |
| P9 – P10  | 1+188 a 1+228 |
| P10 – P11 | 1+228 a 1+268 |
| P11 – P12 | 1+268 a 1+308 |

**Tabla 8:** Datos de los tramos a estudiarse.

**Fuente:** Elaboración propia

- **4to paso: Registro de recopilación de información de fallas visualizadas**

#### Método PCI

Continuamos con la inspección visual de las fallas detectadas por sección de cada unidad de las diversas muestras, en las cuales se determinó el tipo de falla, su gravedad, ubicación y tamaño. En cuanto al método, se tomará una fotografía de cada sección de la carretera para su identificación.



**Figura 29:** Representación gráfica de la UNIDAD DE MUESTRA N° 1  
**Fuente:** Elaboración propia.

Según lo que visualizamos en la Unidad de Muestra N° 1, se identificó las fallas de carácter **PARCHEO (P)** de severidades **baja** y **media**, **HUECOS (H)** de severidades **baja**, **media** y **alta**, **DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (DA)** de **baja** severidad y **PIEL DE COCODRILO (PC)** de **media** severidad, del tramo ubicado en los P1 – P2, que va desde 0+868 km al 0+908 km.

Luego de encontrar cada una de las fallas en las 7 unidades de muestra, se realiza el registro correspondiente en la citada tabla de evaluación, donde se ha registrado el tipo de falla, su severidad, entre otros.

A modo de ejemplo se observa a continuación la ficha de datos registrados de la UM N° 1 / Tramo: P1-P2 / Progresiva: 0+868 km a 0+908 km:



## EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS**

**PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI de la av. Mercedes Indacochea del distrito de Huacho, 2022

**EVALUADOR**

: Torres Atanacio Katherine Fiorela

**NOMBRE DE LA VÍA**

: Av. Mercedes Indacochea – Huacho – Huaura – Lima Provincias

**MUESTRA**

: Km 0+868 - Km 1+308

**Nº UNIDAD DE MUESTRA**

: UM 1

**TRAMO**

: P1 – P2

**PROGRESIVA**

: 0+868 a 0+908

**ANCHO DE LA CALZADA**

: 6 m

**LONGITUD DE LA MUESTRA**

: 40 m

**AREA DE LA MUESTRA**

: 240 m<sup>2</sup>

| Nº | TIPO DE FALLA                | Cod. | UNIDAD         |
|----|------------------------------|------|----------------|
| 1  | Piel De Cocodrilo            | PC   | m <sup>2</sup> |
| 2  | Exudación                    | EX   | m <sup>2</sup> |
| 3  | Agrietamiento En Bloque      | AB   | m <sup>2</sup> |
| 4  | Abultamientos Y Hundimientos | AH   | m <sup>2</sup> |
| 5  | Corrugación                  | C    | m <sup>2</sup> |
| 6  | Depresión                    | D    | m <sup>2</sup> |
| 7  | Grieta De Borde              | GB   | m              |
| 8  | Grieta De Reflexión De Junta | GF   | m              |
| 9  | Desnivel Carril/Berma        | DCB  | m              |
| 10 | Grietas Long. Y Transversal  | GLT  | m              |
| 11 | Parqueo                      | P    | m <sup>2</sup> |
| 12 | Pulimento De Agregados       | PA   | m <sup>2</sup> |
| 13 | Huecos                       | H    | unidad         |
| 14 | Cruce De Vía Férrea          | CVF  | m <sup>2</sup> |
| 15 | Ahuellamiento                | A    | m <sup>2</sup> |
| 16 | Desplazamiento               | DS   | m <sup>2</sup> |
| 17 | Grieta Parabólica (Slippage) | GP   | m <sup>2</sup> |
| 18 | Hinchamiento                 | HI   | m <sup>2</sup> |
| 19 | Desprendimiento De Agregados | DAM  | m <sup>2</sup> |

| SEVERIDAD |       |   |
|-----------|-------|---|
| LOW       | Baja  | L |
| MEDIUM    | Medio | M |
| HIGH      | Alta  | H |

| CLASIFICACIÓN PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCIÓN |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

| COD | TIPO DE FALLA                | SEV. | UND            | ÁREA/LONGITUD/UNIDAD |      |     | CANT. PARCIALES |
|-----|------------------------------|------|----------------|----------------------|------|-----|-----------------|
|     |                              |      |                | L(m)                 | A(m) | Und |                 |
| PC  | PIEL DE COCODRILO            | M    | m <sup>2</sup> | 1.35                 | 0.97 |     | 1.3095          |
| P   | PARCHEO                      | L    | m <sup>2</sup> | 0.76                 | 0.45 |     | 0.342           |
| P   | PARCHEO                      | L    | m <sup>2</sup> | 1.33                 | 1.04 |     | 1.3832          |
| P   | PARCHEO                      | L    | m <sup>2</sup> | 3.62                 | 2.27 |     | 8.2174          |
| P   | PARCHEO                      | L    | m <sup>2</sup> | 4.60                 | 0.80 |     | 3.68            |
| P   | PARCHEO                      | L    | m <sup>2</sup> | 2.87                 | 1.80 |     | 5.166           |
| P   | PARCHEO                      | L    | m <sup>2</sup> | 2.50                 | 0.87 |     | 2.175           |
| P   | PARCHEO                      | M    | m <sup>2</sup> | 2.80                 | 0.50 |     | 1.4             |
| P   | PARCHEO                      | M    | m <sup>2</sup> | 1.67                 | 1.30 |     | 2.171           |
| P   | PARCHEO                      | M    | m <sup>2</sup> | 15.00                | 0.45 |     | 6.75            |
| P   | PARCHEO                      | M    | m <sup>2</sup> | 9.30                 | 0.74 |     | 6.882           |
| P   | PARCHEO                      | M    | m <sup>2</sup> | 1.55                 | 0.76 |     | 1.178           |
| P   | PARCHEO                      | M    | m <sup>2</sup> | 1.69                 | 1.40 |     | 2.366           |
| H   | HUECOS                       | L    | und            |                      |      | 2   | 2               |
| H   | HUECOS                       | M    | und            |                      |      | 3   | 3               |
| H   | HUECOS                       | H    | und            |                      |      | 2   | 2               |
| DAM | DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS | L    | m <sup>2</sup> | 1.60                 | 1.12 |     | 1.792           |

**Tabla 9:** Datos recogidos UM N° 01 / Tramo: P1-P2 / Progresiva: 0+868 Km a 0+908 Km  
**Fuente:** Elaboración propia

▪ **5to paso: Cálculo de datos recogidos de las fallas visualizadas**

Luego de registrar todas las fallas que presentan las muestras, se procede a realizar el **CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO**, la cual se efectúa a través de ábacos, proporcionado por la ASTM D 6433, dependerá de la densidad de cada una de las fallas, la cual calcularemos en primer lugar la **DENSIDAD (%)**, con la fórmula siguiente:

$$Densidad(\%) = \frac{Total\ de\ falla}{Área\ de\ muestra} \times 100$$

| CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO |                              |      |      |      |                      |       |       |       |        |      |                 |              |                     |                                   |  |  |
|----------------------------|------------------------------|------|------|------|----------------------|-------|-------|-------|--------|------|-----------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|--|--|
| MUESTRA                    |                              | 1    |      |      | TRAMO:               |       |       |       |        |      | P1 – P2         |              |                     | PROGRESIVA<br>0+868 km a 0+908 km |  |  |
| Nº                         | NOMBRE DE FALLA              | COD. | SEV. | UND. | CANTIDADES PARCIALES |       |       |       |        |      | TOTAL           | DENSIDAD (%) | VALOR DEDUCIDO (VD) |                                   |  |  |
| 11                         | Parcheo                      | P    | M    | M2   | 1.178                | 1.4   | 2.171 | 6.882 | 2.366  | 6.75 | 20.747          | 8.645        | <b>29.40</b>        |                                   |  |  |
| 11                         | Parcheo                      | P    | L    | M2   | 1.3832               | 0.342 | 5.166 | 2.175 | 8.2174 | 3.68 | 20.9636         | 8.735        | <b>15.41</b>        |                                   |  |  |
| 13                         | Huecos                       | H    | H    | Und  | 2                    |       |       |       |        |      | 2               | 0.83         | <b>48.75</b>        |                                   |  |  |
| 13                         | Huecos                       | H    | L    | Und  | 2                    |       |       |       |        |      | 2               | 0.83         | <b>17.04</b>        |                                   |  |  |
| 13                         | Huecos                       | H    | M    | Und  | 3                    |       |       |       |        |      | 3               | 1.25         | <b>35.50</b>        |                                   |  |  |
| 7                          | Desprendimiento de agregados | DAM  | L    | M2   | 1.792                |       |       |       |        |      | 1.792           | 0.747        | <b>1.79</b>         |                                   |  |  |
| 1                          | Piel de cocodrilo            | PC   | M    | M2   | 1.3095               |       |       |       |        |      | 1.3095          | 0.546        | <b>15.99</b>        |                                   |  |  |
|                            |                              |      |      |      |                      |       |       |       |        |      | <b>TOTAL VD</b> |              | <b>163.88</b>       |                                   |  |  |

|   |   |                |
|---|---|----------------|
| Número de valores deducidos >2 (q)      | : | 6              |
| Valor deducido más alto (HVDi)          | : | 48.75          |
| Número máximo de valores deducidos (mi) | : | 5.71 $\cong$ 6 |

|   |
|---|
| $mi = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi)$ |
|---|

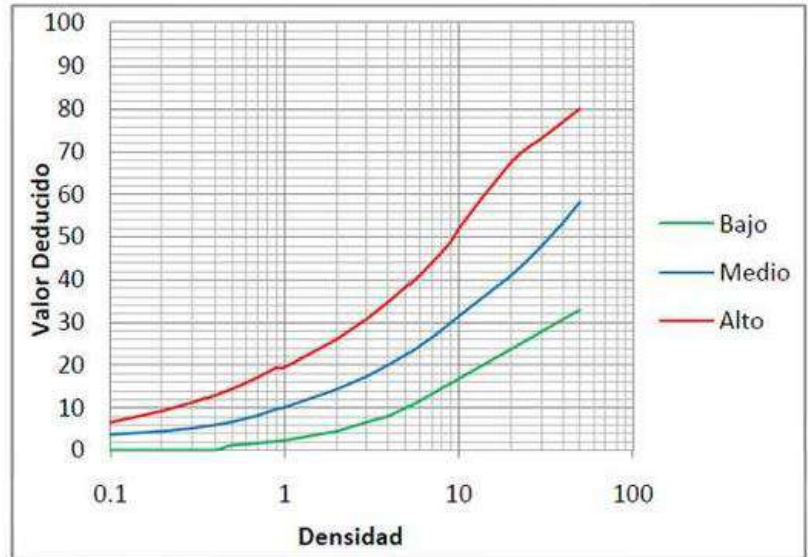
**Tabla 10:** Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N° 1 / Tramo: P1-P2 / Progresiva: 0+868 km a 0+908 km

**Fuente:** Elaboración propia

Después de calcular la **DENSIDAD (%)**, continuamos calculando el **VALOR DEDUCIDO (VD)**, con la ayuda de ábacos de las fallas presentes en la UM N°1

## FALLA N° 11.- PARCHEO

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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   | -              | -     | -     |



**Figura 30:** Ábaco de parcheo  
Fuente: ASTM D-6433

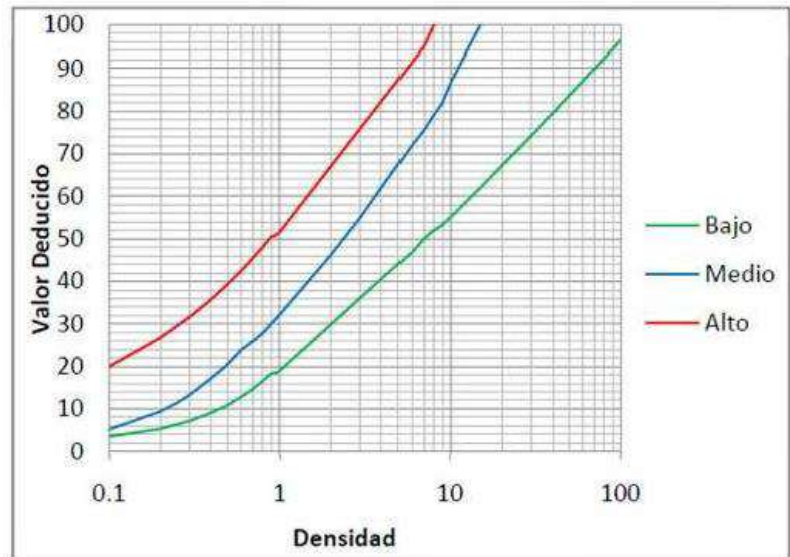
**Tabla 11:** Cuadro de VD de parcheo  
Fuente: ASTM D-6433

**Interpretamos:**

- La densidad de 8.645 con media severidad, resulta un valor deducido de **29.40**
- La densidad de 8.735 con baja severidad, resulta un valor deducido de **15.41**

## FALLA N°13.- HUECOS

| Densidad | Valor Deducido |        |        |
|----------|----------------|--------|--------|
|          | L              | M      | H      |
| 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          | -      | -      |



**Figura 31:** Ábaco de huecos  
Fuente: ASTM D-6433

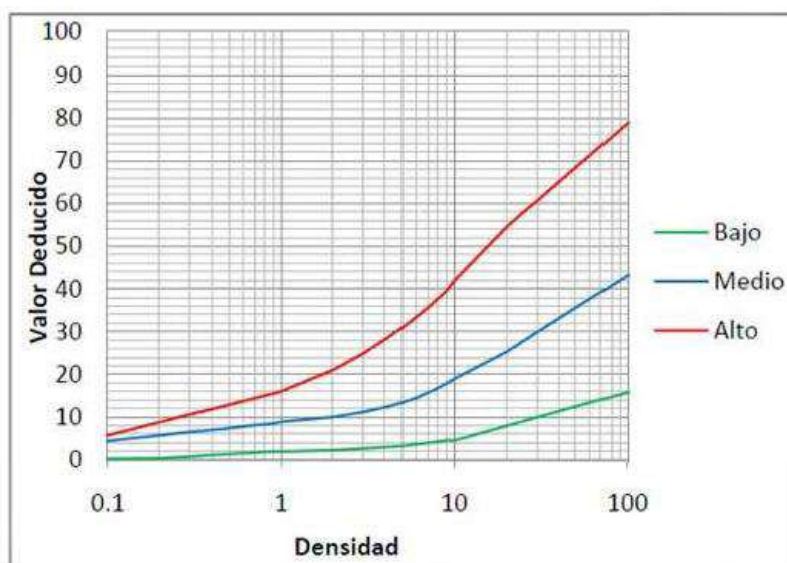
**Tabla 12:** Cuadro de VD de huecos  
Fuente: ASTM D-6433

**Interpretamos:**

- La densidad de 0.83 con alta severidad, resulta un valor deducido de **48.75**
- La densidad de 0.83 con baja severidad, resulta un valor deducido de **17.04**
- La densidad de 1.25 con media severidad, resulta un valor deducido de **35.50**

## FALLA N°19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 0.10     | 0.30           | 4.40  | 5.70  |
| 0.20     | 0.40           | 5.70  | 8.80  |
| 0.30     | 0.80           | 6.50  | 10.60 |
| 0.40     | 1.20           | 7.00  | 11.90 |
| 0.50     | 1.40           | 7.40  | 12.90 |
| 0.60     | 1.60           | 7.80  | 13.70 |
| 0.70     | 1.70           | 8.10  | 14.40 |
| 0.80     | 1.90           | 8.30  | 15.00 |
| 0.90     | 2.00           | 8.50  | 15.50 |
| 1.00     | 2.00           | 8.90  | 16.00 |
| 2.00     | 2.30           | 10.00 | 21.00 |
| 3.00     | 2.70           | 11.20 | 24.90 |
| 4.00     | 3.00           | 12.30 | 28.20 |
| 5.00     | 3.30           | 13.40 | 30.90 |
| 6.00     | 3.70           | 14.50 | 33.40 |
| 7.00     | 4.00           | 15.70 | 35.60 |
| 8.00     | 4.30           | 16.80 | 37.70 |
| 9.00     | 4.60           | 17.90 | 39.60 |
| 10.00    | 4.60           | 19.00 | 42.00 |
| 20.00    | 8.00           | 25.30 | 54.50 |
| 30.00    | 10.00          | 29.90 | 60.60 |
| 40.00    | 11.40          | 33.10 | 65.00 |
| 50.00    | 12.50          | 35.60 | 68.40 |
| 60.00    | 13.40          | 37.60 | 71.10 |
| 70.00    | 14.10          | 39.30 | 73.50 |
| 80.00    | 14.80          | 40.80 | 75.50 |
| 90.00    | 15.30          | 42.10 | 77.30 |
| 100.00   | 15.80          | 43.30 | 78.90 |



**Figura 32:** Ábaco de desprendimiento de agregados  
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 13:** Cuadro de VD de desprendimiento de agregados  
**Fuente:** ASTM D-6433

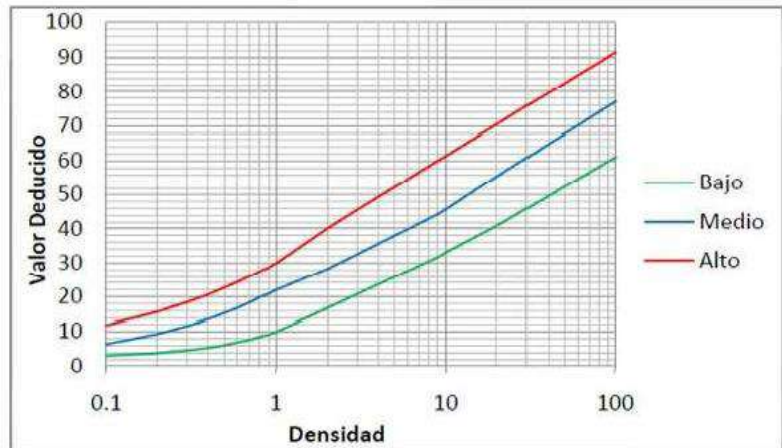
### Interpretamos:

- La densidad de 0.747 con baja severidad, resulta un valor deducido de **1.79**



## FALLA N° 1.- PIEL DE COCODRILO

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 33:** Ábaco de piel de cocodrilo

**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 14:** Cuadro de VD de piel de cocodrilo

**Fuente:** ASTM D-6433

### Interpretamos:

La densidad de 0.546 con media severidad, resulta un valor deducido de **15.99**

A continuación, procedemos a coger el **VALOR DEDUCIDO ALTO (HVDi)**, que es **48.75**, y continuamos de mayor a menor ubicándolo en la tabla que sigue para poder calcular **VALOR DEDUCIDO CORREGIDO**. Posteriormente se procedió a calcular los valores para “q”, utilizando el ábaco de valores deducidos corregidos de la norma ASMT D-6433.

### CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| Nº   | VALORES DEDUCIDOS |       |       |       |       |       |  |  | VDT    | q | VDC          |
|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--------|---|--------------|
| 1  | 48.75             | 35.50 | 29.40 | 17.04 | 15.99 | 10.89 |  |  | 157.57 | 6 | <b>75.03</b> |
| 2  | 48.75             | 35.50 | 29.40 | 17.04 | 15.99 | 2     |  |  | 148.68 | 5 | <b>75.47</b> |
| 3  | 48.75             | 35.50 | 29.40 | 17.04 | 2     | 2     |  |  | 134.69 | 4 | <b>75.35</b> |
| 4  | 48.75             | 35.50 | 29.40 | 2     | 2     | 2     |  |  | 119.65 | 3 | <b>72.83</b> |
| 5  | 48.75             | 35.50 | 2     | 2     | 2     | 2     |  |  | 92.25  | 2 | <b>65.58</b> |
| 6  | 48.75             | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     |  |  | 58.75  | 1 | <b>58.75</b> |
| 7  |                   |       |       |       |       |       |  |  | -      |   | -            |
| 8  |                   |       |       |       |       |       |  |  | -      |   | -            |
| <b>MÁXIMO Valor Deducido Corregido (VDC)</b> |                   |       |       |       |       |       |  |  |        |   | <b>75.47</b> |

| CLASIFICACIÓN PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCIÓN |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

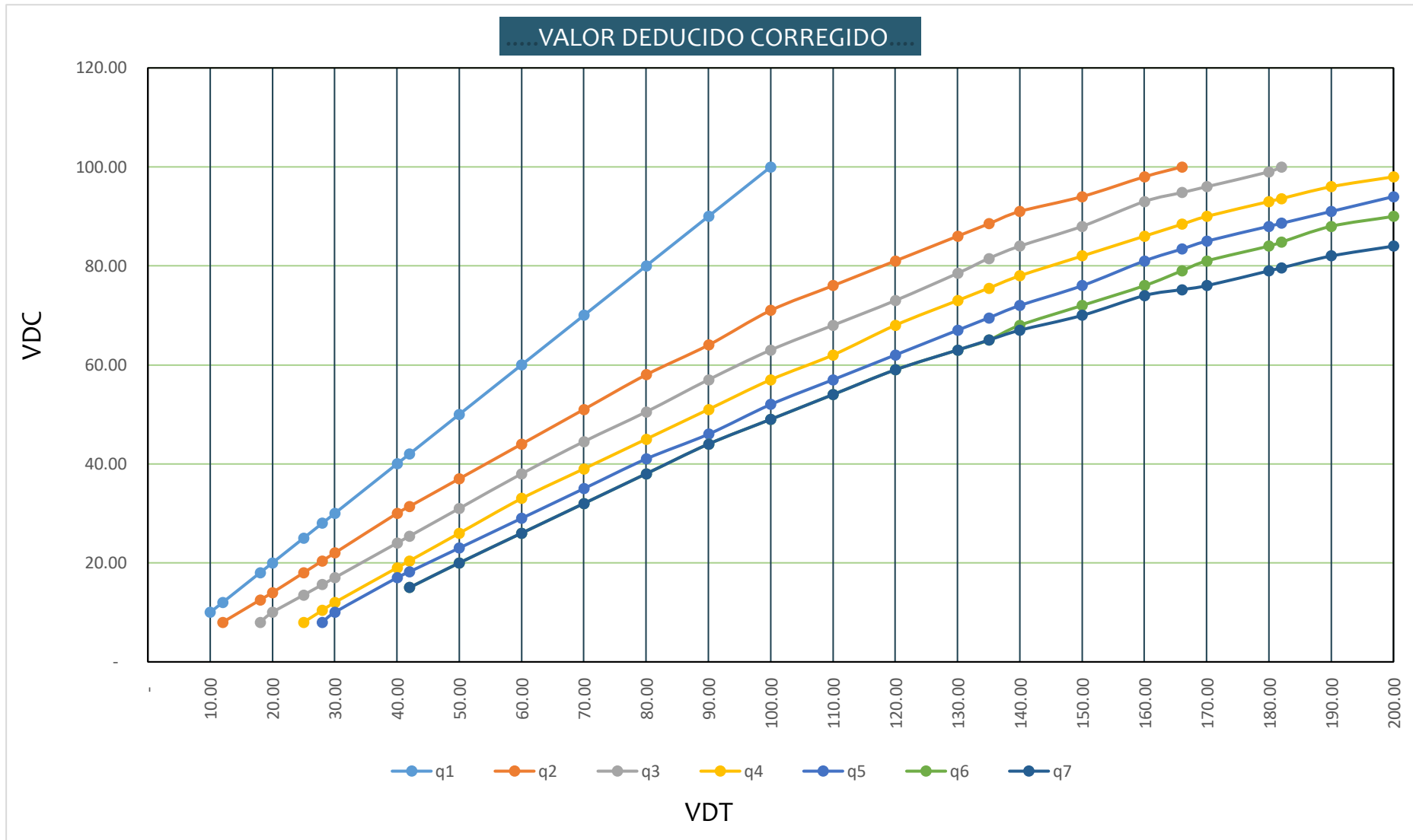
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI = 100 - Max VDC o Total VD |
|---|--------------------------------|
|   | PCI = 24.53                    |

| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO |                 |
|------------------------------------|-----------------|
|                                    | <b>Muy Malo</b> |

**Tabla 15:** Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°1

Fuente: ASTM D-6433





**Figura 34:** Ábaco de valores deducidos corregidos  
**Fuente:** ASTM D-6433

| TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS | VALOR DEDUCIDO CORREGIDO |       |       |      |      |      |      |
|----------------------------|--------------------------|-------|-------|------|------|------|------|
|                            | q1                       | q2    | q3    | q4   | q5   | q6   | q7   |
| 0.0                        | 0.0                      |       |       |      |      |      |      |
| 10.0                       | 10.0                     |       |       |      |      |      |      |
| 12.0                       | 12.0                     | 8.0   |       |      |      |      |      |
| 18.0                       | 18.0                     | 12.5  | 8.0   |      |      |      |      |
| 20.0                       | 20.0                     | 14.0  | 10.0  |      |      |      |      |
| 25.0                       | 25.0                     | 18.0  | 13.5  | 8.0  |      |      |      |
| 28.0                       | 28.0                     | 20.4  | 15.6  | 10.4 | 8.0  |      |      |
| 30.0                       | 30.0                     | 22.0  | 17.0  | 12.0 | 10.0 |      |      |
| 40.0                       | 40.0                     | 30.0  | 24.0  | 19.0 | 17.0 |      |      |
| 42.0                       | 42.0                     | 31.4  | 25.4  | 20.4 | 18.2 | 15.0 | 15.0 |
| 50.0                       | 50.0                     | 37.0  | 31.0  | 26.0 | 23.0 | 20.0 | 20.0 |
| 60.0                       | 60.0                     | 44.0  | 38.0  | 33.0 | 29.0 | 26.0 | 26.0 |
| 70.0                       | 70.0                     | 51.0  | 44.5  | 39.0 | 35.0 | 32.0 | 32.0 |
| 80.0                       | 80.0                     | 58.0  | 50.5  | 45.0 | 41.0 | 38.0 | 38.0 |
| 90.0                       | 90.0                     | 64.0  | 57.0  | 51.0 | 46.0 | 44.0 | 44.0 |
| 100.0                      | 100.0                    | 71.0  | 63.0  | 57.0 | 52.0 | 49.0 | 49.0 |
| 110.0                      |                          | 76.0  | 68.0  | 62.0 | 57.0 | 54.0 | 54.0 |
| 120.0                      |                          | 81.0  | 73.0  | 68.0 | 62.0 | 59.0 | 59.0 |
| 130.0                      |                          | 86.0  | 78.5  | 73.0 | 67.0 | 63.0 | 63.0 |
| 135.0                      |                          | 88.5  | 81.5  | 75.5 | 69.5 | 65.0 | 65.0 |
| 140.0                      |                          | 91.0  | 84.0  | 78.0 | 72.0 | 68.0 | 67.0 |
| 150.0                      |                          | 94.0  | 88.0  | 82.0 | 76.0 | 72.0 | 70.0 |
| 160.0                      |                          | 98.0  | 93.0  | 86.0 | 81.0 | 76.0 | 74.0 |
| 166.0                      |                          | 100.0 | 94.8  | 88.4 | 83.4 | 79.0 | 75.2 |
| 170.0                      |                          |       | 96.0  | 90.0 | 85.0 | 81.0 | 76.0 |
| 180.0                      |                          |       | 99.0  | 93.0 | 88.0 | 84.0 | 79.0 |
| 182.0                      |                          |       | 100.0 | 93.6 | 88.6 | 84.8 | 79.6 |
| 190.0                      |                          |       |       | 96.0 | 91.0 | 88.0 | 82.0 |
| 200.0                      |                          |       |       | 98.0 | 94.0 | 90.0 | 84.0 |

**Tabla 16:** Cuadro de valores deducidos corregidos  
**Fuente:** ASTM D-6433

**Interpretación:**

- Con un VDT de 58.75 con un q1 resulta un VDC de **58.75**
- Con un VDT de 92.25 con un q2 resulta un VDC de **65.58**
- Con un VDT de 119.65 con un q3 resulta un VDC de **72.83**
- Con un VDT de 134.69 con un q4 resulta un VDC de **75.35**
- Con un VDT de 148.68 con un q5 resulta un VDC de **75.47**
- Con un VDT de 157.57 con un q6 resulta un VDC de **75.03**

**6to paso: Interpretamos el resultado final de la UM 1.**

Con el cálculo corregido, se ha tomado el valor máximo, que se sustituirá en la fórmula:

$$PCI = 100 - Max VDC o Total VD$$

Según la U-M N° 1, escogemos el valor de “**75.47**”, y hacemos el reemplazo:

$$PCI = 100 - 75.47$$

$$PCI = 24.53$$

Finalmente arroja un **PCI = 24.53**, que según la tabla de **CLASIFICACIÓN PCI**, nos señala que dicho resultado está ubicado en los rangos de 10 – 25 (Muy Malo).

Entonces, la U-M N° 1 / Tramo: P1-P2 / Progresiva: 0+868 km a 0+908 km presenta un “**PCI=24.53 (MUY MALO)**”

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Análisis de resultados**

En la tabla N° 17 se muestra el registro y severidades de las fallas de la avenida Mercedes Indacochea; y también el PCI calculado de cada una de las muestras analizadas. El proceso de cálculo para hallar el PCI de las 7 unidades de muestra se encuentra en las tablas del anexo 1 y las fotografías de las fallas principales están ubicadas en el anexo 3.

La U-M 01 va desde el Km 0+868 al Km 0+908 de la avenida Mercedes Indacochea. En esta primera sección, encontramos desprendimiento de agregados de severidad baja. Asimismo, se registraron parches de severidad baja y media. También se encontró piel de cocodrilo de severidad media y huecos de baja, media y alta severidad. Siguiendo el procedimiento, nos resulta un índice de 24.53 lo cual nos señala un estado “muy malo” del pavimento.

La U-M 02 va desde el Km 0+948 al Km 0+988 de la avenida Mercedes Indacochea. En esta sección encontramos fallas de grieta de borde y desnivel carril/berma de severidad baja. Asimismo, se registró las fallas de depresión y grieta longitudinal y transversal con severidad media. También se encontró las fallas de parcheo y huecos con nivel de severidad bajo, medio y alto. Siguiendo el método del PCI, nos resulta un índice de 23.55 lo cual nos señala un estado “muy malo” del pavimento.

La U-M 03 va desde el Km 1+028 al Km 1+068 de la avenida Mercedes Indacochea. En esta sección encontramos la falla de grietas longitudinales y transversales de severidad media. Asimismo, se registraron fallas de parcheo con baja y mediana severidad. Siguiendo el procedimiento, nos resulta un índice de 50.15 lo cual nos señala un estado “regular” del pavimento.

La U-M 04 va desde el Km 1+068 al Km 1+108 de la avenida Mercedes Indacochea. En esta sección las fallas de severidad media que encontramos son: piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, desnivel carril/berma, parcheo y grietas longitudinales y transversales. Siguiendo el procedimiento, nos resulta un índice de 50.08 lo cual nos señala un estado “regular” del pavimento.

La U-M 05 va desde el Km 1+108 al Km 1+148 de la avenida Mercedes Indacochea. En esta sección las fallas con severidad media que encontramos son: depresión y grietas longitudinales y transversales. Asimismo, se registraron las fallas de parcheo y huecos con severidad baja y media. También se encontró la falla de piel de cocodrilo con severidad media y alta; y la falla de desnivel carril/berma con una severidad alta. Siguiendo el procedimiento, nos resulta un índice de 21.76 lo cual nos señala un estado “muy malo” del pavimento.

La U-M 06 va desde el Km 1+188 al Km 1+228 de la avenida Mercedes Indacochea. En esta sección las fallas con severidad media que encontramos son: huecos y grietas longitudinales y transversales. Asimismo, encontramos la falla de parcheo con severidad baja y media. Siguiendo el procedimiento, nos resulta un índice de 60.39 lo cual nos señala un estado “bueno” del pavimento.

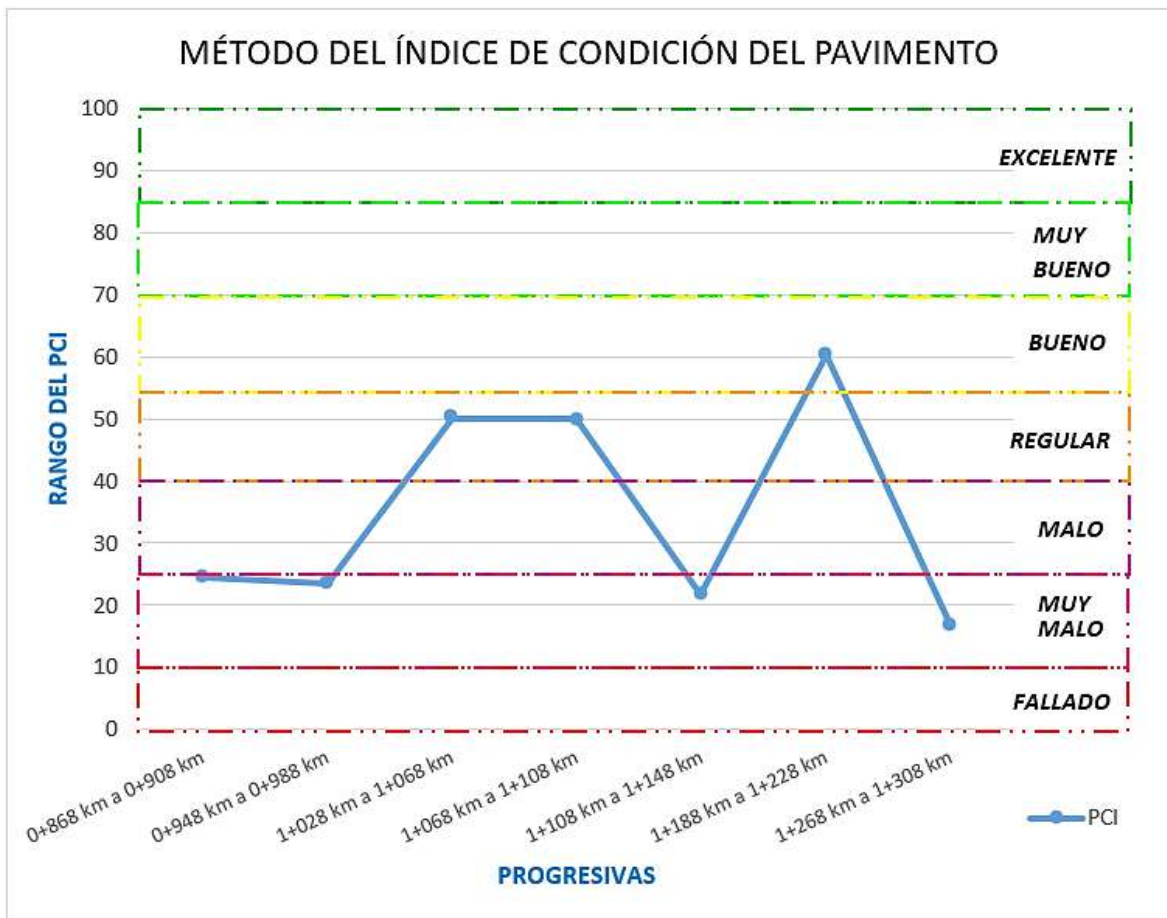
La U-M 07 va desde el Km 1+268 al Km 1+308 de la avenida Mercedes Indacochea. En esta sección encontramos la falla de abultamientos y hundimientos con severidad media. Asimismo, encontramos la falla de parcheo con baja y mediana severidad. Por último, registramos la falla de huecos con una baja, media y alta severidad. Siguiendo el procedimiento, nos resulta un índice de 16.64 lo cual nos señala un estado “muy malo” del pavimento.

## RESULTADOS POR UM - MÉTODO PCI

| UM | TRAMO     | PROGRESIVA                | COD. FALLA | UND            | SEV. | PCI   |          |
|----|-----------|---------------------------|------------|----------------|------|-------|----------|
| 01 | P1 - P2   | 0+868 km<br>a<br>0+908 km | PC         | m <sup>2</sup> | M    | 24.53 | Muy Malo |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | L    |       |          |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | L    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | M    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | H    |       |          |
|    |           |                           | DAM        | m <sup>2</sup> | L    |       |          |
| 02 | P3 - P4   | 0+948 km<br>a<br>0+988 km | P          | m <sup>2</sup> | L    | 23.55 | Muy Malo |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | H    |       |          |
|    |           |                           | D          | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | L    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | M    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | H    |       |          |
|    |           |                           | GB         | m              | L    |       |          |
|    |           |                           | DCB        | m              | L    |       |          |
| 03 | P5 - P6   | 1+028 km<br>a<br>1+068 km | GLT        | m              | M    | 50.15 | Regular  |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | L    |       |          |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | GLT        | m              | M    |       |          |
| 04 | P6 - P7   | 1+068 km<br>A<br>1+108 km | PC         | m <sup>2</sup> | M    | 50.08 | Regular  |
|    |           |                           | AB         | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | DCB        | m              | M    |       |          |
|    |           |                           | GLT        | m              | M    |       |          |
| 05 | P7 - P8   | 1+108 km<br>A<br>1+148 km | P          | m <sup>2</sup> | M    | 21.76 | Muy Malo |
|    |           |                           | PC         | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | PC         | m <sup>2</sup> | H    |       |          |
|    |           |                           | D          | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | DCB        | m              | H    |       |          |
|    |           |                           | GLT        | m              | M    |       |          |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | L    |       |          |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | L    |       |          |
| H  | und       | M                         |            |                |      |       |          |
| 06 | P9- P10   | 1+188 km<br>A<br>1+228 km | GLT        | m              | M    | 60.39 | Bueno    |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | L    |       |          |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | M    |       |          |
| 07 | P11 - P12 | 1+268 km<br>A<br>1+308 km | AH         | m <sup>2</sup> | M    | 16.64 | Muy Malo |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | L    |       |          |
|    |           |                           | P          | m <sup>2</sup> | M    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | L    |       |          |
|    |           |                           | H          | und            | M    |       |          |
| H  | und       | H                         |            |                |      |       |          |

**Tabla 17:** Las 07 U-M de la av. Mercedes Indacochea, Huacho, de 0+868 km - 1+308 km  
**Fuente:** Elaboración propia

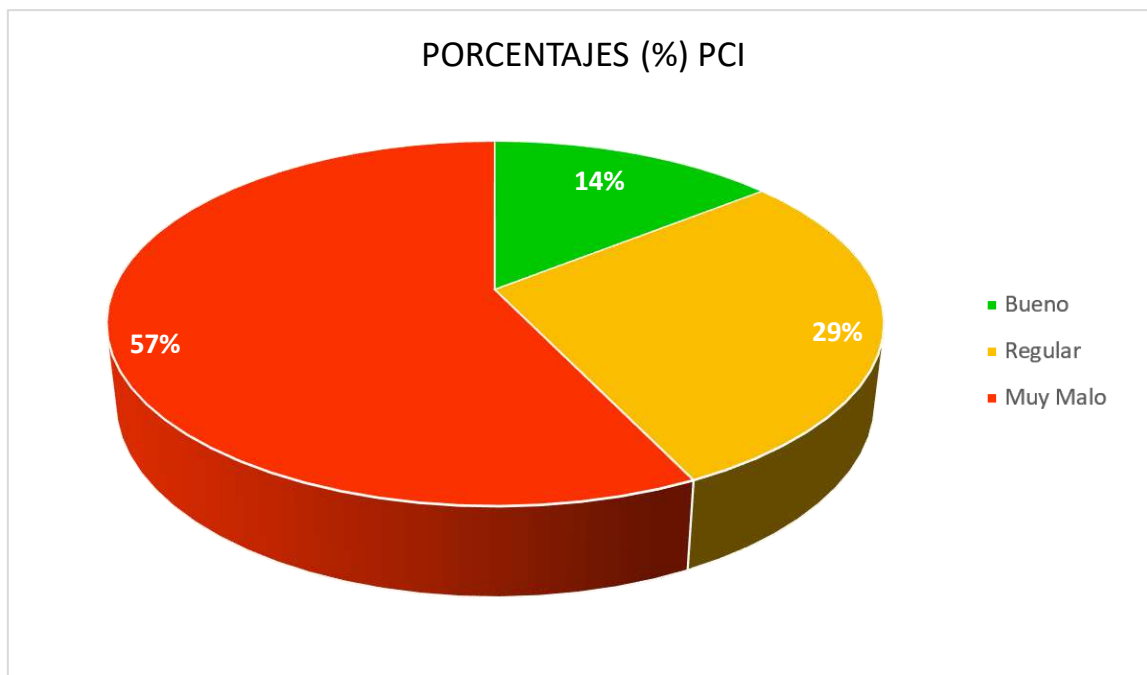
Del registro anterior obtenido de la av. Mercedes Indacochea, Huacho, de 0+868 km - 1+308 km, procedemos a realizar un gráfico que señala los PCI resultantes de cada una de las unidades de muestra analizadas, como podemos observar acto seguido:



**Figura 35:** Gráfico de los PCI de cada unidad de muestra  
**Fuente:** Elaboración propia.

De manera que en la FIGURA N°35 “Gráfico de los PCI de cada unidad de muestra”, observamos lo siguiente, de las 07 unidades de muestra que son en total, encontramos que 1 de ellas tiene condición de carácter BUENO, 2 de ellas tienen condición de carácter REGULAR, y 4 de ellas tienen condición de carácter MUY MALO.

Por lo tanto la condición que predomina a simple vista en 4 unidades de muestra de 7 que son en total, viene a ser la condición de carácter “MUY MALO”.

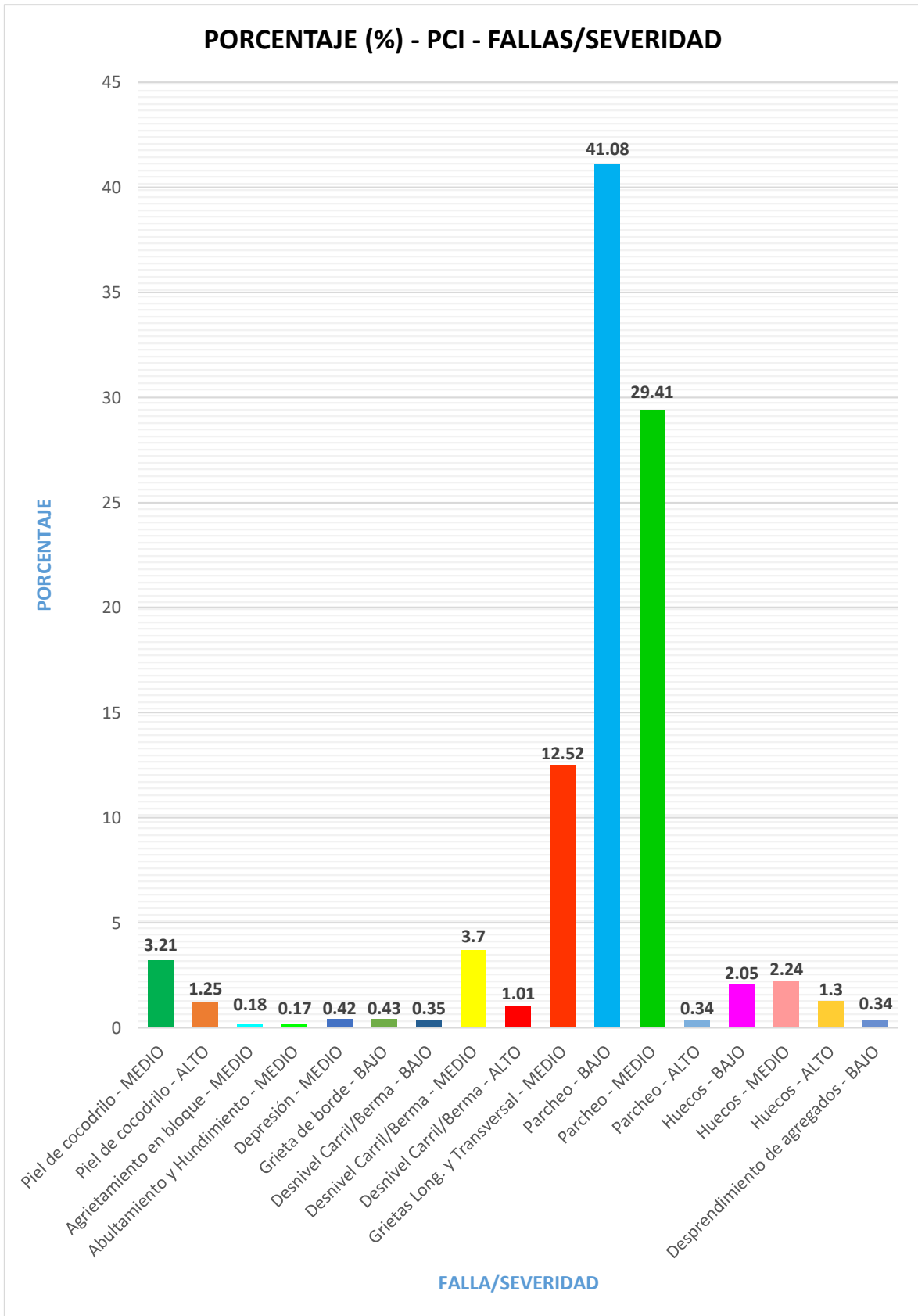


**Figura 36:** Gráfico de resumen del PCI de las unidades de muestra – según el porcentaje  
**Fuente:** Elaboración propia.

De manera que en la **FIGURA N°36** “Gráfico de resumen del PCI de las unidades de muestra – según el porcentaje”, observamos que de las 07 unidades de muestras estudiadas, el 14% tiene una condición de carácter BUENO, el 29% tiene una condición de carácter REGULAR y el 57% tiene una condición de carácter MUY MALO.

Por lo tanto, de las 07 unidades de muestra vemos que predomina un 57% la condición de carácter “MUY MALO”.





**Figura 37:** Gráfico de barras de las fallas según el PCI – según el porcentaje  
**Fuente:** Elaboración propia

De manera que en la **FIGURA N°37** “Gráfico de barras de las fallas según el PCI – según el porcentaje”, observamos que de todas las muestras estudiadas, la falla que predomina es el **PARCHEO – SEVERIDAD BAJO** abarcando un 41.08%, en segundo lugar encontramos el **PARCHEO – SEVERIDAD MEDIO** abarcando un 29.41%, en tercer lugar encontramos las **GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL – SEVERIDAD MEDIO** abarcando un 12.52%, y en cuarta posición encontramos el **DESNIVEL CARRIL/BERMA - SEVERIDAD MEDIO** abarcando un 3.7%.

A simple vista, la falla predominante del total de 07 unidades de muestra evaluadas es el **PARCHEO**, con un **70.83%** sumando sus 3 niveles de severidades.

Por consiguiente con los resultados que se obtuvo, en cuanto a los **PCI** de todas las muestras de la av. Mercedes Indacochea - Huacho, de 0+868 km - 1+308 km, procedemos a promediarlos para conseguir un índice de PCI final:

| RESUMEN – ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO |           |                     |       |              |
|---|-----------|---------------------|-------|--------------|
| Nº  | PUNTOS    | PROGRESIVA          | PCI   | PCI PROMEDIO |
| 01  | P1 - P2   | 0+868 km a 0+908 km | 24.53 | 35.30        |
| 02  | P3 – P4   | 0+948 km a 0+988 km | 23.55 |              |
| 03  | P5 - P6   | 1+028 km a 1+068 km | 50.15 |              |
| 04  | P6 – P7   | 1+068 km a 1+108 km | 50.08 |              |
| 05  | P7 – P8   | 1+108 km a 1+148 km | 21.76 |              |
| 06  | P9- P10   | 1+188 km a 1+228 km | 60.39 |              |
| 07  | P11 – P12 | 1+268 km a 1+308 km | 16.64 |              |

**Tabla 18:** PCI promedio de las 07 Unidades de muestra de la av. Mercedes Indacochea - Huacho, de 0+868 km - 1+308 km

**Fuente:** Elaboración propia

Nos resulta finalmente un **PCI PROMEDIO = 35.30**, el cual nos indica un carácter de condición “**MALO**”, de la av. Mercedes Indacochea - Huacho, de 0+868 km - 1+308 km.

Una vez evaluado el pavimento y llegando a concluir de que se encuentra en una mala condición, el método del PCI, recomienda una rehabilitación o reconstrucción del pavimento.

| Nº UM | PROGRESIVA             | PCI   | CONDICIÓN | CATEGORÍA DE ACCIÓN                                 |
|-------|------------------------|-------|-----------|---|
| 01    | 0+868 km a<br>0+908 km | 24.53 | MUY MALO  | Rehabilitación - Reconstrucción                     |
| 02    | 0+948 km a<br>0+988 km | 23.55 | MUY MALO  | Rehabilitación - Reconstrucción                     |
| 03    | 1+028 km a<br>1+068 km | 50.15 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                            |
| 04    | 1+068 km a<br>1+108 km | 50.08 | REGULAR   | Mantenimiento Correctivo                            |
| 05    | 1+108 km a<br>1+148 km | 21.76 | MUY MALO  | Rehabilitación - Reconstrucción                     |
| 06    | 1+188 km a<br>1+228 km | 60.39 | BUENO     | Mantenimiento Preventivo Rutinario<br>y/o Periódico |
| 07    | 1+268 km a<br>1+308 km | 16.64 | MUY MALO  | Rehabilitación - Reconstrucción                     |

**Tabla 19:** Actividades de mantenimiento según la escala de clasificación

**Fuente:** Elaboración propia.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 Discusión de resultados

Se ha aplicado la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Mercedes Indacochea, de 0+868 km - 1+308 km, resultando finalmente un valor de **PCI PROMEDIO = 35.30**, el cual clasifica como “**MALO**”, resaltando la falla de **parqueo (P)** seguida por **las grietas longitudinales y transversales (GLT)**, en las diferentes unidades de muestra. A diferencia de Ceron (2006), que en su estudio denominado “Evaluación y Comparación de Metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de Via en Pavimento Flexible y Rígido de la Vía: Museo Quimbaya – Crq Armenia Quindío (Pr 00+000 – Pr 02+600)”, respaldado por la Universidad Nacional de Colombia, con una muestra que consta de 2.6 Km, concluyó en sus resultados para el pavimento flexible con un PCI de 53.55, calificándolo de “Regular”; y un VIZIR de 3; predominando de entres sus fallas el **pulimento de agregados (PA)** seguida por la **piel de cocodrilo (PC)** en sus diferentes unidades de muestra.

Por otro lado, concordando con Medina (2019), que en su investigación denominada “Evaluación del pavimento flexible mediante método del PCI para mejorar la transitabilidad en principales calles de Urbanización la Primavera – Chiclayo”, respaldada por la Universidad César Vallejo, finalmente también concluye en sus resultados con una calificación de “Malo”, arrojando un PCI de 30.36; y a la vez recomendando una rehabilitación y reconstrucción del pavimento.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

El PCI, es un método tradicional que viene siendo el más idóneo, eficaz y exacto para la determinación del estado de los pavimentos.

Aplicando adecuadamente dicho método, logramos saber cuál es la condición o el estado de conservación en la que se encuentra la Av. Mercedes Indacochea, arrojando un PCI de 35.30, clasificándolo como “Malo”.

Las diferentes fallas que se encontraron en las 7 unidades de muestra fueron: Parcheo, Grietas longitudinales y transversales, Desnivel Carril/Berma, Huecos, Desprendimiento de Agregados, Grieta de Borde, Depresión, Piel de cocodrilo, Agrietamiento en Bloque y Abultamientos y Hundimientos.

Del porcentaje del número de veces que se repiten los tipos de fallas existentes a lo largo de la Av. Mercedes Indacochea, se concluye que la falla llamada “Parcheo” es el que se repite más en el pavimento, abarcando el 70.83% de las fallas existentes. En un segundo lugar se encuentra la falla de “Grietas longitudinales y Transversales” abarcando un porcentaje de 12.52% de las fallas existentes.

#### **6.2 Recomendaciones**

La Av. Mercedes Indacochea necesita una rehabilitación de su pavimento, realizándose actividades tales como la remoción de la carpeta de asfalto o su reemplazo.

Debemos considerar que esta investigación solo aplicará para la fecha actual que sea publicada, dado que, al transcurrir el tiempo, el estado de conservación del pavimento de esta avenida tiende a ser cada vez menor y sufre un mayor desgaste.

Sensibilizar a la ciudadanía y a la entidad encargada del mantenimiento de dicha avenida, que se pongan manos a la obra y solucionar esta situación, puesto que es importante para el progreso de la ciudad de Huacho, sobre todo para nuestra Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión que viene siendo la más afectada al tener su vía principal en mal estado.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS

#### 7.1 Fuentes documentales

- (2004). ASTM D 6433. *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Surveys*. Estados Unidos.
- Ceron, V. (2006). Evaluación y comparación de metodologías Vizir y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: Museo Quimbaya - CRQ Armenia Quindío (Pr 00+000 - Pr 02+600). (*Tesis de Postgrado*). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Conza, D. (2016). Evaluación de fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la avenida Circunvalación Oeste de Juliaca. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Peruana Unión, Juliaca.
- Gutierrez, W. (1994). Índice de Condición del Pavimento. *Método de Evaluación de Pavimentos Asfálticos*.
- Lizana, P. (2021). Uso del método PCI para la evaluación del pavimento flexible en la Av. Grau, distrito de Castilla. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de Piura, Piura.
- Lozano, E., & Tabares, R. (2005). Diagnostico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en Fase I de la vía de acceso al barrio Ciudadela del Café-Vía la Badea. (*Tesis de Postgrado*). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Medina, J. (2019). Evaluación del pavimento flexible mediante método del PCI para mejorar la transitabilidad en principales calles de Urbanización la Primavera -Chiclayo. (*Tesis de Pregrado*). Universidad César Vallejo, Chiclayo.
- Miranda, R. (2010). Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos*. Colombia: Agora Editores.
- Rodriguez, C., & Rodriguez, J. (2004). Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método de reciclaje. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de El Salvador, San Salvador.
- Rodríguez, E. (2009). Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de Piura, Piura.

- Torres, R. (2007). Análisis comparativo de costos entre el pavimento flexible y el pavimento rígido. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Valeriano, J. (2000). Degradación en los pavimentos revestidos con asfalto en Lima y Callao. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Vásquez, L. (2002). Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. (*Manual*). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

## **ANEXOS**

### **8.1 Anexo 1: Tablas de las Unidades de Muestras**



EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS

PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)

PROYECTO DE INVESTIGACION

Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI de la av. Mercedes Indacochea del distrito de Huacho, 2022

EVALUADOR

: Torres Atanacio Katherine Fiorela

NOMBRE DE LA VIA  
MUESTRA  
Nº UNIDAD DE MUESTRA  
TRAMO  
PROGRESIVA  
ANCHO DE LA CALZADA  
LONGITUD DE LA MUESTRA  
ÁREA DE LA MUESTRA

: Av. Mercedes Indacochea – Huacho – Huaura – Lima Provincias  
: Km 0+868 - Km 1+308  
: UM 2  
: P3 – P4  
: 0+948 a 0+988  
: 6 m  
: 40 m  
: 240 m<sup>2</sup>

| Nº | TIPO DE FALLA                | Cod. | UNIDAD         |
|----|------------------------------|------|----------------|
| 1  | Piel De Cocodrilo            | PC   | m <sup>2</sup> |
| 2  | Exudación                    | EX   | m <sup>2</sup> |
| 3  | Agrietamiento En Bloque      | AB   | m <sup>2</sup> |
| 4  | Abultamientos Y Hundimientos | AH   | m <sup>2</sup> |
| 5  | Corrugación                  | C    | m <sup>2</sup> |
| 6  | Depresión                    | D    | m <sup>2</sup> |
| 7  | Grieta De Borde              | GB   | m              |
| 8  | Grieta De Reflexión De Junta | GF   | m              |
| 9  | Desnivel Carril/Berma        | DCB  | m              |
| 10 | Grietas Long. Y Transversal  | GLT  | m              |
| 11 | Parqueo                      | P    | m <sup>2</sup> |
| 12 | Pulimento De Agregados       | PA   | m <sup>2</sup> |
| 13 | Huecos                       | H    | unidad         |
| 14 | Cruce De Vía Férrica         | CVF  | m <sup>2</sup> |
| 15 | Ahuellamiento                | A    | m <sup>2</sup> |
| 16 | Desplazamiento               | DS   | m <sup>2</sup> |
| 17 | Grieta Parabólica (Slippage) | GP   | m <sup>2</sup> |
| 18 | Hinchamiento                 | HI   | m <sup>2</sup> |
| 19 | Desprendimiento De Agregados | DAM  | m <sup>2</sup> |

| SEVERIDAD |       |   |
|-----------|-------|---|
| LOW       | Baja  | L |
| MEDIUM    | Medio | M |
| HIGH      | Alta  | H |

| CLASIFICACION PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCION |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

| COD | TIPO DE FALLA               | SEV. | UND            | ÁREA/LONGITUD/UNIDAD |      |     | CANT. PARCIALES |
|-----|-----------------------------|------|----------------|----------------------|------|-----|-----------------|
|     |                             |      |                | L(m)                 | A(m) | Und |                 |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 9.40                 | 2.50 |     | 23.5            |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 25.70                | 1.90 |     | 48.83           |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 2.37                 | 1.63 |     | 3.8631          |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 11.10                | 1.48 |     | 16.428          |
| P   | PARCHEO                     | M    | m <sup>2</sup> | 0.40                 | 0.65 |     | 0.26            |
| P   | PARCHEO                     | H    | m <sup>2</sup> | 1.30                 | 0.50 |     | 0.65            |
| P   | PARCHEO                     | H    | m <sup>2</sup> | 1.30                 | 0.70 |     | 0.91            |
| P   | PARCHEO                     | H    | m <sup>2</sup> | 0.52                 | 0.51 |     | 0.2652          |
| D   | DEPRESIÓN                   | M    | m <sup>2</sup> | 1.85                 | 0.72 |     | 1.332           |
| H   | HUECOS                      | L    | und            |                      |      | 2   |                 |
| H   | HUECOS                      | M    | und            |                      |      | 2   |                 |
| H   | HUECOS                      | H    | und            |                      |      | 3   |                 |
| GB  | GRIETA DE BORDE             | L    | m              | 2.30                 |      |     | 2.30            |
| DCB | DESNIVEL CARRIL / BERMA     | L    | m              | 1.86                 |      |     | 1.86            |
| GLT | GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL | M    | m              | 1.83                 |      |     | 1.83            |
|     |                             |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                             |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                             |      |                |                      |      |     |                 |

Tabla 20: Datos recogidos de la U-M N° 02 / Tramo: P3-P4 / Progresiva: 0+948 Km a 0+988 Km

Fuente: Elaboración propia

| CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO |                             |      |      |        |                      |       |        |        |  |        |       |                 |                     |                                   |  |  |
|----------------------------|-----------------------------|------|------|--------|----------------------|-------|--------|--------|--|--------|-------|-----------------|---------------------|-----------------------------------|--|--|
| MUESTRA                    |                             | 2    |      | TRAMO: |                      |       |        |        |  | P3- P4 |       |                 |                     | PROGRESIVA<br>0+948 km a 0+988 km |  |  |
| Nº                         | NOMBRE DE FALLA             | COD. | SEV. | UND.   | CANTIDADES PARCIALES |       |        |        |  |        | TOTAL | DENSIDAD (%)    | VALOR DEDUCIDO (VD) |                                   |  |  |
| 11                         | Parcheo                     | P    | L    | M2     | 23.5                 | 48.83 | 3.8631 | 16.428 |  |        |       | 92.6211         | 38.59               | <b>30.29</b>                      |  |  |
| 11                         | Parcheo                     | P    | M    | M2     | 0.26                 |       |        |        |  |        |       | 0.26            | 0.11                | <b>3.78</b>                       |  |  |
| 11                         | Parcheo                     | P    | H    | M2     | 0.65                 | 0.91  | 0.2652 |        |  |        |       | 1.8252          | 0.76                | <b>17.82</b>                      |  |  |
| 6                          | Depresión                   | D    | M    | M2     | 1.332                |       |        |        |  |        |       | 1.332           | 0.56                | <b>8.06</b>                       |  |  |
| 13                         | Huecos                      | H    | L    | Und    | 2                    |       |        |        |  |        |       | 2               | 0.83                | <b>17.04</b>                      |  |  |
| 13                         | Huecos                      | H    | M    | Und    | 2                    |       |        |        |  |        |       | 2               | 0.83                | <b>28.46</b>                      |  |  |
| 13                         | Huecos                      | H    | H    | Und    | 3                    |       |        |        |  |        |       | 3               | 1.25                | <b>55.28</b>                      |  |  |
| 7                          | Grieta de borde             | GB   | L    | M      | 2.30                 |       |        |        |  |        |       | 2.30            | 0.96                | <b>1.66</b>                       |  |  |
| 9                          | Desnivel carril / berma     | DCB  | L    | M      | 1.86                 |       |        |        |  |        |       | 1.86            | 0.78                | -                                 |  |  |
| 10                         | Grietas Long. Y transversal | GLT  | M    | M      | 1.83                 |       |        |        |  |        |       | 1.83            | 0.76                | <b>1.82</b>                       |  |  |
|                            |                             |      |      |        |                      |       |        |        |  |        |       | <b>TOTAL VD</b> |                     | <b>164.21</b>                     |  |  |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| Número de valores deducidos >2 (q)      | : | 7         |
| Valor deducido más alto (HVDi)          | : | 55.28     |
| Número máximo de valores deducidos (mi) | : | 5.107 ≈ 6 |

|   |
|---|
| $mi = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi)$ |
|---|

**Tabla 21:** Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N° 2 / Tramo: P3-P4 / Progresiva: 0+948 km a 0+988 km

**Fuente:** Elaboración propia

### CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| Nº   | VALORES DEDUCIDOS |       |       |       |       |      |  | VDT    | q | VDC          |
|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|--|--------|---|--------------|
| 1  | 55.28             | 30.29 | 28.46 | 17.82 | 17.04 | 0.86 |  | 149.75 | 6 | <b>71.90</b> |
| 2  | 55.28             | 30.29 | 28.46 | 17.82 | 17.04 | 2    |  | 150.89 | 5 | <b>76.45</b> |
| 3  | 55.28             | 30.29 | 28.46 | 17.82 | 2     | 2    |  | 135.85 | 4 | <b>75.93</b> |
| 4  | 55.28             | 30.29 | 28.46 | 2     | 2     | 2    |  | 120.03 | 3 | <b>73.02</b> |
| 5  | 55.28             | 30.29 | 2     | 2     | 2     | 2    |  | 93.57  | 2 | <b>66.50</b> |
| 6  | 55.28             | 2     | 2     | 2     | 2     | 2    |  | 65.28  | 1 | <b>65.28</b> |
|  |                   |       |       |       |       |      |  | -      |   | -            |
|  |                   |       |       |       |       |      |  | -      |   | -            |
| <b>MÁXIMO Valor Deducido Corregido (VDC)</b> |                   |       |       |       |       |      |  |        |   | <b>76.45</b> |

| CLASIFICACIÓN PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCIÓN |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI = 100 - Max VDC o Total VD |
|---|--------------------------------|
|   | PCI = 23.55                    |

| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | Muy Malo |
|------------------------------------|----------|
|                                    |          |

**Tabla 22:** Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°2

Fuente: ASTM D-6433









## EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS

PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI de la av. Mercedes Indacochea del distrito de Huacho, 2022

EVALUADOR

:

Torres Atanacio Katherine Fiorela

NOMBRE DE LA VÍA

:

Av. Mercedes Indacochea – Huacho – Huaura – Lima Provincias

MUESTRA

:

Km 0+868 - Km 1+308

Nº UNIDAD DE MUESTRA

:

UM 4

TRAMO

:

P6 – P7

PROGRESIVA

:

1+068 a 1+108

ANCHO DE LA CALZADA

:

6 m

LONGITUD DE LA MUESTRA

:

40 m

ÁREA DE LA MUESTRA

:

240 m<sup>2</sup>

| Nº | TIPO DE FALLA                | Cod. | UNIDAD         |
|----|------------------------------|------|----------------|
| 1  | Piel De Cocodrilo            | PC   | m <sup>2</sup> |
| 2  | Exudación                    | EX   | m <sup>2</sup> |
| 3  | Agrietamiento En Bloque      | AB   | m <sup>2</sup> |
| 4  | Abultamientos Y Hundimientos | AH   | m <sup>2</sup> |
| 5  | Corrugación                  | C    | m <sup>2</sup> |
| 6  | Depresión                    | D    | m <sup>2</sup> |
| 7  | Grieta De Borde              | GB   | m              |
| 8  | Grieta De Reflexión De Junta | GF   | m              |
| 9  | Desnivel Carril/Berma        | DCB  | m              |
| 10 | Grietas Long. Y Transversal  | GLT  | m              |
| 11 | Parqueo                      | P    | m <sup>2</sup> |
| 12 | Pulimento De Agregados       | PA   | m <sup>2</sup> |
| 13 | Huecos                       | H    | unidad         |
| 14 | Cruce De Vía Férrea          | CVF  | m <sup>2</sup> |
| 15 | Ahuellamiento                | A    | m <sup>2</sup> |
| 16 | Desplazamiento               | DS   | m <sup>2</sup> |
| 17 | Grieta Parabólica (Slippage) | GP   | m <sup>2</sup> |
| 18 | Hinchamiento                 | HI   | m <sup>2</sup> |
| 19 | Desprendimiento De Agregados | DAM  | m <sup>2</sup> |

| SEVERIDAD |       |   |
|-----------|-------|---|
| LOW       | Baja  | L |
| MEDIUM    | Medio | M |
| HIGH      | Alta  | H |

| CLASIFICACIÓN PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCIÓN |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

| COD | TIPO DE FALLA             | SEV. | UND            | ÁREA/LONGITUD/UNIDAD |      |     | CANT. PARCIALES |
|-----|---------------------------|------|----------------|----------------------|------|-----|-----------------|
|     |                           |      |                | L(m)                 | A(m) | Und |                 |
| PC  | PIEL DE COCODRILO         | M    | m <sup>2</sup> | 2.00                 | 1.26 |     | 2.52            |
| AB  | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE   | M    | m <sup>2</sup> | 3.90                 | 0.25 |     | 0.975           |
| DCB | DESNIVEL CARRIL / BERMA   | M    | m              | 18.00                |      |     | 18.00           |
| GLT | GRIETAS LONG. TRASNVERSAL | M    | m              | 9.20                 |      |     | 9.20            |
| P   | PARCHEO                   | M    | m <sup>2</sup> | 40.00                | 1.30 |     | 52.00           |
|     |                           |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                           |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                           |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                           |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                           |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                           |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                           |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                           |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                           |      |                |                      |      |     |                 |

**Tabla 26:** Datos recogidos de la U-M N° 04 / Tramo: P6-P7 / Progresiva: 1+068 Km a 1+108 Km

**Fuente:** Elaboración propia

| CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO |                             |      |      |        |                      |  |  |        |  |       |                                   |                     |              |
|----------------------------|-----------------------------|------|------|--------|----------------------|--|--|--------|--|-------|-----------------------------------|---------------------|--------------|
| MUESTRA                    |                             | 4    |      | TRAMO: |                      |  |  | P6- P7 |  |       | PROGRESIVA<br>1+068 km a 1+108 km |                     |              |
| N°                         | NOMBRE DE FALLA             | COD. | SEV. | UND.   | CANTIDADES PARCIALES |  |  |        |  | TOTAL | DENSIDAD (%)                      | VALOR DEDUCIDO (VD) |              |
| 1                          | Piel de cocodrilo           | PC   | M    | M2     | 2.52                 |  |  |        |  |       | 2.52                              | 1.05                | <b>22.31</b> |
| 3                          | Agrietamiento en bloque     | AB   | M    | M2     | 0.975                |  |  |        |  |       | 0.975                             | 0.41                | -            |
| 9                          | Desnivel carril / berma     | DCB  | M    | M2     | 18.00                |  |  |        |  |       | 18.00                             | 7.5                 | <b>6.65</b>  |
| 10                         | Grietas Long. Y transversal | GLT  | M    | M2     | 9.20                 |  |  |        |  |       | 9.20                              | 3.83                | <b>8.81</b>  |
| 11                         | Parcheo                     | P    | M    | M2     | 52.00                |  |  |        |  |       | 52.00                             | 21.66               | <b>42.15</b> |
|                            |                             |      |      |        |                      |  |  |        |  |       |                                   |                     |              |
|                            |                             |      |      |        |                      |  |  |        |  |       |                                   |                     |              |
|                            |                             |      |      |        |                      |  |  |        |  |       |                                   |                     | -            |
|                            |                             |      |      |        |                      |  |  |        |  |       |                                   |                     |              |
|                            |                             |      |      |        |                      |  |  |        |  |       | <b>TOTAL VD</b>                   | <b>79.92</b>        |              |

|   |   |       |
|---|---|-------|
| Número de valores deducidos >2 (q)      | : | 4     |
| Valor deducido más alto (HVDi)          | : | 42.15 |
| Número máximo de valores deducidos (mi) | : | 6     |

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi)$$

**Tabla 27:** Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N° 4 / Tramo: P6-P7 / Progresiva: 1+068 km a 1+108 km

**Fuente:** Elaboración propia



| CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO  |                   |       |      |      |  |  |  |  |       |   |              |  |
|---------------------------------------|-------------------|-------|------|------|--|--|--|--|-------|---|--------------|--|
| Nº                                    | VALORES DEDUCIDOS |       |      |      |  |  |  |  | VDT   | q | VDC          |  |
| 1                                     | 42.15             | 22.31 | 8.81 | 6.65 |  |  |  |  | 79.92 | 4 | <b>44.95</b> |  |
| 2                                     | 42.15             | 22.31 | 8.81 | 2    |  |  |  |  | 75.27 | 3 | <b>47.66</b> |  |
| 3                                     | 42.15             | 22.31 | 2    | 2    |  |  |  |  | 68.46 | 2 | <b>49.92</b> |  |
| 4                                     | 42.15             | 2     | 2    | 2    |  |  |  |  | 48.15 | 1 | <b>48.15</b> |  |
|                                       |                   |       |      |      |  |  |  |  |       |   |              |  |
|                                       |                   |       |      |      |  |  |  |  |       |   |              |  |
|                                       |                   |       |      |      |  |  |  |  |       |   |              |  |
|                                       |                   |       |      |      |  |  |  |  |       |   |              |  |
| MÁXIMO Valor Deducido Corregido (VDC) |                   |       |      |      |  |  |  |  |       |   | <b>49.92</b> |  |

| CLASIFICACIÓN PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCIÓN |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI = 100 - Max VDC o Total VD |
|---|--------------------------------|
|   | PCI = 50.08                    |

| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | <b>Regular</b> |
|------------------------------------|----------------|
|------------------------------------|----------------|

**Tabla 28:** Cálculo del VALOR DEDUCIDO CORREGIDO de la U-M N°4

Fuente: ASTM D-6433

## EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS

PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI de la av. Mercedes Indacochea del distrito de Huacho, 2022

EVALUADOR

Torres Atanacio Katherine Fiorela

NOMBRE DE LA VÍA

Av. Mercedes Indacochea – Huacho – Huaura – Lima Provincias

MUESTRA

Km 0+868 - Km 1+308

Nº UNIDAD DE MUESTRA

UM 5

TRAMO

P7 - P8

PROGRESIVA

1+108 a 1+148

ANCHO DE LA CALZADA

6 m

LONGITUD DE LA MUESTRA

40 m

ÁREA DE LA MUESTRA

240 m<sup>2</sup>

| Nº | TIPO DE FALLA                | Cod. | UNIDAD         |
|----|------------------------------|------|----------------|
| 1  | Piel De Cocodrilo            | PC   | m <sup>2</sup> |
| 2  | Exudación                    | EX   | m <sup>2</sup> |
| 3  | Agrietamiento En Bloque      | AB   | m <sup>2</sup> |
| 4  | Abultamientos Y Hundimientos | AH   | m <sup>2</sup> |
| 5  | Corrugación                  | C    | m <sup>2</sup> |
| 6  | Depresión                    | D    | m <sup>2</sup> |
| 7  | Grieta De Borde              | GB   | m              |
| 8  | Grieta De Reflexión De Junta | GF   | m              |
| 9  | Desnivel Carril/Berma        | DCB  | m              |
| 10 | Grietas Long. Y Transversal  | GLT  | m              |
| 11 | Parqueo                      | P    | m <sup>2</sup> |
| 12 | Pulimento De Agregados       | PA   | m <sup>2</sup> |
| 13 | Huecos                       | H    | unidad         |
| 14 | Cruce De Vía Férrea          | CVF  | m <sup>2</sup> |
| 15 | Ahuellamiento                | A    | m <sup>2</sup> |
| 16 | Desplazamiento               | DS   | m <sup>2</sup> |
| 17 | Grieta Parabólica (Slippage) | GP   | m <sup>2</sup> |
| 18 | Hinchamiento                 | HI   | m <sup>2</sup> |
| 19 | Desprendimiento De Agregados | DAM  | m <sup>2</sup> |

| SEVERIDAD |       |   |
|-----------|-------|---|
| LOW       | Baja  | L |
| MEDIUM    | Medio | M |
| HIGH      | Alta  | H |

| CLASIFICACIÓN PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCIÓN |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

| COD | TIPO DE FALLA             | SEV. | UND            | ÁREA/LONGITUD/UNIDAD |      |     | CANT. PARCIALES |
|-----|---------------------------|------|----------------|----------------------|------|-----|-----------------|
|     |                           |      |                | L(m)                 | A(m) | Und |                 |
| PC  | PIEL DE COCODRILO         | M    | m <sup>2</sup> | 0.63                 | 0.56 |     | 0.3528          |
| PC  | PIEL DE COCODRILO         | M    | m <sup>2</sup> | 3.50                 | 1.33 |     | 4.655           |
| PC  | PIEL DE COCODRILO         | M    | m <sup>2</sup> | 7.90                 | 1.06 |     | 8.374           |
| PC  | PIEL DE COCODRILO         | H    | m <sup>2</sup> | 3.30                 | 1.70 |     | 5.61            |
| PC  | PIEL DE COCODRILO         | H    | m <sup>2</sup> | 1.20                 | 0.90 |     | 1.08            |
| D   | DEPRESIÓN                 | M    | m <sup>2</sup> | 1.50                 | 0.60 |     | 0.90            |
| DCB | DESNIVEL CARRIL / BERMA   | H    | m              | 4.25                 |      |     | 4.25            |
| DCB | DESNIVEL CARRIL / BERMA   | H    | m              | 1.15                 |      |     | 1.15            |
| GLT | GRIETAS LONG. TRANSVERSAL | M    | m              | 5.00                 |      |     | 5.00            |
| P   | PARCHEO                   | L    | m <sup>2</sup> | 12.53                | 0.37 |     | 4.6361          |
| P   | PARCHEO                   | L    | m <sup>2</sup> | 40.00                | 0.93 |     | 37.20           |
| P   | PARCHEO                   | L    | m <sup>2</sup> | 1.60                 | 1.17 |     | 1.872           |
| P   | PARCHEO                   | L    | m <sup>2</sup> | 1.10                 | 0.70 |     | 0.77            |
| P   | PARCHEO                   | M    | m <sup>2</sup> | 0.60                 | 0.60 |     | 0.36            |
| P   | PARCHEO                   | M    | m <sup>2</sup> | 0.76                 | 0.70 |     | 0.532           |
| P   | PARCHEO                   | M    | m <sup>2</sup> | 0.30                 | 0.26 |     | 0.078           |
| H   | HUECOS                    | L    | Und            |                      |      | 1   | 1               |
| H   | HUECOS                    | M    | Und            |                      |      | 2   | 2               |

**Tabla 29:** Datos recogidos de la U-M N° 05 / Tramo: P7-P8 / Progresiva: 1+108 Km a 1+148 Km

**Fuente:** Elaboración propia

### CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO

| MUESTRA |                             | 5    |      | TRAMO: |                      |       |       |      |  | P7- P8 |       |                 | PROGRESIVA<br>1+108 km a 1+148 km |               |  |
|---------|-----------------------------|------|------|--------|----------------------|-------|-------|------|--|--------|-------|-----------------|-----------------------------------|---------------|--|
| N°      | NOMBRE DE FALLA             | COD. | SEV. | UND.   | CANTIDADES PARCIALES |       |       |      |  |        | TOTAL | DENSIDAD (%)    | VALOR DEDUCIDO (VD)               |               |  |
| 1       | Piel de cocodrilo           | PC   | M    | M2     | 0.3528               | 4.655 | 8.374 |      |  |        |       | 13.3818         | 5.58                              | <b>39.10</b>  |  |
| 1       | Piel de cocodrilo           | PC   | H    | M2     | 5.61                 | 1.08  |       |      |  |        |       | 6.69            | 2.79                              | <b>44.36</b>  |  |
| 6       | Depresión                   | D    | M    | M2     | 0.90                 |       |       |      |  |        |       | 0.90            | 0.38                              | <b>7.88</b>   |  |
| 9       | Desnivel carril / berma     | DCB  | H    | M      | 4.25                 | 1.15  |       |      |  |        |       | 5.40            | 2.25                              | <b>4.03</b>   |  |
| 10      | Grietas Long. Y transversal | GLT  | M    | M      | 5.00                 |       |       |      |  |        |       | 5.00            | 2.08                              | <b>4.78</b>   |  |
| 11      | Parcheo                     | P    | L    | M2     | 4.6361               | 37.20 | 1.872 | 0.77 |  |        |       | 44.4781         | 18.53                             | <b>22.69</b>  |  |
| 11      | Parcheo                     | P    | M    | M2     | 0.36                 | 0.532 | 0.078 |      |  |        |       | 0.97            | 0.40                              | <b>6.00</b>   |  |
| 13      | Huecos                      | H    | L    | Und    | 1                    |       |       |      |  |        |       | 1               | 0.42                              | <b>0.24</b>   |  |
| 13      | Huecos                      | H    | M    | Und    | 2                    |       |       |      |  |        |       | 2               | 0.83                              | <b>28.46</b>  |  |
|         |                             |      |      |        |                      |       |       |      |  |        |       | <b>TOTAL VD</b> |                                   | <b>157.54</b> |  |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| Número de valores deducidos >2 (q)      | : | 8          |
| Valor deducido más alto (HVDi)          | : | 44.36      |
| Número máximo de valores deducidos (mi) | : | 6.1098 ≈ 7 |

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi)$$

**Tabla 30:** Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N° 5 / Tramo: P7-P8 / Progresiva: 1+108 km a 1+148 km

**Fuente:** Elaboración propia

### CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| Nº | VALORES DEDUCIDOS |       |       |       |      |      |      |  | VDT    | q  | VDC          |              |
|----|-------------------|-------|-------|-------|------|------|------|--|--------|--|--------------|--------------|
| 1  | 44.36             | 39.10 | 28.46 | 22.69 | 7.88 | 6.00 | 0.52 |  | 149.01 | 7  | <b>69.70</b> |              |
| 2  | 44.36             | 39.10 | 28.46 | 22.69 | 7.88 | 6.00 | 2    |  | 150.49 | 6  | <b>72.20</b> |              |
| 3  | 44.36             | 39.10 | 28.46 | 22.69 | 7.88 | 2    | 2    |  | 146.49 | 5  | <b>74.60</b> |              |
| 4  | 44.36             | 39.10 | 28.46 | 22.69 | 2    | 2    | 2    |  | 140.61 | 4  | <b>78.24</b> |              |
| 5  | 44.36             | 39.10 | 28.46 | 2     | 2    | 2    | 2    |  | 119.92 | 3  | <b>72.96</b> |              |
| 6  | 44.36             | 39.10 | 2     | 2     | 2    | 2    | 2    |  | 93.46  | 2  | <b>66.42</b> |              |
| 7  | 44.36             | 2     | 2     | 2     | 2    | 2    | 2    |  | 56.36  | 1  | <b>56.36</b> |              |
|    |                   |       |       |       |      |      |      |  |        | <b>MÁXIMO Valor Deducido Corregido (VDC)</b> |              | <b>78.24</b> |

| CLASIFICACIÓN PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCIÓN |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI = 100 - Max VDC o Total VD |
|---|--------------------------------|
|   | PCI = 21.76                    |

| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO |                 |
|------------------------------------|-----------------|
|                                    | <b>Muy Malo</b> |

**Tabla 31:** Cálculo del **VALOR DEDUCIDO CORREGIDO** de la U-M N°5

**Fuente:** ASTM D-6433

## EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

### MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS

#### PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)

#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación del pavimento flexible mediante el método del PCI de la av. Mercedes Indacochea del distrito de Huacho, 2022

#### EVALUADOR

: Torres Atanacio Katherine Fiorela

#### NOMBRE DE LA VIA

: Av. Mercedes Indacochea – Huacho – Huaura – Lima Provincias

#### MUESTRA

: Km 0+868 - Km 1+308

#### Nº UNIDAD DE MUESTRA

: UM 6

#### TRAMO

: P9 – P10

#### PROGRESIVA

: 1+188 a 1+228

#### ANCHO DE LA CALZADA

: 6 m

#### LONGITUD DE LA MUESTRA

: 40 m

#### ÁREA DE LA MUESTRA

: 240 m<sup>2</sup>

| Nº | TIPO DE FALLA                | Cod. | UNIDAD         |
|----|------------------------------|------|----------------|
| 1  | Piel De Cocodrilo            | PC   | m <sup>2</sup> |
| 2  | Exudación                    | EX   | m <sup>2</sup> |
| 3  | Agrietamiento En Bloque      | AB   | m <sup>2</sup> |
| 4  | Abultamientos Y Hundimientos | AH   | m <sup>2</sup> |
| 5  | Corrugación                  | C    | m <sup>2</sup> |
| 6  | Depresión                    | D    | m <sup>2</sup> |
| 7  | Grieta De Borde              | GB   | m              |
| 8  | Grieta De Reflexión De Junta | GF   | m              |
| 9  | Desnivel Carril/Berma        | DCB  | m              |
| 10 | Grietas Long. Y Transversal  | GLT  | m              |
| 11 | Parqueo                      | P    | m <sup>2</sup> |
| 12 | Pulimento De Agregados       | PA   | m <sup>2</sup> |
| 13 | Huecos                       | H    | unidad         |
| 14 | Cruce De Vía Férrea          | CVF  | m <sup>2</sup> |
| 15 | Ahuellamiento                | A    | m <sup>2</sup> |
| 16 | Desplazamiento               | DS   | m <sup>2</sup> |
| 17 | Grieta Parabólica (Slippage) | GP   | m <sup>2</sup> |
| 18 | Hinchamiento                 | HI   | m <sup>2</sup> |
| 19 | Desprendimiento De Agregados | DAM  | m <sup>2</sup> |

| SEVERIDAD |       |   |
|-----------|-------|---|
| LOW       | Baja  | L |
| MEDIUM    | Medio | M |
| HIGH      | Alta  | H |

| CLASIFICACIÓN PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCIÓN |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

| COD | TIPO DE FALLA               | SEV. | UND            | ÁREA/LONGITUD/UNIDAD |      |     | CANT. PARCIALES |
|-----|-----------------------------|------|----------------|----------------------|------|-----|-----------------|
|     |                             |      |                | L(m)                 | A(m) | Und |                 |
| GLT | GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL | M    | m              | 3.89                 |      |     | 3.89            |
| GLT | GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL | M    | m              | 3.20                 |      |     | 3.20            |
| GLT | GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL | M    | m              | 0.77                 |      |     | 0.77            |
| GLT | GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL | M    | m              | 4.15                 |      |     |                 |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 40.00                | 0.90 |     | 4.15            |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 1.37                 | 0.98 |     | 1.3426          |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 1.70                 | 1.20 |     | 2.04            |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 5.00                 | 1.30 |     | 6.50            |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 1.30                 | 0.90 |     | 1.17            |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 1.50                 | 1.20 |     | 1.80            |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 2.00                 | 0.69 |     | 1.38            |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 1.84                 | 1.10 |     | 2.024           |
| P   | PARCHEO                     | L    | m <sup>2</sup> | 1.22                 | 1.12 |     | 1.3664          |
| P   | PARCHEO                     | M    | m <sup>2</sup> | 3.48                 | 0.90 |     | 3.132           |
| P   | PARCHEO                     | M    | m <sup>2</sup> | 1.30                 | 0.73 |     | 0.949           |
| P   | PARCHEO                     | M    | m <sup>2</sup> | 3.50                 | 0.80 |     | 2.80            |
| H   | HUECOS                      | M    | und            |                      |      | 1   | 1               |
|     |                             |      |                |                      |      |     |                 |
|     |                             |      |                |                      |      |     |                 |

**Tabla 32:** Datos recogidos de la U-M N° 06 / Tramo: P9-P10 / Progresiva: 1+188 Km a 1+228 Km

**Fuente:** Elaboración propia

| CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO              |                             |      |      |      |                      |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   |                 |              |                     |
|---|-----------------------------|------|------|------|----------------------|------|------|-------|---------|------|------|------|------|-----------------------------------|-----------------|--------------|---------------------|
| MUESTRA                                 |                             | 6    |      |      | TRAMO:               |      |      |       | P9- P10 |      |      |      |      | PROGRESIVA<br>1+188 km a 1+228 km |                 |              |                     |
| Nº                                      | NOMBRE DE FALLA             | COD. | SEV. | UND. | CANTIDADES PARCIALES |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   | TOTAL           | DENSIDAD (%) | VALOR DEDUCIDO (VD) |
| 10                                      | Grietas Long. y transversal | GLT  | M    | M    | 3.89                 | 3.20 | 0.77 | 415   |         |      |      |      |      |                                   | 12.01           | 5.00         | <b>11.50</b>        |
| 11                                      | Parqueo                     | P    | L    | M2   | 36.00                | 1.34 | 2.04 | .6.50 | 1.17    | 1.80 | 1.38 | 2.02 | 1.37 | 53.62                             | 22.34           | <b>24.66</b> |                     |
| 11                                      | Parqueo                     | P    | M    | M2   | 3.13                 | 0.95 | 2.80 |       |         |      |      |      |      | 6.88                              | 2.87            | <b>17.00</b> |                     |
| 13                                      | Huecos                      | H    | M    | und  | 1                    |      |      |       |         |      |      |      |      | 1                                 | 0.42            | <b>17.86</b> |                     |
|   |                             |      |      |      |                      |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   |                 |              |                     |
|   |                             |      |      |      |                      |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   |                 |              |                     |
|   |                             |      |      |      |                      |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   |                 |              |                     |
|   |                             |      |      |      |                      |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   |                 |              |                     |
|   |                             |      |      |      |                      |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   | <b>TOTAL VD</b> |              | <b>71.02</b>        |
| Número de valores deducidos >2 (q)      |                             |      |      |      | :                    |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   |                 |              | 4                   |
| Valor deducido más alto (HVDi)          |                             |      |      |      | :                    |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   |                 |              | 24.66               |
| Número máximo de valores deducidos (mi) |                             |      |      |      | :                    |      |      |       |         |      |      |      |      |                                   |                 |              | 7.78 ≈ 8            |

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$$

**Tabla 33:** Cálculo del VALOR DEDUCIDO de la U-M N° 6 / Tramo: P9-P10 / Progresiva: 1+188 km a 1+228 km

**Fuente:** Elaboración propia



### CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| Nº | VALORES DEDUCIDOS |       |       |       |  |  |  |  | VDT   | q  | VDC          |              |
|----|-------------------|-------|-------|-------|--|--|--|--|-------|--|--------------|--------------|
| 1  | 24.66             | 17.86 | 17.00 | 11.50 |  |  |  |  | 71.02 | 4  | <b>39.61</b> |              |
| 2  | 24.66             | 17.86 | 17.00 | 2     |  |  |  |  | 61.52 | 3  | <b>38.99</b> |              |
| 3  | 24.66             | 17.86 | 2     | 2     |  |  |  |  | 46.52 | 2  | <b>34.56</b> |              |
| 4  | 24.66             | 2     | 2     | 2     |  |  |  |  | 30.66 | 1  | <b>30.66</b> |              |
|    |                   |       |       |       |  |  |  |  |       |  |              |              |
|    |                   |       |       |       |  |  |  |  |       |  |              |              |
|    |                   |       |       |       |  |  |  |  |       |  |              |              |
|    |                   |       |       |       |  |  |  |  |       |  |              |              |
|    |                   |       |       |       |  |  |  |  |       | <b>MÁXIMO Valor Deducido Corregido (VDC)</b> |              | <b>39.61</b> |

| CLASIFICACIÓN PCI |             |
|-------------------|-------------|
| RANGO             | DESCRIPCIÓN |
| 100 - 85          | Excelente   |
| 85 - 70           | Muy Bueno   |
| 70 - 55           | Bueno       |
| 55 - 40           | Regular     |
| 40 - 25           | Malo        |
| 25 - 10.          | Muy Malo    |
| 10 - 0.           | Fallado     |

| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI = 100 - Max VDC o Total VD |
|---|--------------------------------|
|   | PCI = 60.39                    |

| CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO | <b>Bueno</b> |
|------------------------------------|--------------|
|------------------------------------|--------------|

**Tabla 34:** Cálculo del **VALOR DEDUCIDO CORREGIDO** de la U-M N°6

**Fuente:** ASTM D-6433





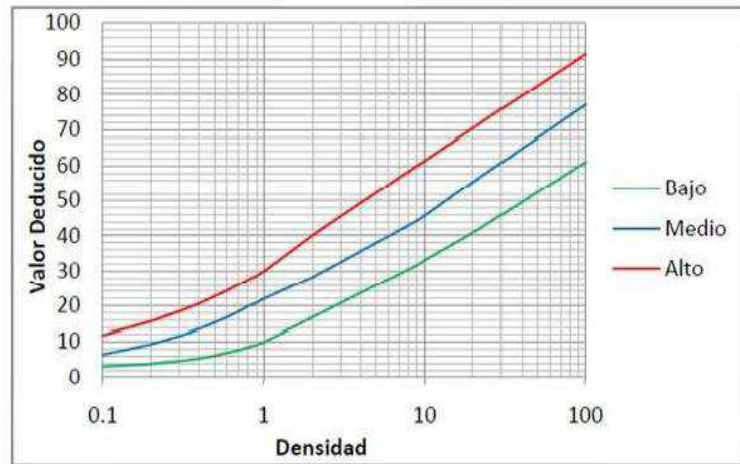




## 8.2. Anexo 2: Ábacos y Tablas de valores deducidos

### 1. PIEL DE COCODRILO

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 38:** Ábaco de piel de cocodrilo

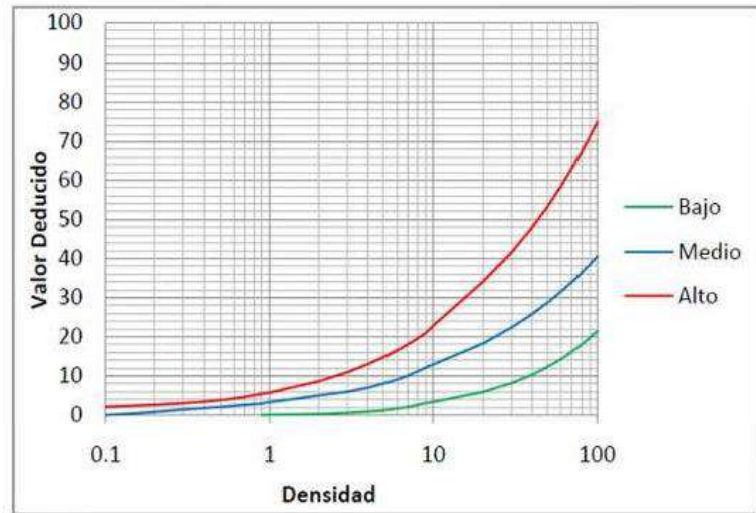
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 38:** Cuadro de VD de piel de cocodrilo

**Fuente:** ASTM D-6433

## 2. EXUDACION

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 39:** Ábaco de exudación

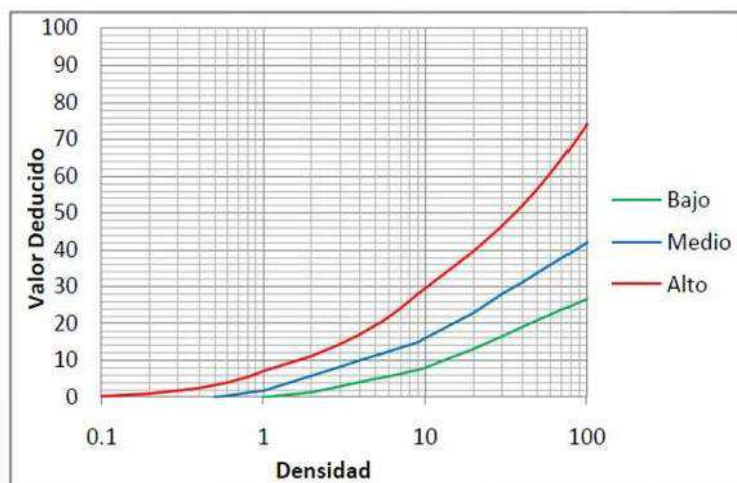
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 39:** Cuadro de VD de exudación

**Fuente:** ASTM D-6433

### 3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 40:** Ábaco de agrietamiento en bloque

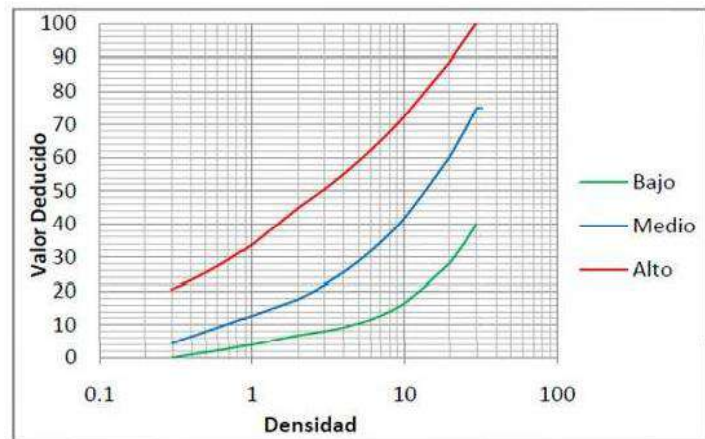
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 40:** Cuadro de VD de agrietamiento en bloque

**Fuente:** ASTM D-6433

#### 4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO

| Densidad | Valor Deducido |       |        |
|----------|----------------|-------|--------|
|          | L              | M     | H      |
| 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   | -              | -     | -      |



**Figura 41:** Ábaco de abultamiento y hundimiento

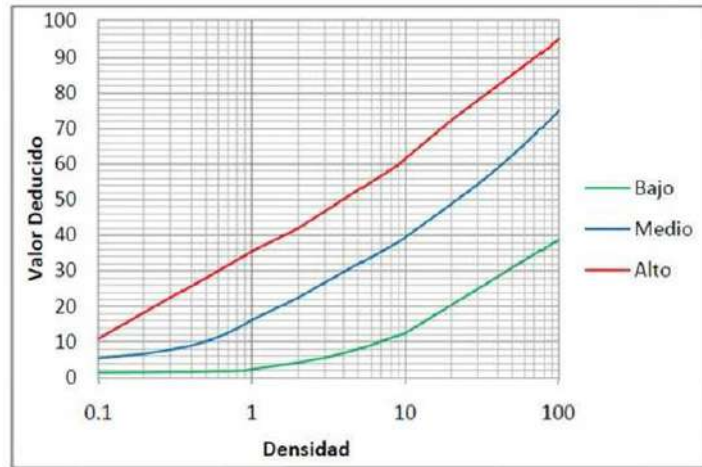
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 41:** Cuadro de VD de abultamiento y hundimiento

**Fuente:** ASTM D-6433

## 5. CORRUGACIÓN

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 42:** Ábaco de corrugación

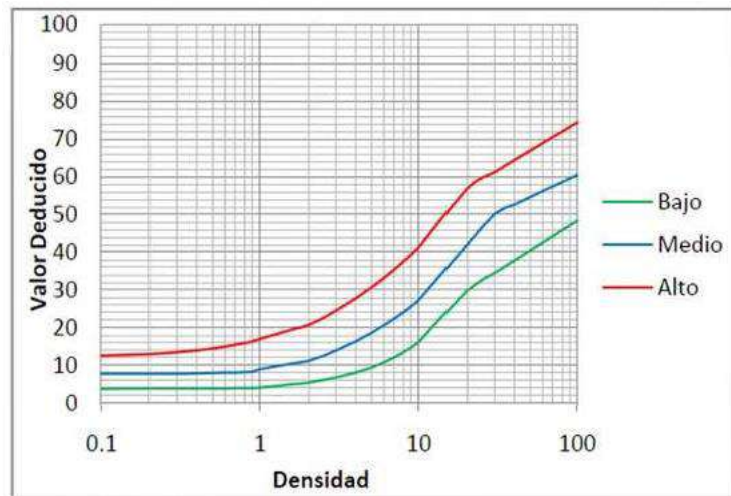
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 42:** Cuadro de VD de corrugación

**Fuente:** ASTM D-6433

## 6. DEPRESIÓN

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 43:** Ábaco de depresión

**Fuente:** ASTM D-6433

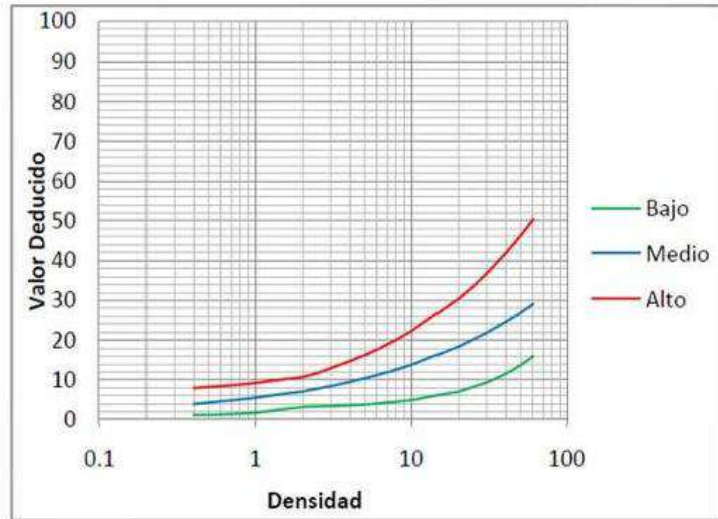
**Tabla 43:** Cuadro de VD de depresión

**Fuente:** ASTM D-6433



## 7. GRIETA DE BORDE

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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   | -              | -     | -     |



**Figura 44:** Ábaco de grieta de borde

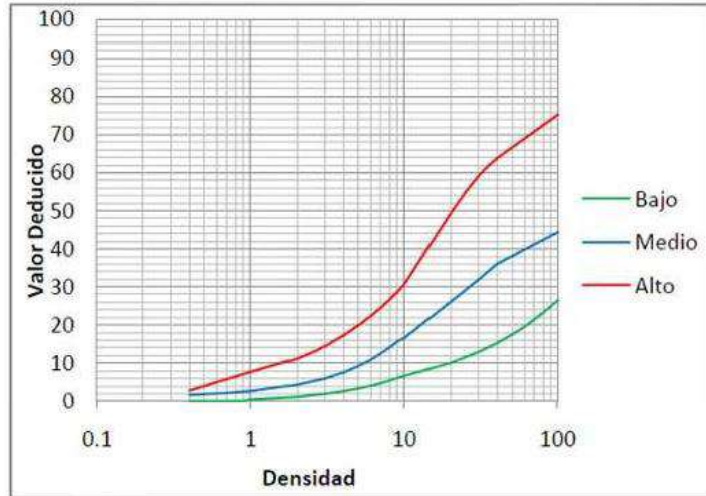
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 44:** Cuadro de VD grieta de borde

**Fuente:** ASTM D-6433

## 8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 45:** Ábaco de grieta de reflexión de junta

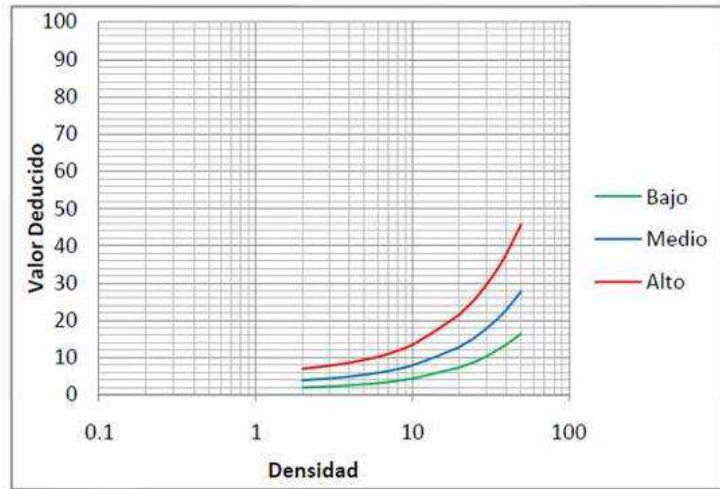
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 45:** Cuadro de VD de grieta de reflexión de junta

**Fuente:** ASTM D-6433

## 9. DESNIVEL CARRIL/BERMA

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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   | -              | -     | -     |



**Figura 46:** Ábaco de desnivel carril/berma

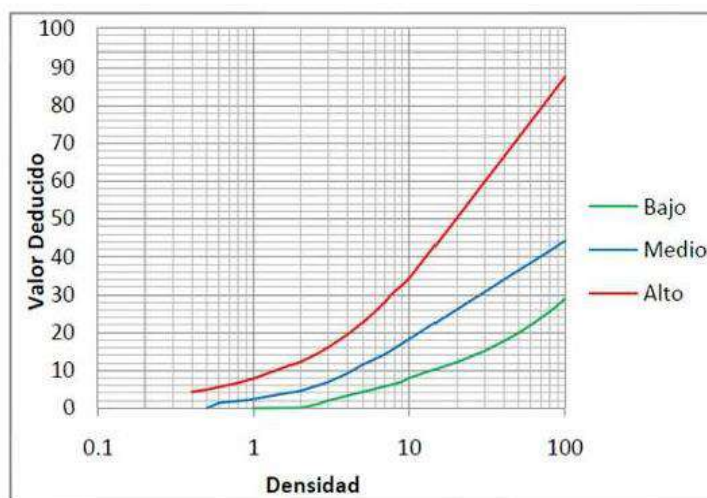
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 46:** Cuadro de VD de desnivel carril/berma

**Fuente:** ASTM D-6433

## 10. GRIETAS LONG. Y TRANSVERSAL

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 47:** Ábaco de grietas long. y transversal

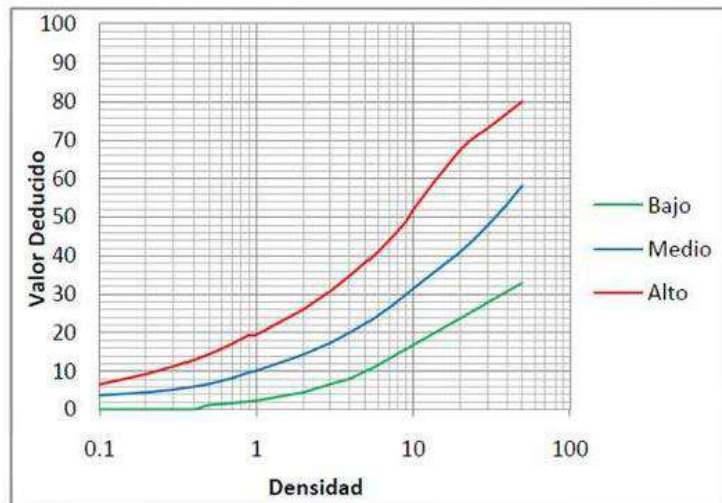
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 47:** Cuadro de VD de grietas long. Y transversal

**Fuente:** ASTM D-6433

## 11. PARCHEO

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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   | -              | -     | -     |



**Figura 48:** Ábaco de parcheo

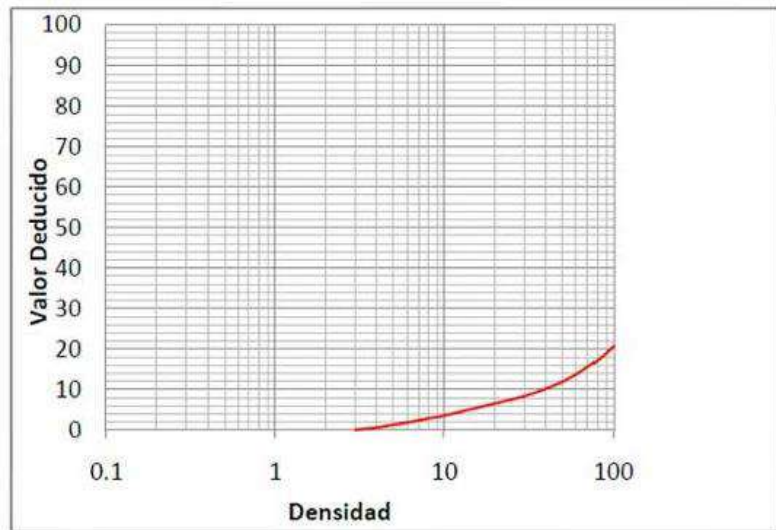
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 48:** Cuadro de VD de parcheo

**Fuente:** ASTM D-6433

## 12. PULIMENTO DE AGREGADOS

| Densidad | Valor Deducido<br>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                   |



**Figura 49:** Ábaco de pulimento de agregados

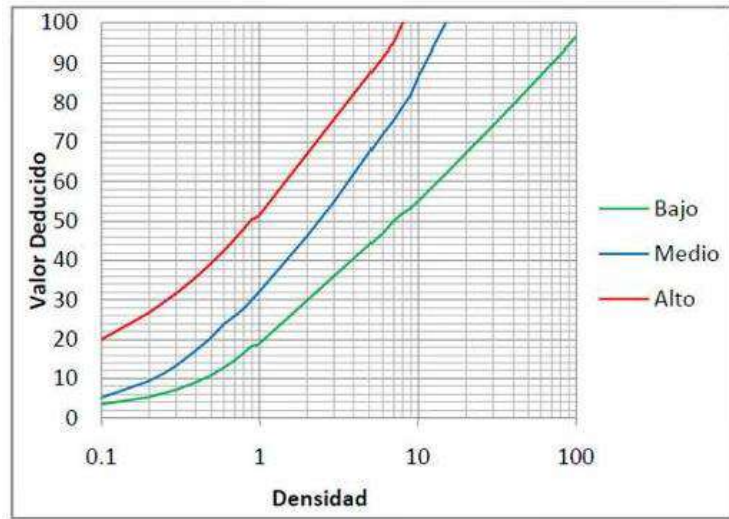
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 49:** Cuadro de VD de pulimento de agregados

**Fuente:** ASTM D-6433

### 13. HUECOS

| Densidad | Valor Deducido |        |        |
|----------|----------------|--------|--------|
|          | L              | M      | H      |
| 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          | -      | -      |



**Figura 50:** Ábaco de huecos

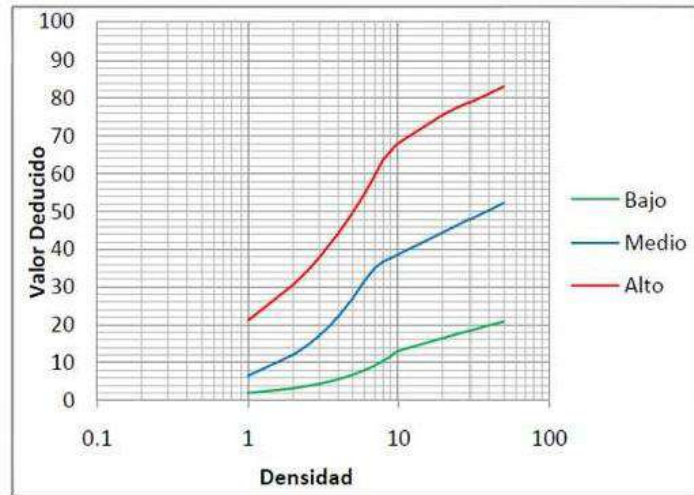
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 50:** Cuadro de VD de huecos

**Fuente:** ASTM D-6433

## 14. TAPAS DE ALCANTARILLA REJILLA – DRENAJE

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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   | -              | -     | -     |



**Figura 51:** Ábaco de tapas de alcantarilla rejilla - drenaje

**Fuente:** ASTM D-6433

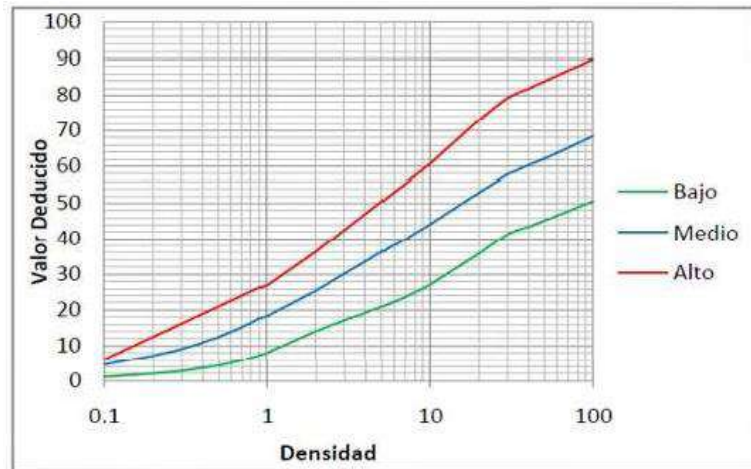
**Tabla 51:** Cuadro de VD de tapas de alcantarilla rejilla - drenaje

**Fuente:** ASTM D-6433



## 15. AHUELLAMIENTO

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 52:** Ábaco de ahuellamiento

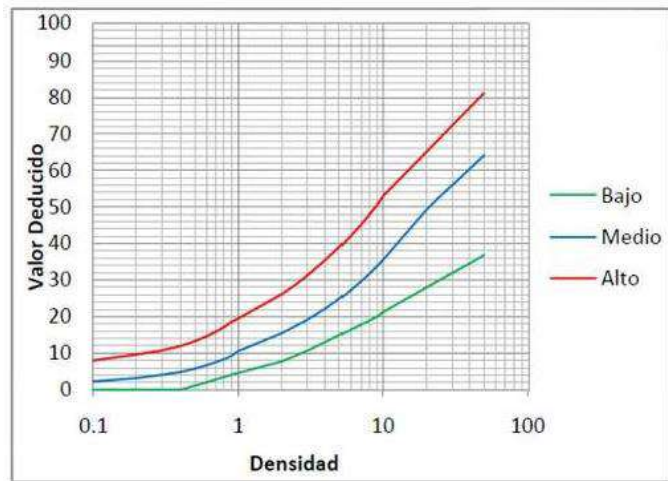
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 52:** Cuadro de VD de ahuellamiento

**Fuente:** ASTM D-6433

## 16. DESPLAZAMIENTO

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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   | -              | -     | -     |



**Figura 53:** Ábaco de desplazamiento

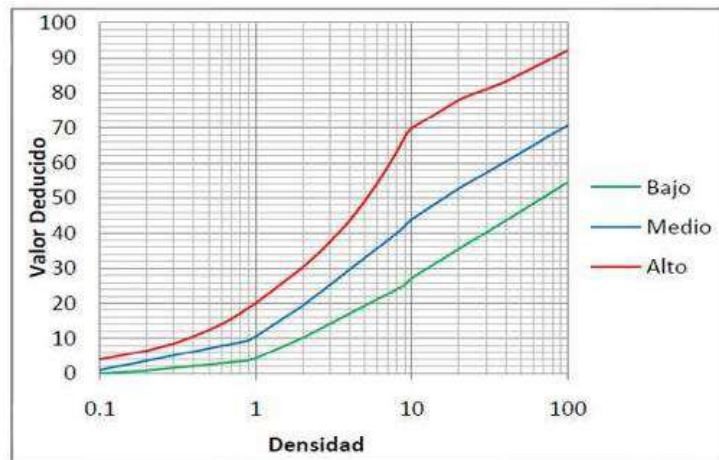
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 53:** Cuadro de VD de desplazamiento

**Fuente:** ASTM D-6433

## 17. GRIETA PARABÓLICA

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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 |



**Figura 54:** Ábaco de grieta parabólica

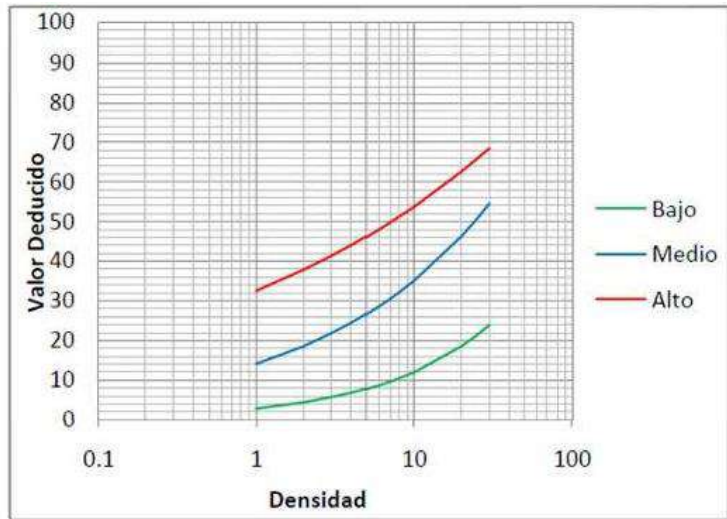
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 54:** Cuadro de VD de grieta parabólica

**Fuente:** ASTM D-6433

## 18. HINCHAMIENTO

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 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   | -              | -     | -     |



**Figura 55:** Ábaco de hinchamiento

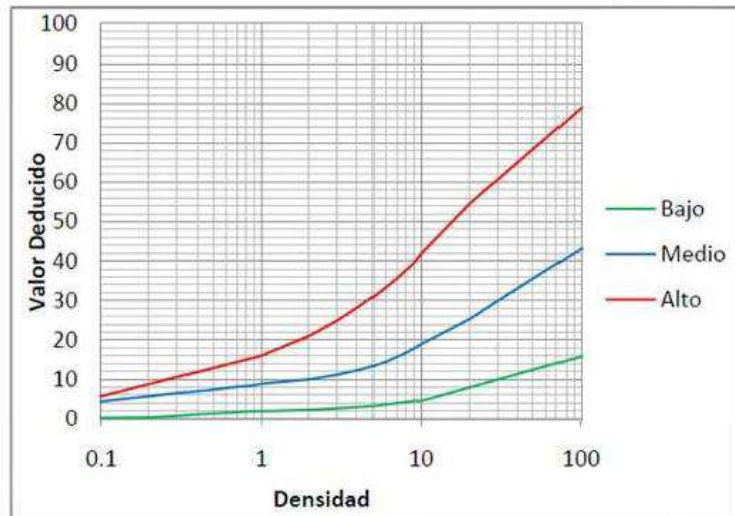
**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 55:** Cuadro de VD de hinchamiento

**Fuente:** ASTM D-6433

## 19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

| Densidad | Valor Deducido |       |       |
|----------|----------------|-------|-------|
|          | L              | M     | H     |
| 0.10     | 0.30           | 4.40  | 5.70  |
| 0.20     | 0.40           | 5.70  | 8.80  |
| 0.30     | 0.80           | 6.50  | 10.60 |
| 0.40     | 1.20           | 7.00  | 11.90 |
| 0.50     | 1.40           | 7.40  | 12.90 |
| 0.60     | 1.60           | 7.80  | 13.70 |
| 0.70     | 1.70           | 8.10  | 14.40 |
| 0.80     | 1.90           | 8.30  | 15.00 |
| 0.90     | 2.00           | 8.50  | 15.50 |
| 1.00     | 2.00           | 8.90  | 16.00 |
| 2.00     | 2.30           | 10.00 | 21.00 |
| 3.00     | 2.70           | 11.20 | 24.90 |
| 4.00     | 3.00           | 12.30 | 28.20 |
| 5.00     | 3.30           | 13.40 | 30.90 |
| 6.00     | 3.70           | 14.50 | 33.40 |
| 7.00     | 4.00           | 15.70 | 35.60 |
| 8.00     | 4.30           | 16.80 | 37.70 |
| 9.00     | 4.60           | 17.90 | 39.60 |
| 10.00    | 4.60           | 19.00 | 42.00 |
| 20.00    | 8.00           | 25.30 | 54.50 |
| 30.00    | 10.00          | 29.90 | 60.60 |
| 40.00    | 11.40          | 33.10 | 65.00 |
| 50.00    | 12.50          | 35.60 | 68.40 |
| 60.00    | 13.40          | 37.60 | 71.10 |
| 70.00    | 14.10          | 39.30 | 73.50 |
| 80.00    | 14.80          | 40.80 | 75.50 |
| 90.00    | 15.30          | 42.10 | 77.30 |
| 100.00   | 15.80          | 43.30 | 78.90 |



**Figura 56:** Ábaco de grietas desprendimiento de agregados

**Fuente:** ASTM D-6433

**Tabla 56:** Cuadro de VD de desprendimiento de agregados

**Fuente:** ASTM D-6433



### 8.3. Anexo 3: Panel fotográfico



**Figura 57:** Falla de Huecos en la muestra N° 07

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 58:** Falla de Huecos y Piel de Cocodrilo en la muestra N° 01

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 59:** Falla de Parcheo en la muestra N° 05

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 60:** Falla de Piel de cocodrilo y Parcheo en la muestra N° 04

**Fuente:** Elaboración propia.





**Figura 61:** Falla de Huecos en la muestra N° 02

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 62:** Falla de Huecos en la muestra N° 02

**Fuente:** Elaboración propia.





**Figura 63:** Falla de Huevo y Piel de cocodrilo en la muestra N° 05

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 64:** Falla de Piel de cocodrilo y Parcheo en la muestra N° 04

**Fuente:** Elaboración propia.

## 8.4 Anexo 4: Matriz de consistencia

|                    | PROBLEMA   | OBJETIVO   | HIPÓTESIS  | VARIABLES  | DIMENSIONES  | METODOLOGÍA  |
|--------------------|--|--|--|--|--|--|
| <b>PRINCIPAL</b>   | ¿Cómo determinamos la evaluación del pavimento por medio de la metodología PCI, en la Av. Mercedes Indacochea, distrito de Huacho, 2022? | Determinar la evaluación del pavimento por medio de la metodología PCI, en la Av. Mercedes Indacochea, distrito de Huacho, 2022. | Evaluando la condición del pavimento flexible empleando la metodología PCI se determinará que la av. Mercedes Indacochea, Huacho, 2022, se encuentra en estado MALO. | <b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b><br><b>APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>D1:</b> Parámetros de evaluación</li> <li>✓ <b>D2:</b> Índice de condición</li> <li>✓ <b>D3:</b> Resultados de la condición del pavimento</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Enfoque de la Investigación:</b><br/>Cuantitativo</li> <li><b>2. Tipo de Investigación:</b><br/>Aplicativo</li> <li><b>3. Diseño de Investigación</b><br/>No experimental-Trasversal</li> <li><b>4. Nivel de Investigación</b><br/>Descriptivo</li> <li><b>5. Población.</b><br/>Av. Mercedes Indacochea - Huacho km 0+00 al km 2+850<br/><b>Muestra</b><br/>Av. Mercedes Indacochea - Huacho km 0+868 al km 1+308</li> <li><b>6. Técnicas de recolección de datos:</b><br/>- Método PCI</li> <li><b>7. Análisis interpretación de la información</b><br/>- Tablas<br/>- Figuras</li> </ol> |
| <b>ESPECÍFICOS</b> | <b>PE1:</b> ¿Cómo determinamos las unidades de muestra en la Av. Mercedes Indacochea?  | <b>OE1:</b> Determinar las unidades de muestras en la Av. Mercedes Indacochea  | <b>HE1:</b> Determinando las unidades de muestra en la Av. Mercedes Indacochea, procederemos a evaluar correctamente las fallas del pavimento.                       | <b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b><br><b>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. MERCEDES INDACOCHEA</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>D4:</b> Trabajo de campo o Inspección Visual</li> <li>✓ <b>D5:</b> Trabajo en gabinete o cálculo del PCI</li> </ul>                                  |  |
|                    | <b>PE2:</b> ¿Cómo efectuamos la evaluación de las fallas por medio del Método PCI?   | <b>OE2:</b> Efectuar la evaluación de las fallas por medio del Método PCI.   | <b>HE2:</b> Efectuamos la evaluación de las fallas mediante la visualización in situ como lo indica la metodología PCI.  |  |  |  |
|                    | <b>PE3:</b> ¿Cuáles son las fallas de mayor severidad y con mayor frecuencia que presenta el pavimento?                                  | <b>OE3:</b> Identificar las fallas de mayor severidad y con mayor frecuencia que presenta el pavimento.                          | <b>HE3:</b> Las fallas de mayor severidad y con mayor frecuencia que presenta la Av. Mercedes Indacochea son parcheo y huecos.                                       |  |  |  |

**Tabla 57:** Matriz de consistencia

**Fuente:** Elaboración propia