



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE  
MEDIANTE MÉTODO PCI DE LA AV. PERIMETRAL SUR DEL CANTÓN  
PASAJE.

TORRES MONTOYA LEATHER ELVIS  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE  
MEDIANTE MÉTODO PCI DE LA AV. PERIMETRAL SUR DEL  
CANTÓN PASAJE.

TORRES MONTOYA LEITHER ELVIS  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE  
MÉTODO PCI DE LA AV. PERIMETRAL SUR DEL CANTÓN PASAJE.

TORRES MONTOYA LEITHER ELVIS  
INGENIERO CIVIL

SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO

MACHALA, 23 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA  
23 de agosto de 2022

# EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO PCI DE LA AV. PERIMETRAL SUR DEL CANTÓN PASAJE

## INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Activo



## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, TORRES MONTOYA LEITHER ELVIS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de la condición del pavimento flexible mediante método PCI de la Av. Perimetral Sur del Cantón Pasaje., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

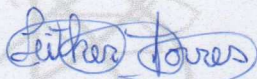
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 23 de agosto de 2022



TORRES MONTOYA LEITHER ELVIS  
0706485414

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado principalmente a mi madre Elvia Montoya, mis hermanas Diana Cisneros y Nancy Torres, que han sido pilares fundamentales para mi formación universitaria.

De manera especial dedico este trabajo a mi novia Doris Beltrán, que siempre creyó en mí y dándome ánimos a seguir aprendiendo a pesar de los obstáculos que se presentaron.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a mi madre que siempre estuvo apoyándome de manera incondicional en este proceso, tanto de manera económica como en cada ámbito de la vida misma.

A mi primo Marcelo Torres, que siempre que tenía algún problema, estuvo allí para poder ayudarme, darme consejos y así poder retomar la confianza en mí.

A las personas que de una u otra forma me supieron compartir sus experiencias, anécdotas y consejos, construyendo de esta forma la persona que soy en la actualidad.

A mis compañeros de la Facultad, que de una u otra manera estuvieron durante todo el proceso universitario, personas que agradezco a Dios y a la vida de poder haber compartido tiempo.

## RESUMEN

La Av. Perimetral Sur de Pasaje frecuentan vehículos que se dirigen hacia la ciudad de Cuenca o sus alrededores, siendo una importante arteria que conecta Machala con la Sierra del País. Debido a ello se produce un intercambio importante de productos en ambos sentidos, lo que produce mucha actividad en la vía, motivo por el cual es pertinente llevar un registro de la condición del pavimento en esta arteria tan importante de la provincia. Al ser de pavimento flexible esto requiere un mantenimiento regular para conservarse en las mejores condiciones posibles y con ello evitar cualquier tipo de inconveniente con los usuarios. En este informe se realiza la obtención del índice de condición del pavimento (PCI) en la Avenida Perimetral Sur de Pasaje. En el método del PCI se diagnostican y cuantifican (método de evaluación visual) los diversos tipos de deterioros del pavimento según su grado de severidad, de acuerdo con la Normativa ASTM D6433-07. El PCI actual promedio es de 17.27 lo que según la Norma indica que el estado del pavimento flexible analizado es “muy malo”. Las fallas identificadas son: piel de cocodrilo con 21.19%, depresión con 72.63%, grietas longitudinales con 3.13%, parcheo con 0.85%, huecos con 1.78% y finalmente hinchamiento con 0.42%.

**Palabras Clave:** pavimento, flexible, índice, condición, evaluación, visual, deterioros, severidad, normativa, fallas, piel de cocodrilo, depresión, grietas longitudinales, parcheo, huecos, hinchamiento.



## ABSTRACT

The Perimetral Sur de Pasaje Avenue is frequented by vehicles heading towards the city of Cuenca or its surroundings, being an important artery that connects Machala with the highlands of the country. Because of this, there is an important exchange of products in both directions, which produces a lot of activity on the road, which is why it is pertinent to keep a record of the condition of the pavement in this important artery of the province. As the pavement is flexible, it requires regular maintenance to keep it in the best possible condition and thus avoid any inconvenience to users. In this report, the pavement condition index (PCI) is obtained for the South Perimeter Avenue of Pasaje. The PCI method diagnoses and quantifies (visual evaluation method) the different types of pavement deterioration according to their degree of severity, in accordance with the ASTM D6433-07 Standard. The current average PCI is 17.27, which according to the Standard indicates that the condition of the flexible pavement analyzed is "very poor". The failures identified are: alligator skin with 21.19%, depression with 72.63%, longitudinal cracks with 3.13%, patching with 0.85%, voids with 1.78% and finally swelling with 0.42%.

**Key words:** pavement, flexible, index, condition, evaluation, visual, deterioration, severity, normative, failure, crocodile skin, depression, longitudinal cracks, patching, voids, swelling.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
RESUMEN .....	III
ABSTRACT.....	IV
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1    Importancia del tema.....	7
1.2    Actualidad de la problemática.....	7
1.3    Formulación del problema científico .....	7
1.3.1    Contextualización .....	7
1.3.2    Análisis Crítico .....	8
1.3.3    Pregunta científica .....	8
1.4    Delimitación del objeto de estudio.....	8
1.5    Justificación.....	9
1.6    Objetivos .....	9
1.6.1    Objetivo general.....	9
1.6.2    Objetivos específicos .....	9
2. DESARROLLO.....	9
2.1    Marco teórico .....	9
2.1.1    Antecedentes conceptuales y referenciales.....	9
2.1.2    Antecedentes contextuales .....	11
2.2    Materiales y métodos .....	12
2.2.1    Métodos empíricos con los materiales utilizados .....	12
2.3    Análisis e interpretación de resultado .....	14
3. CONCLUSIONES.....	17
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1, FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS, FUENTE: PROPIA .....	13
ILUSTRACIÓN 2, PROCESO PARA OBTENER EL PCI DE UNA UNIDAD DE MUESTRA, FUENTE: PROPIA .....	14
ILUSTRACIÓN 3, ESQUEMA UNIDADES DE MUESTREO .....	14
ILUSTRACIÓN 4, PORCENTAJES DE FALLAS .....	16

## ÍNDICE DE TABLAS

-TABLA 1, FALLAS Y UNIDADES (PAVIMENTO ASFALTICO) [9] .....	10
TABLA 2, RESUMEN PCI POR UNIDAD DE MUESTRA, FUENTE: PROPIA .....	15

## ÍNDICE ANEXOS

ANEXOS .....	21
Anexo 1. Curvas Valores Deducidos para Asfalto Flexible .....	21
Anexo 2. Curvas Valores Deducidos Corregidos .....	24
Anexo 3. Cálculo de Unidades de Muestreo .....	25
Anexo 4. Calzada derecha, muestras y cálculo del PCI .....	26
Anexo 5. Calzada izquierda, muestras y cálculo del PCI .....	31
Anexo 6. Resumen gráfico de valores del PCI .....	36

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Importancia del tema

Las evaluaciones sobre el estado del pavimento han sido indicadores muy buenos a lo largo del tiempo para conocer el estado de las carreteras y poder clasificarlas según su prioridad. El PCI asocian el daño, la severidad y la extensión de los deterioros, convirtiéndose en una herramienta que nos permita tomar decisiones con respecto a las medidas necesarias para asegurar la integridad de la infraestructura vial, con el fin de conservar el confort y la vida de los usuarios.[1]

El PCI es considerado por muchos uno de los métodos más completos [1]. Las vías presentan distintas áreas según las funciones que realizan como: intersecciones (zonas más propensas a frenados), vegetación junto a los bordes de carretera, rotondas, accesos laterales [2].

## 1.2 Actualidad de la problemática

Uno de los principales problemas que enfrentamos como país es que se tiene muy poca información acerca de la condición de las vías, siendo el método PCI uno de los más importantes al momento de evaluar el pavimento [3], este siendo muchas veces implementado con las nuevas tecnologías y procesamiento de imágenes como una solución para distintos tipos de situaciones.

Cabe destacar que en Canadá y USA el PCI es el método por excelencia, pero que en otros lugares del mundo se usa el PCR, IRI (índice Internacional de rugosidad) y el método del deflectómetro. Muchos usan el PCI en la planificación del mantenimiento y la rehabilitación de pavimento tanto rígido como flexible [3].

## 1.3 Formulación del problema científico

### 1.3.1 Contextualización

La aplicación del método del PCI dependerá mucho de la pericia de quien lo lleve a cabo, esto involucra que los resultados serán más certeros si se aplica correctamente. Esto quiere decir que al ser un método de inspección visual podrá estar sujeto a errores de apreciación por parte del observador objetivo. Un aspecto importante a tener en cuenta es

que este método involucra mucho tiempo y recursos humanos para ser llevado a cabo, adicionalmente conlleva un proceso de análisis y cálculo exhaustivo hasta dar con el resultado final.

Cabe destacar que métodos como el IRI son aplicados con programas que recogen datos en carretera en tiempo real, esto implica que el tiempo de procesamiento de datos se optimiza y los resultados de este método están relacionados de forma equivalente con el PCI. De ello en muchos lugares del mundo se aplica esta metodología siendo posible a través de relaciones matemáticas relacionar la metodología IRI con cualquier otra metodología incluida el PCI y viceversa.

### **1.3.2 Análisis Crítico**

El deterioro del asfalto es progresivo lo que termina con el fallo de la estructura vial, si no se realizan inspecciones periódicas para determinar la condición del pavimento, es muy probable que las acciones correctivas serán mucho más severas y por ende costosas.[4]

En nuestro tramo analizado es muy importante tomar en consideración realizar una evaluación, ya que es una carretera de gran importancia. Esta se encuentra en abandono ya que carece de mantenimiento de ningún tipo.

### **1.3.3 Pregunta científica**

¿Cuál es el método para evaluar la condición del pavimento flexible en la Av. Perimetral Sur de la Ciudad de Pasaje?

## **1.4 Delimitación del objeto de estudio**

El presente trabajo evalúa la condición del pavimento flexible en la Av. Perimetral Sur de Pasaje mediante el método PCI, tomando en cuenta como zona de análisis el redondeo de la Loma de Franco. Para esto se analiza un tramo de 240 metros de carretera en donde se determinará el nivel de daño existente en la misma.

## **1.5 Justificación**

Es necesario identificar el estado actual de nuestras carreteras y el grado de deterioro [4], con esta información se podrá tomar las medidas necesarias para mejorar la experiencia de los conductores. Además, esta información nos permite clasificar las carreteras según su prioridad de mantenimiento de esta forma haciendo un uso adecuado de recursos.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Determinar el estado del pavimento en la avenida Perimetral Sur de Pasaje, mediante el método del PCI.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar los diversos tipos de fallas existentes en la Av. Perimetral Sur de Pasaje
- Calcular el PCI actual de las calzadas

## **2. DESARROLLO**

### **2.1 Marco teórico**

#### **2.1.1 Antecedentes conceptuales y referenciales**

El PCI es el índice de condición del pavimento, el cual determina de forma exhaustiva el estado actual de los pavimentos basados en un análisis estadístico de las fallas observables en las unidades de muestreo seleccionadas [5].

El PCI es un índice numérico que tiene valores que van de 0 a 100 con criterios: excelente (100-86), muy bueno (85-71), bueno (70-56), regular (55-41), pobre (40-26), muy pobre (25-11), y fallido (10-0) [6].

Antes de poder iniciar el estudio del estado físico de un tramo de carretera, éste debe ser segmentado en unidades más pequeñas denominadas unidades de muestreo. El tamaño y el número de unidades de muestreo se han determinado como se muestra en el anexo 3 y 7 [7]



La inspección de cada unidad de muestra en una sección de pavimento puede requerir un esfuerzo significativo, especialmente si la sección es grande. Para limitar la cantidad de recursos necesarios para una inspección, se ha desarrollado un plan de muestreo para poder evaluar un PCI racionalmente preciso inspeccionando sólo un número limitado de unidades de muestra en el pavimento, ver anexo 3 y 7 [7]. Con esta información se procede a realizar la selección de las unidades de muestreo que debe ser de forma aleatoria, para evitar la manipulación de la información.

El cálculo del PCI dependerá de los tipos de fallas o daños que se presenten en cada segmento analizado, cada falla posee un ábaco que nos permite determinar el valor deducido [8]. La Tabla 1 muestra los tipos de daño en pavimento asfáltico y la unidad correspondiente [9]:

*Tabla 1, Fallas y unidades (pavimento asfáltico) [9]*

Nro.	DAÑO	Nro.	DAÑO
1	Piel de cocodrilo [m2].	11	Parcheo [m2].
2	Exudación [m2].	12	Pulimento de agregados [m2].
3	Agrietamiento en bloque [m2].	13	Huecos [und].
4	Abultamientos y hundimientos [m].	14	Cruce de vía férrea [m2].
5	Corrugación [m2].	15	Ahuellamiento [m2].
6	Depresión [m2].	16	Desplazamiento [m2].
7	Grieta de borde [m].	17	Grieta parabólica (slippage) [m2].
8	Grieta de reflexión de junta [m].	18	Hinchamiento [m2].
9	Desnivel carril / berma [m].	19	Desprendimiento de agregados [m2].
10	Grietas long y transversal [m].		

Otro parámetro importante al momento de evaluar un tipo de falla es la severidad, está determina la gravedad de los daños en 3 niveles: bajo (L), medio (m), alto (h). La

determinación de la severidad para el tipo de daño ha sido definida por el método PCI claramente en de acuerdo con la norma ASTM D 6433.3 [9].

Para analizar una unidad de muestreo se necesita calcular 5 factores que me permiten evaluar la condición de un pavimento y determinar el PCI en dicha muestra. A continuación, se enlista los factores que resultan imprescindibles al momento de calcular el PCI muestral: [9]

- Densidad (sumatoria de fallas de la misma severidad)
- Valor de deducción (VD, valor de un ábaco depende de la falla, ver anexo 1)
- Maximo Valor Deducido (maxVD, el valor máximo VD o en su defecto 2)
- Valor de deducción corregido (CDV, valor de un ábaco, ver anexo 2)
- Calificación de la calidad del pavimento ( $PCI=100-CDV$ )

Cálculo del PCI ponderado

Con los resultados de cada uno de las muestras analizadas ya obtenidas se determina un índice que engloba la condición de todo el tramo analizado. Para calcular este índice condición global del tramo se procede a tomar los resultados parciales de cada unidad de muestra y con ellos promediar. Este valor nos indica la condición en la que se encuentra según el método PCI, lo cual nos podría ayudar a tomar decisiones en caso de ser necesarias.

### **2.1.2 Antecedentes contextuales**

El método PCI es el índice más utilizado para la evaluación del estado de los pavimentos en Estados Unidos y Canadá [5]. En todo el mundo existen diferentes métodos por los cuales se puede calcular el índice de condición del pavimento entre las cuales podemos destacar el PCI, IRI, PCR, entre otros. La literatura sugiere que la mayoría de los índices de pavimento están relacionados, por lo que se han desarrollado varios modelos para predecir un índice a partir del otro.[5]

En Chiclayo Perú es escasa la data sobre el estado actual de los pavimentos, esto impide que se pueda cuantificar el porcentaje de vías en mal estado. Tener información sobre la condición de nuestras vías nos ayuda a gestionar mantenimientos preventivos para alargar la vida útil de nuestra infraestructura vial [10].

En Ecuador el método usado para determinar la condición del pavimento en la actualidad es el PCI, siendo este fundamental al momento de evaluar el estado de las carreteras. Con estos datos recolectados se pueden tomar decisiones a favor del desarrollo social y económico que se encuentra directamente ligado al buen funcionamiento de su red vial, ya sea aplicar mantenimientos preventivos y correctivos en los momentos más oportunos, disminuyendo el gasto público [4].

## **2.2 Materiales y métodos**

### **2.2.1 Métodos empíricos con los materiales utilizados**

El método usado en el presente trabajo es el PCI (Índice de Condición del Pavimento) que calcula un coeficiente que cuantifica la condición de daño del pavimento. Cuanto mayor sea el PCI, mejor será el estado [11], siendo 100 excelente y 0 falla [5].

Los datos para calcular el PCI se obtienen a través de una inspección visual in situ o usando imágenes/vídeos [5]. Esta información luego es procesada ya sea con hojas de cálculo o por medio de software dedicado a esta labor (PAVER, EvalPav, entre otros).


Una vez obtenidos los datos en campo se realiza el procesamiento de la información en oficina. Este procesamiento consiste en calcular por cada falla y su severidad el total de la falla, ósea que sumamos los valores parciales de cierta falla y severidad que hemos encontrado en campo. Con este valor del total de la falla se procede a calcular la densidad de la falla, este valor se consigue computando el porcentaje entre el total de la falla y el área de la muestra analizada. Una vez que conocemos el tipo de falla su severidad y la densidad de la falla nos dirigimos al anexo 1, donde se encuentran las tablas de Valores deducidos por cada falla. En estos gráficos interceptamos el valor de la densidad de la falla (eje X) por la curva correspondiente a su severidad (h, m, l) y ese punto que se crea se lo proyecta a el eje Y que representa los Valores Deducidos (VD).

Luego se procede a calcular el Máximo Valor Deducido (maxVD) que pasa a ser el máximo valor de los VD. Con este valor se calcula  $m = 1 + (9/98) * (100 - \text{maxVD})$ , que representa el numero de VD mínimos a considerar en el calculo por cada muestra. Esto nos lleva a obtener un valor total de VD considerados que sumados nos sirve como dado de entrada para la grafica del anexo 2 que nos permite corregir el VD. Los datos de entrada para calcular Valor Deducido Corregido (VDC) son: maxVD y q; donde q es un número

que varía desde m hasta 1 en forma decreciente y entera. Con los VDC se procede a calcular al máximo de ellos y se lo denota por maxVDC, con este valor se calcula el PCI= 100-maxVDC.

A continuación, se expone el formulario de Recolección de Datos, ver ilustración 1.

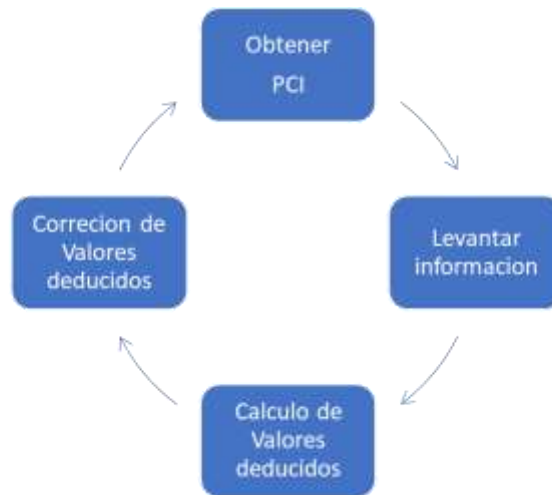
Ilustración 1, formulario de recolección de datos, fuente: propia.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO [PA] ASTM D6433-03				ESQUEMA:	Calificación según PCI:																																																																												
VIA: <input type="text"/>		UNIDAD DE MUESTREO: <input type="text"/>			100-86 excelente 85-71 muy bueno 70-56 bueno 55-41 regular 40-26 malo 25-11 muy malo 10-0 fallado																																																																												
CANTON: <input type="text"/>	ABSCISA INICIAL: <input type="text"/>	AREA MUESTREO (m2): <input type="text"/>																																																																															
	ABSCISA FINAL: <input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>																																																																															
INSPECCIONADO POR: <input type="text"/>																																																																																	
Nro.	DAÑO	Nro.	DAÑO	<b>PCI = 100-VDC</b>																																																																													
1	Piel de cocodrilo [m2].	11	Parqueo [m2].	Valor del PCI de esta muestra:																																																																													
2	Exudación [m2].	12	Pulimento de agregados [m2].	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Calificación:</th> </tr> <tr> <th>Daño</th> <th>Severidad</th> <th colspan="2">Cantidades Parciales (x,y)(L,A); ó (x,y)(L);</th> <th>Total</th> <th>Densidad (%)</th> <th>Valor Deducido DV</th> </tr> <tr> <th>1...19</th> <th>H,M,L</th> <th colspan="2"></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td colspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Calificación:						Daño	Severidad	Cantidades Parciales (x,y)(L,A); ó (x,y)(L);		Total	Densidad (%)	Valor Deducido DV	1...19	H,M,L																																																													
Calificación:																																																																																	
Daño	Severidad	Cantidades Parciales (x,y)(L,A); ó (x,y)(L);				Total	Densidad (%)	Valor Deducido DV																																																																									
1...19	H,M,L																																																																																
3	Agrietamiento en bloque [m2].	13	Huecos [und].																																																																														
4	Abultamientos y hundimientos [m].	14	Cruce de vía férrea [m2].																																																																														
5	Corrugación [m2].	15	Áhuelamiento [m2].																																																																														
6	Depresión [m2].	16	Desplazamiento [m2].																																																																														
7	Grieta de borde [m].	17	Grieta parabólica (slippage) [m2].																																																																														
8	Grieta de reflexión de junta [m].	18	Hinchamiento [m2].																																																																														
9	Desnivel carril / berma [m].	19	Desprendimiento de agregados [m2].																																																																														
10	Grietas long y transversal [m].																																																																																

Los datos se recogen a través de una inspección visual o de métodos de estudio basados en imágenes, donde se analiza cada muestra clasificando sus daños y severidad para lograr calcular su PCI.

Para realizar el respectivo cálculo del índice de condición del pavimento se considera de forma resumida los pasos expuestos en la ilustración 2, esta muestra el proceso para calcular el PCI de una muestra seleccionada.

Ilustración 2, Proceso para obtener el PCI de una unidad de muestra, fuente: propia

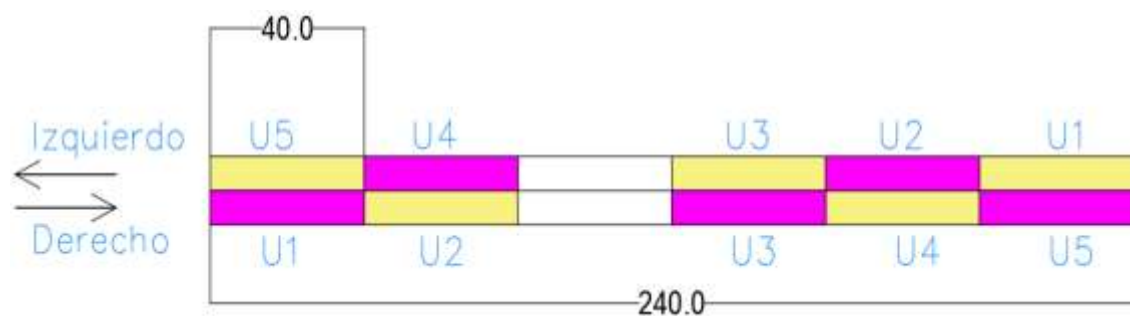


### 2.3 Análisis e interpretación de resultado

El tramo de la vía que se evalúa es de 240 metros de longitud, al ser la calle en dos direcciones se separa por calzadas derecha e izquierda; la calzada derecha tiene un ancho de 7.3 m y la izquierda su ancho es 7.1 m. Tomando como ancho promedio 7.2 m y como longitud de la muestra 40 m, lo que nos da un total de 6 unidades de muestra, pero se tomaran 5 unidades representativas por cada carril o calzada.

La disposición de las unidades de muestreo se identifica en la ilustración 3

Ilustración 3, esquema unidades de muestreo



En la tabla 2 se exponen los resultados de calzada derecha e izquierda, donde también se calcula el PCI promedio de las muestras analizadas en este caso 10 muestras, 5 por cada calzada analizada.

Unidad de Muestra	Abscisa inicial	Abscisa final	Sección	Max CDV	PCI	Descripción
U1D	0+000	0+040	Calzada derecha	73	27	Malo
U2D	0+040	0+080	Calzada derecha	72,3	27,7	Malo
U3D	0+080	0+120	Calzada derecha	100	0	Fallado
U4D	0+160	0+200	Calzada derecha	93	7	Fallado
U5D	0+200	0+240	Calzada derecha	100	0	Fallado
U1I	0+000	0+040	Calzada izquierda	72	28	Malo
U2I	0+040	0+080	Calzada izquierda	57	43	Regular
U3I	0+080	0+120	Calzada izquierda	80	20	Muy malo
U4I	0+160	0+200	Calzada izquierda	93,5	6,5	Fallado
U5I	0+200	0+240	Calzada izquierda	86,5	13,5	Muy malo
PCI promedio					<b>17,27</b>	<b>Muy malo</b>

Tabla 2, Resumen PCI por unidad de muestra, fuente: propia

PCI promedio

$$PCI_{promedio} = \frac{27 + 27.7 + 0 + 7 + 0 + 28 + 43 + 20 + 6.5 + 13.5}{10}$$

$$PCI_{promedio} = 17.27$$

Este valor nos indica que el estado del tramo analizado es “Muy malo”

PCI calzada izquierda



$$PCI_{\text{calzada izquierda}} = \frac{28 + 43 + 20 + 6.5 + 13.5}{5}$$

$$PCI_{\text{calzada izquierda}} = 22.2$$

Este valor nos indica que el estado de la calzada izquierda es “Muy malo”

PCI calzada derecha

$$PCI_{\text{calzada derecha}} = \frac{27 + 27.7 + 0 + 7 + 0}{5}$$

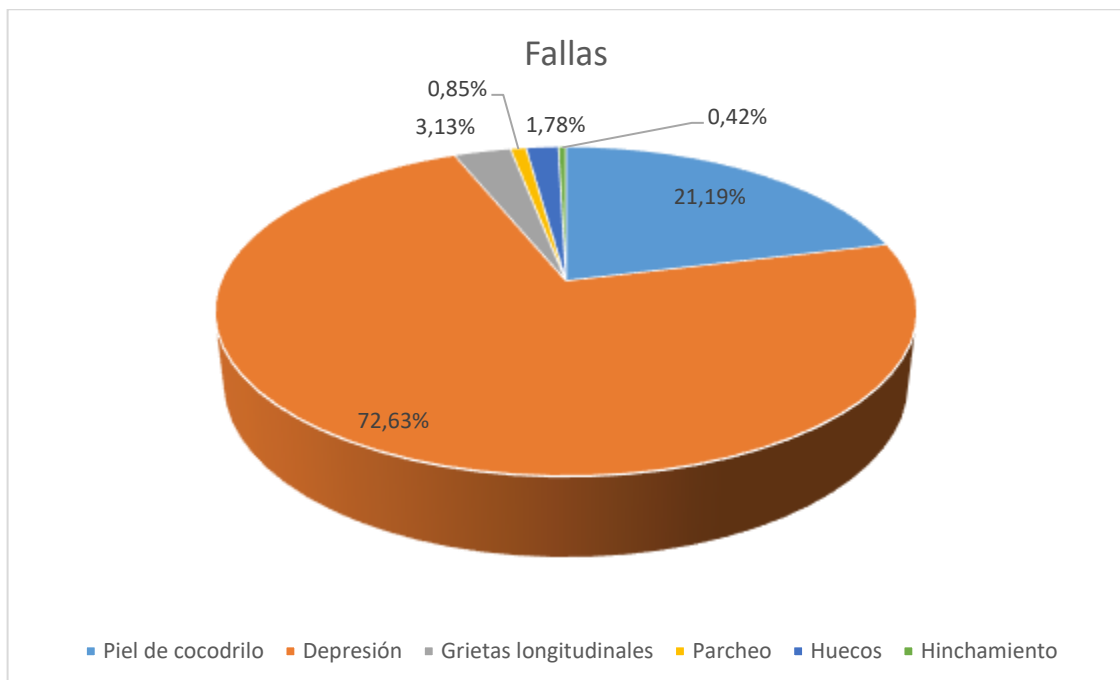
$$PCI_{\text{calzada derecha}} = 12.34$$

Este valor nos indica que el estado de la calzada izquierda es “Muy malo”

Resumen fallas encontradas

Las fallas encontradas en el tramo analizado son: la piel de cocodrilo que representa un 21.19% y la depresión que alcanza porcentaje de 72.63%, las fallas restantes son: grietas longitudinales, parcheo, huecos e hinchamiento. El detalle de los porcentajes de fallas se expone en la ilustración 4.

*Ilustración 4, porcentajes de fallas*



### 3. CONCLUSIONES

El PCI promedio del tramo analizado es 17.27, esto lo clasifica en un estado muy malo. Este valor se logra evaluando las unidades de muestra analizadas en ambas calzadas izquierda y derecha respectivamente, siguiendo la normativa ASTM D6433-07

Las fallas presentes son las siguientes: piel de cocodrilo con 21.19%, depresión con 72.63%, grietas longitudinales con 3.13%, parcheo con 0.85%, huecos con 1.78% y finalmente hinchamiento con 0.42%

En la calzada derecha se encuentran 3 unidades de muestra con un estado de colapso o fallado, además encontramos 2 muestras con un estado malo. En la calzada izquierda existe 1 tramo fallado, 2 muy malo, 1 malo y 1 regular.

La severidad de las fallas en el tramo analizado está en un nivel de deterioro muy grave, esto impide que la circulación sea confortable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

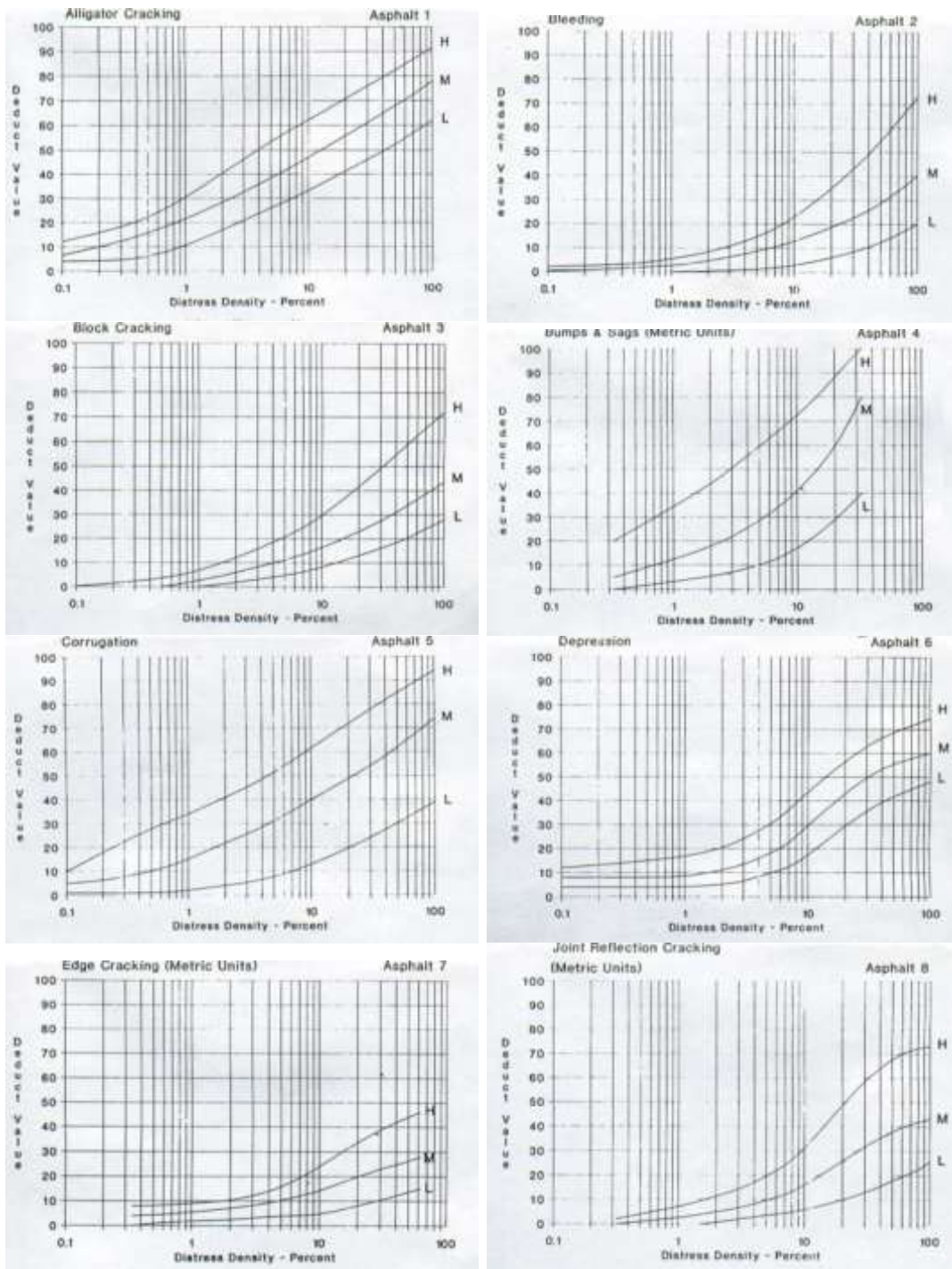
- [1] V. H. Salviatto y H. B. Fontanele, “Index for assessing the condition of flexible urban pavements based on a constructivist multicriteria analysis”, *Revista ingeniería de construcción*, vol. 36, no 2. pp. 107–116, 2021. doi: 10.4067/s0718-50732021000200107.
- [2] L. Aramayo, C. A. P. Silva Junior, y H. B. Fontenele, “Visual scale for evaluating urban pavements”; *Rev. ing. constr.*, vol. 34, no 1, pp. 45–54, 2019, doi: 10.4067/S0718-50732019000100045.
- [3] S. Adeli, V. Najafi moghaddam Gilani, M. Kashani Novin, E. Motesharei, y R. Salehfard, “Development of a Relationship between Pavement Condition Index and International Roughness Index in Rural Road Network”, *Advances in Civil Engineering*, vol. 2021, ago. 2021, doi: 10.1155/2021/6635820.
- [4] B. Baque-Solis, “Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí”, *Paperpile*. <https://paperpile.com/shared/euKkKW> (accedido 11 de agosto de 2022).
- [5] A. A. Elhadidy, S. M. El-Badawy, y E. E. Elbeltagi, “A simplified pavement condition index regression model for pavement evaluation”, *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 22, no 5. pp. 643–652, 2021. doi: 10.1080/10298436.2019.1633579.
- [6] E. Prayitno, “Pengaruh Kecepatan Kendaraan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan Menggunakan Metode PCI (Pavement Condition Index)”, *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, vol. 17, no 2. pp. 161–171, 2020. doi: 10.30630/jirs.12.2.358.
- [7] M. S. Zafar, S. N. R. Shah, M. J. Memon, T. A. Rind, y M. A. Soomro, “Condition Survey for Evaluation of Pavement Condition Index of a Highway”, *Civil Engineering Journal*, vol. 5, no 6. pp. 1367–1383, 2019. doi: 10.28991/cej-2019-03091338.
- [8] E. M. Ibrahim, S. M. El-Badawy, M. H. Ibrahim, y E. Elbeltagi, “A modified pavement condition rating index for flexible pavement evaluation in Egypt”, *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 5, no 2, pp. 1–17, may 2020, doi: 10.1007/s41062-020-00304-z.

- [9] R. P. Hasibuan y M. S. Surbakti, “Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement”, MATEC Web of Conferences, vol. 258. p. 03019, 2019. doi: 10.1051/mateconf/201925803019.
- [10] B. E. O. Gastelo, I. I. M. Cardozo, y C. R. P. Asalde, “International Evenness Index And Pavement Condition Index For Defining Pavement Serviceability Levels”, ITECKNE, vol. 18, no 2. 2021. doi: 10.15332/iteckne.v18i2.2616.
- [11] G. Qian, C. Hu, H. Yu, y X. Gong, “Case Study: Ten Year Field Performance Evaluation of Flexible Base Asphalt Pavement Design in Heavy Load Condition”, Journal of Materials in Civil Engineering, vol. 32, no 7. 2020. doi: 10.1061/(asce)mt.1943-5533.0003268.
- [12] “Using Pavement Condition Index to Evaluate the Condition of Flexible and Rigid Pavements”, Eurasian Journal of Science and Engineering, vol. 4, no 4. 2019. doi: 10.23918/eajse.v4i4p110.
- [13] K. H. H. Shubber y M. N. Mahdi, “Using PAVER Software to Evaluate Pavement Condition Index of Highway Segment in the North Sector of Najaf City (Case Study)”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 978, no 1. p. 012012, 2020. doi: 10.1088/1757-899x/978/1/012012.
- [14] T. Tasmin, D. Richards, H. Dia, y J. Wang, “Development and evaluation of relationships between surface condition rating and objective pavement condition parameters”, International Journal of Pavement Engineering. pp. 1–12, 2021. doi: 10.1080/10298436.2021.1894421.
- [15] “Deep machine learning approach to develop a new asphalt pavement condition index”, Construction and Building Materials, vol. 247, p. 118513, jun. 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118513.
- [16] S. A. Kareem y K. H. H. Shubber, “Pavement condition index (PCI) for some highways collector selected in Najaf city implemented with PAVER software”, Journal of Physics: Conference Series, vol. 1895, no 1. p. 012021, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1895/1/012021.
- [17] K. Gkyrtis, A. Loizos, y C. Plati, “Integrating Pavement Sensing Data for Pavement Condition Evaluation”, Sensors , vol. 21, no 9, abr. 2021, doi: 10.3390/s21093104.

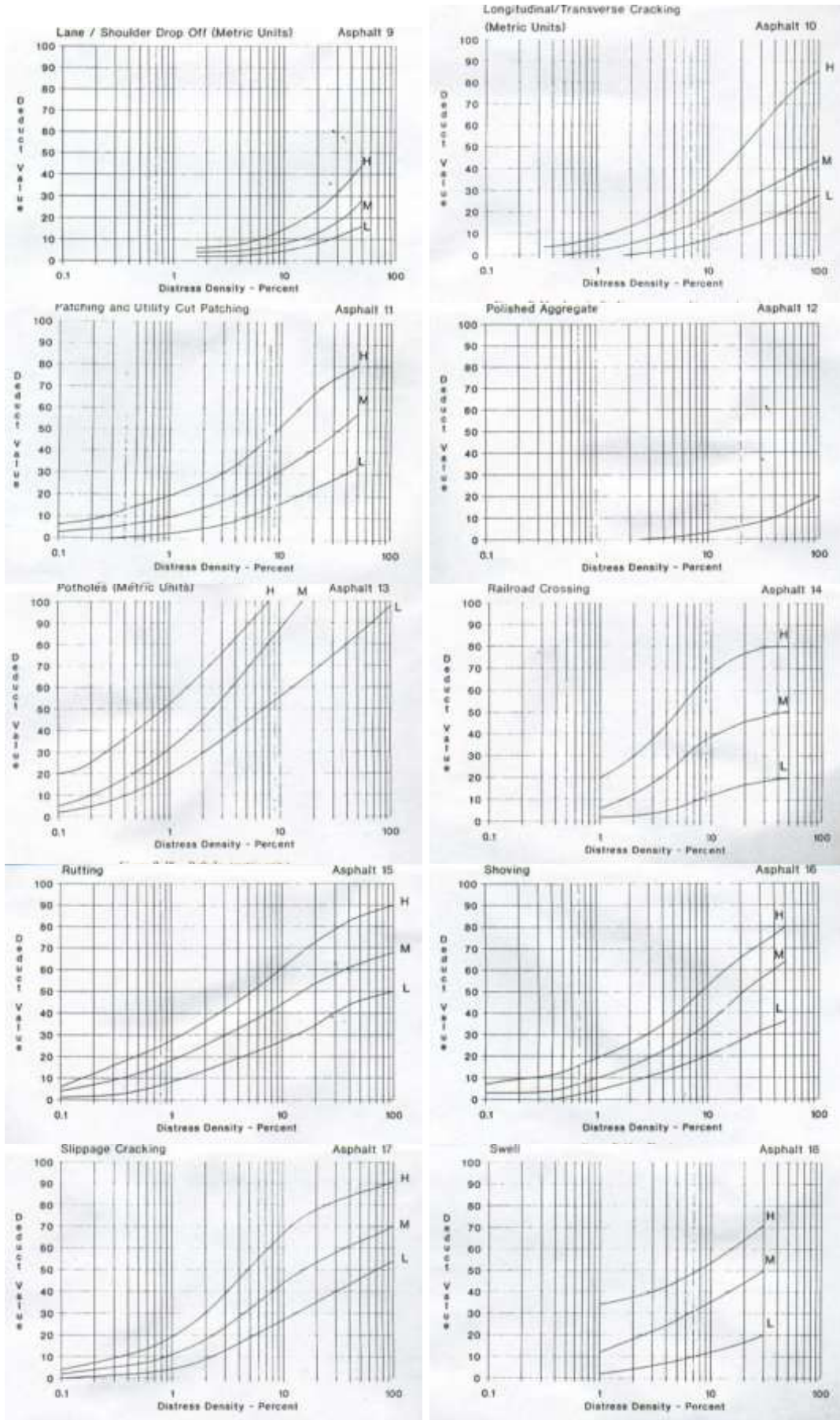
- [18] “Considering a New Sample Unit Definition for Pavement Condition Index”, Paperpile. <https://paperpile.com/app/p/78200b89-5cbd-05c4-9894-ca92763d165c> (accedido 17 de agosto de 2022).
- [19] H. Alimohammadi, “A framework for evaluation of existing pavement conditions and selection of feasible maintenance/rehabilitation alternatives; a case study in some routes of Livingston Parish in the state of Louisiana”, SN Applied Sciences, vol. 2, no 2. 2020. doi: 10.1007/s42452-020-1999-6.
- [20] B. Boyapati y R. Prasanna Kumar, “Prioritisation of Pavement Maintenance based on Pavement Condition Index”, Indian Journal of Science and Technology, vol. 8, no 14. 2015. doi: 10.17485/ijst/2015/v8i14/64320.
- [21] R. H. Ma, “Evaluation of Flexible Road Pavement Condition Index and Life Cycle Cost Analysis of Pavement Maintenance: A Case Study in Kabul Afghanistan”, Paperpile. <https://paperpile.com/app/p/6b6fa8df-376f-01a1-8810-09940d39579f> (accedido 17 de agosto de 2022).

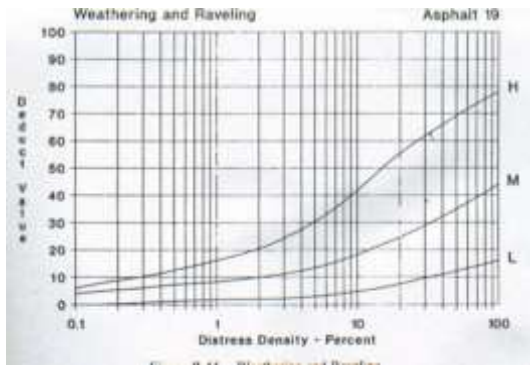
# ANEXOS

## Anexo 1. Curvas Valores Deducidos para Asfalto Flexible

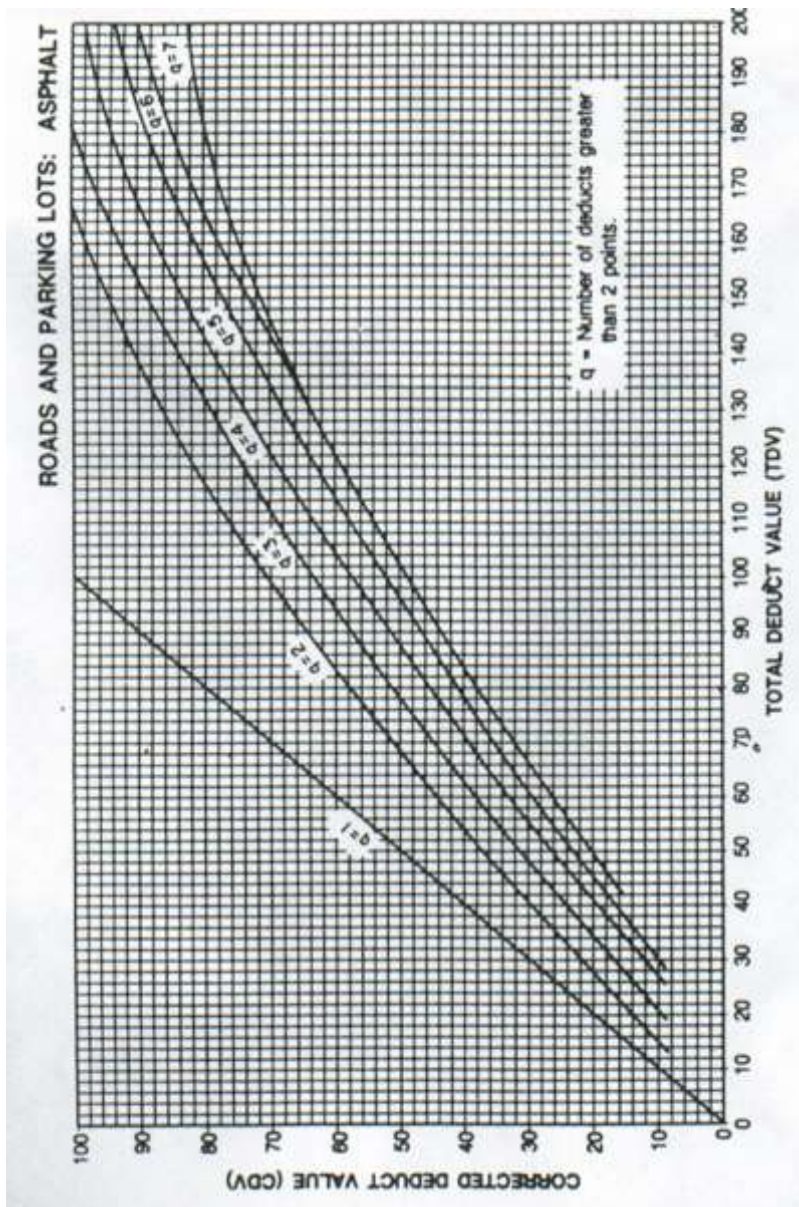








## Anexo 2. Curvas Valores Deducidos Corregidos



### Anexo 3. Cálculo de Unidades de Muestreo

Cálculo de Unidades de muestra conforme la norma ASTM 6433

Según la ASTM D6433, numeral 2.1.7, el área de muestra es: 225± 90 m<sup>2</sup>

Valor maximo 315 m<sup>2</sup>  
 Valor minimo 135 m<sup>2</sup>

Tramo de via 0+000 - 0+240  
 Longitud 240 m  
 Ancho de Calzada 7.2 m  
 longitud de muestra: 43.75 m  
 adoptamos: 40 m -----> 288 m<sup>2</sup>  
ok

Número de muestras  
 N: 6 6 u  
 Desviación estándar: 10.00% ASTM D6433 numeral 7.5.2 Pavimento asfáltico  
 error marginal (e)  
 e: 5.00%

Unidades de evaluación de la muestra

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

4.571429  
 n= 5

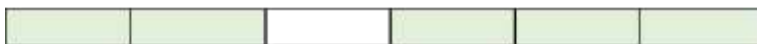
Selección de las unidades de muestreo

Conforme las normas ASTM D6433 numeral 7.5.3 el intervalo resulta de la siguiente ecuación:

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

por lo tanto, tenemos: i: 1  
 , es decir,

**5 unidades tengo que analizar en tramos de 40 m**





## Anexo 4. Calzada derecha, muestras y cálculo del PCI

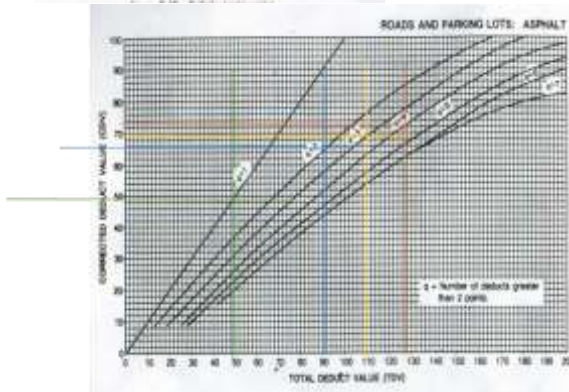
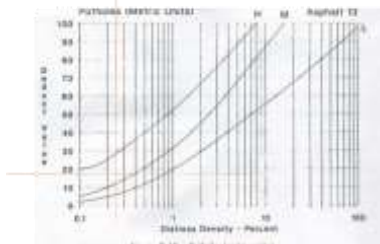
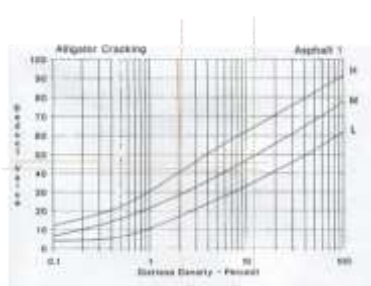
### Unidad de muestra 1 calzada derecha

METODO DE PCI		ESQUEMA:				
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
VÍA: PERIMETRAL SUR, PASAJE		CALZADA: DERECHA	UNIDAD DE MUESTRA: U1D			
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA		FECHA: 8/8/2022	ÁREA: 228.75			
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].			
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].			
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].	18 Hinchamiento [m2].			
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].			
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].				
FALLA	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10M	5	20		25	10.93%	19.5
1H	5			5	2.19%	42
1M	28.35			28.35	12.39%	46.5
13L	2			2	0.87%	19

$$m = 1 + (9/98) * (100 - 46.5) = 5.9132653$$

#	Valor Deducido				Total	q	CDV
1	46.5	42	19.5	19	127	4	73
2	46.5	42	19.5	2	110	3	69.8
3	46.5	42	2		90.5	2	64.8
4	46.5	2			48.5	1	49.7
5							
6							

Max CDV = 73  
 PCI = 27  
 ESTADO : Malo



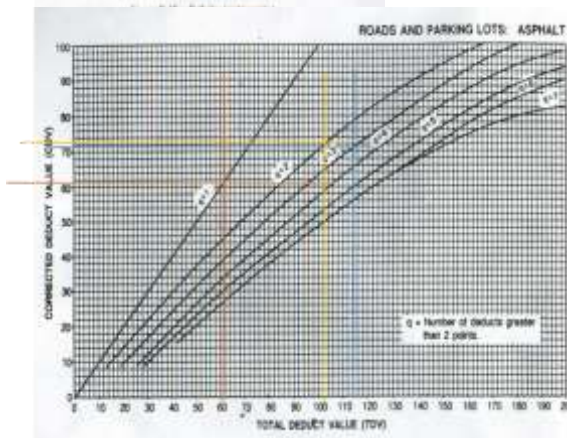
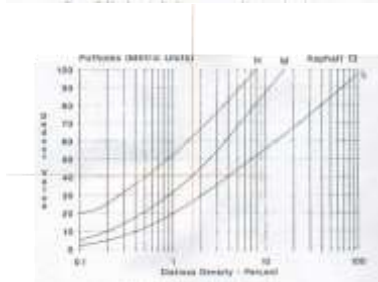
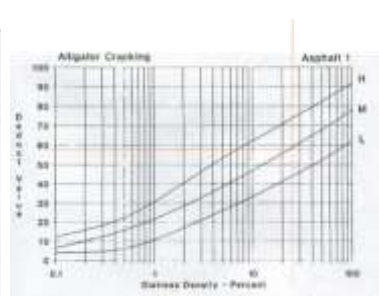
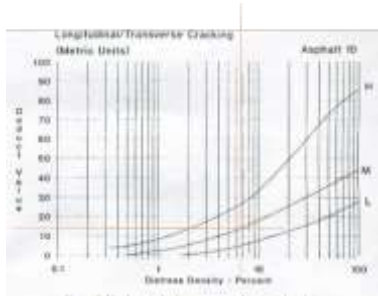
## Unidad de muestra 2 calzada derecha

METODO DE PCI		ESQUEMA:				
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
VIA: PERIMETRAL SUR, PASAJE		CALZADA: DERECHA	UNIDAD DE MUESTRA: U2D			
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA		FECHA: 8/8/2022	ÁREA: 228.75			
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].			
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].			
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].	18 Hinchamiento [m2].			
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].			
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].				
FALLA	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10M	15			15	6.56%	14
1M	60			60	26.23%	59
13M	4			4	1.75%	41

$$m = 1 + (9/98) * (100 - 59) = 4.7653061$$

#	Valor Deducido			Total	q	CDV
1	59	41	14	114	3	71.8
2	59	41	2	102	2	72.3
3	59	2		61	1	61.7
4						
5						

Max CDV =	72.3
PCI =	27.7
ESTADO :	Malo



### Unidad de muestra 3 calzada derecha

METODO DE PCI		ESQUEMA:	
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE			
HOJA DE REGISTRO			
VIA: PERIMETRAL SUR, PASAJE		CALZADA: DERECHA	UNIDAD DE MUESTRA: U3D
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA		FECHA: 8/8/2022	ÁREA: 228.75
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].	18 Hinchamiento [m2].
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].	

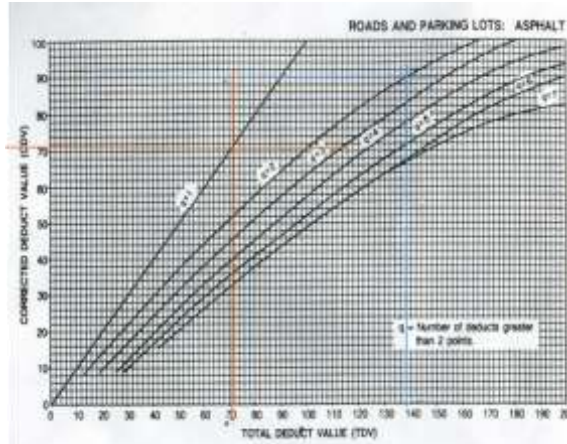
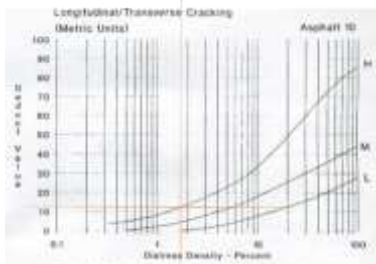
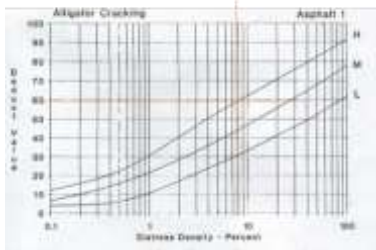
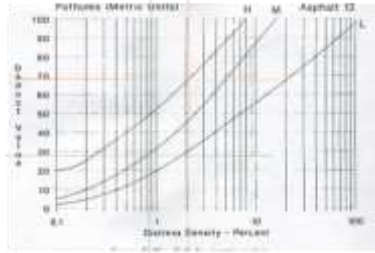
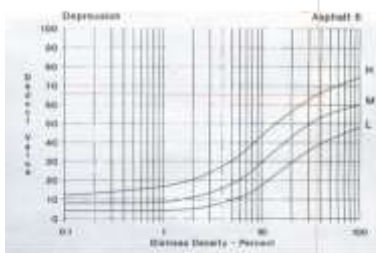
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
6H	88						88	38.47%	67
13H	5						5	2.19%	69
13M	2						2	0.87%	28.5
1H	18						18	7.87%	59
10H	4						4	1.75%	12

$m = 1 + (9/98) * (100 - 69) = 3.8469388$

#	Valor Deducido				Total	q	CDV
1	69	67	59	24.137755	219.13776	4	100
2	69	67	59	2	197	3	100
3	69	67	2		138	2	90
4	69	2			71	1	71.5

Max CDV =	100
PCI =	0
ESTADO :	Fallado

0



### Unidad de muestra 4 calzada derecha

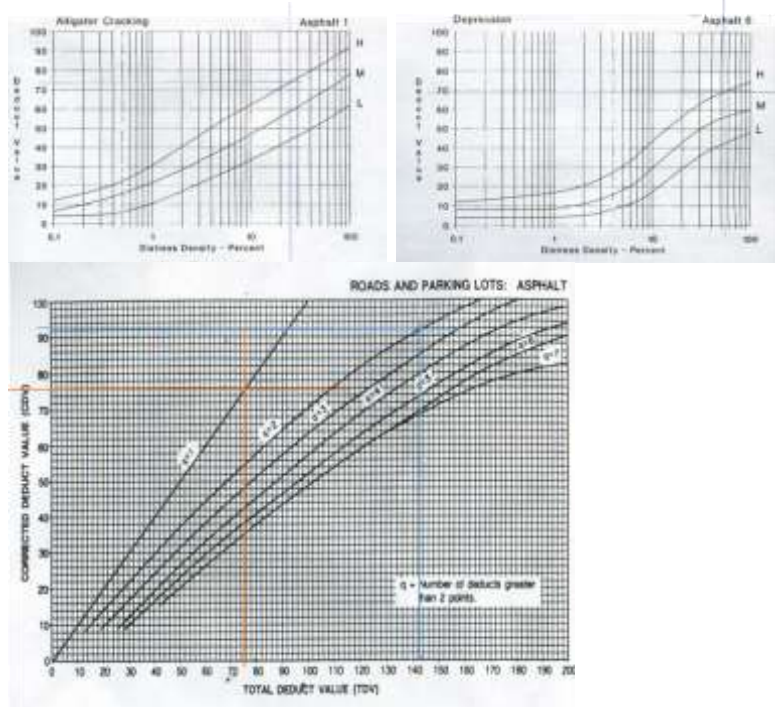
METODO DE PCI				ESQUEMA:					
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
VÍA: PERIMETRAL SUR, PASAJE				CALZADA: DERECHA		UNIDAD DE MUESTRA: U4D			
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA				FECHA: 8/8/2022		ÁREA: 228.75			
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].	18 Hinchamiento [m2].				
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].						
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].							
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].							
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].							
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3H	17.04	12.24	31.64				60.92	26.63%	73.5
6H	128						128	55.96%	69

$m = 1 + (9/98) * (100 - 73.5) = 3.4336735$

#	Valor Deducido		Total	q	CDV
1	73.5	69	142.5	2	93
2	73.5	2	75.5	1	76
3					
4					

Max CDV = 93  
 PCI = 7  
 ESTADO : Fallado

10





### Unidad de muestra 5 calzada derecha

METODO DE PCI		ESQUEMA:	
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE			
HOJA DE REGISTRO			
VÍA: PERIMETRAL SUR, PASAJE		CALZADA: DERECHA	
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA		UNIDAD DE MUESTRA: USD	
		FECHA: 8/8/2022	
		ÁREA: 228.75	
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].	18 Hinchamiento [m2].
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].	

FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1H	36	5.12					41.12	17.98%	68
1L	14.195						14.195	6.21%	28.5
13H	3						3	1.31%	55.5
13M	2						2	0.87%	28.5
18H	5.88						5.88	2.57%	38.5

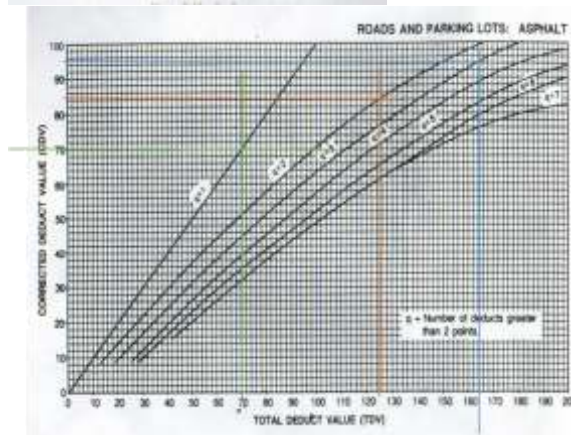
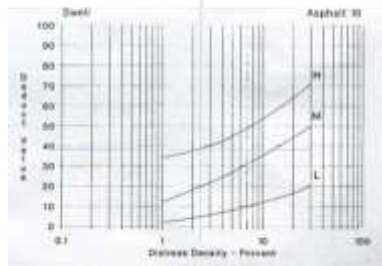
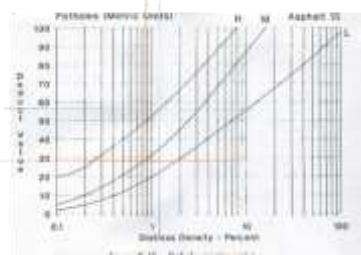
$m = 1 + (9/98) * (100 - 68) = 3.9387755$

#	Valor Deducido				Total	q	CDV
1	68	55.5	38.5	26.755102	188.7551	4	100
2	68	55.5	38.5	2	164	3	95
3	68	55.5	2		125.5	2	84.5
4	68	2			70	1	70

Max CDV =	100
PCI =	0
ESTADO :	Fallado

5



## Anexo 5. Calzada izquierda, muestras y cálculo del PCI

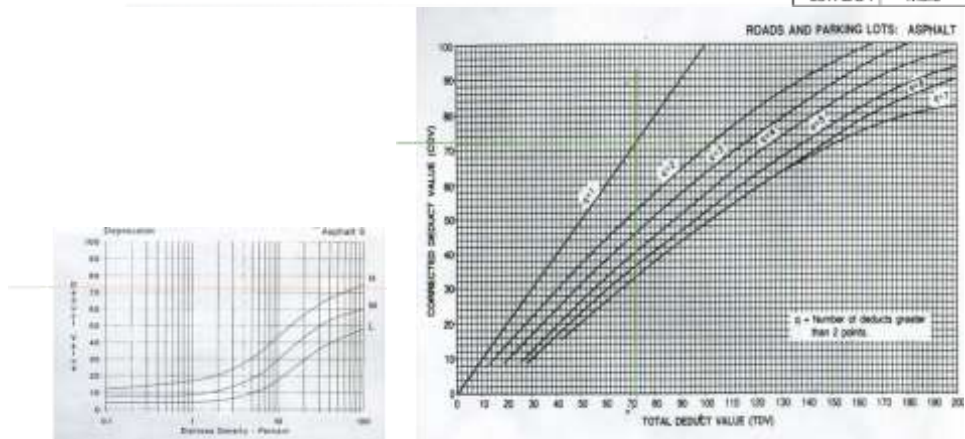
### Unidad de muestra 1 calzada izquierda

METODO DE PCI		ESQUEMA:								
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
VÍA: PERIMETRAL SUR, PASAJE		CALZADA: IZQUIERDA	UNIDAD DE MUESTRA: U11							
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA		FECHA: 8/8/2022	ÁREA: 228.75							
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].							
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].							
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].	18 Hinchamiento [m2].							
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].							
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].								
FALLA	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
6H	200							200	87.43%	72
								0	0.00%	
								0	0.00%	
								0	0.00%	

$$m = 1 + (9/98) * (100 - 72) = 3.5714286$$

#	Valor Deducido	Total	q	CDV
1	72	72	1	72
2				
3				
4				
5				
				Max CDV = 72
				PCI = 28
				ESTADO : Malo

28



## Unidad de muestra 2 calzada izquierda

METODO DE PCI		ESQUEMA:	
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE			
HOJA DE REGISTRO			
VÍA: PERIMETRAL SUR, PASAJE		CALZADA: IZQUIERDA	
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA		UNIDAD DE MUESTRA: U21	
		FECHA: 8/8/2022	
		ÁREA: 228.75	
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].	18 Hinchamiento [m2].
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].	

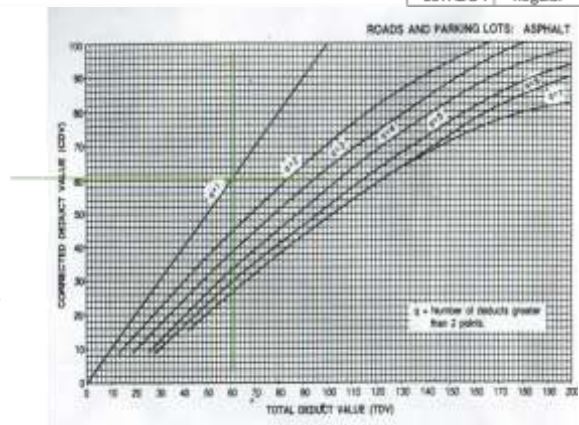
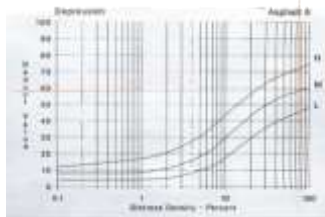
FALLA	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
6M	200								200	87.43%	57

$$m = 1 + (9/98) * (100 - 57) = 4.9489796$$

#	Valor Deducido	Total	q	CDV
1	57	57	1	57
2				
3				
4				
5				

Max CDV =	57
PCI =	43
ESTADO :	Regular



### Unidad de muestra 3 calzada izquierda

METODO DE PCI		ESQUEMA:	
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE			
HOJA DE REGISTRO			
VÍA: PERIMETRAL SUR, PASAJE		CALZADA: IZQUIERDA	UNIDAD DE MUESTRA: U31
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA		FECHA: 8/8/2022	ÁREA: 228.75
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].	18 Hinchamiento [m2].
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].	

FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13H	7						7	3.06%	78
11H	12						12	5.25%	38

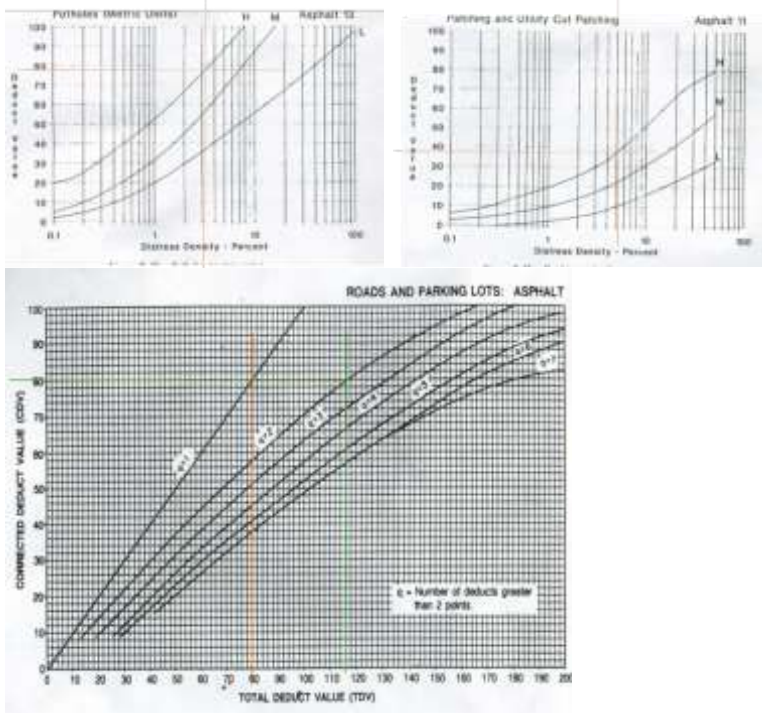
$m = 1 + (9/98) * (100 - 78) = 3.0204082$

#	Valor Deducido		Total	q	CDV
1	78	38	116	2	80
2	78	2	80	1	80
3					

Max CDV =	80
PCI =	20
ESTADO :	Muy malo

26



### Unidad de muestra 4 calzada izquierda

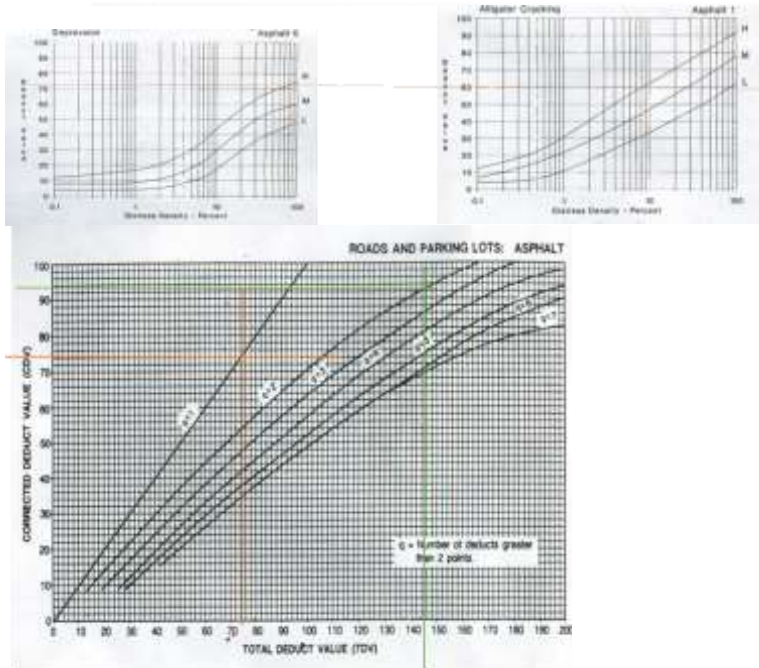
METODO DE PCI		ESQUEMA:				
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
VIA: PERIMETRAL SUR, PASAJE		CALZADA: IZQUIERDA	UNIDAD DE MUESTRA: U41			
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA		FECHA: 8/8/2022	ÁREA: 228.75			
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].			
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].			
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].	18 Hinchamiento [m2].			
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].			
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].				
FALLA	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
6H	204			204	89.18%	72
1H	20			20	8.74%	69.5

$m = 1 + (9/98) * (100 - 72) = 3.5714286$

#	Valor Deducido			Total	q	CDV
1	72	69.5		141.5	2	93.5
2	72	2		74	1	74
3						

Max CDV = 93.5  
 PCI = 6.5  
 ESTADO : Fallado

11





### Unidad de muestra 5 calzada izquierda

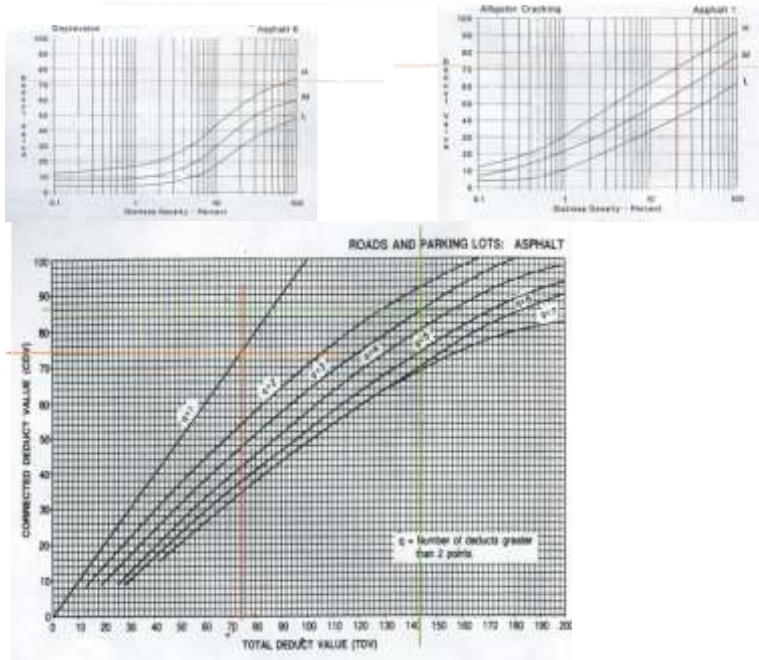
METODO DE PCI		ESQUEMA:					
INDICE DE CONDICION PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
VÍA: PERIMETRAL SUR, PASAJE		CALZADA: IZQUIERDA	UNIDAD DE MUESTRA: U51				
EJECUTOR: LEITHER ELVIS TORRES MONTOYA		FECHA: 8/8/2022	ÁREA: 228.75				
1 Piel de cocodrilo [m2].	6 Depresión [m2].	11 Parcheo [m2].	16 Desplazamiento [m2].				
2 Exudación [m2].	7 Grieta de borde [m].	12 Pulimento de agregados [m2].	17 Grieta parabólica (slippage) [m2].				
3 Agrietamiento en bloque [m2].	8 Grieta de reflexión de junta [m].	13 Huecos [und].	18 Hinchamiento [m2].				
4 Abultamientos y hundimientos [m].	9 Desnivel carril / berma [m].	14 Cruce de vía férrea [m2].	19 Desprendimiento de agregados [m2].				
5 Corrugación [m2].	10 Grietas long y transversal [m].	15 Ahuellamiento [m2].					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
6H	200				200	87.43%	71
1H	50				50	21.86%	72

$$m = 1 + (9/98) * (100 - 72) = 3.5714286$$

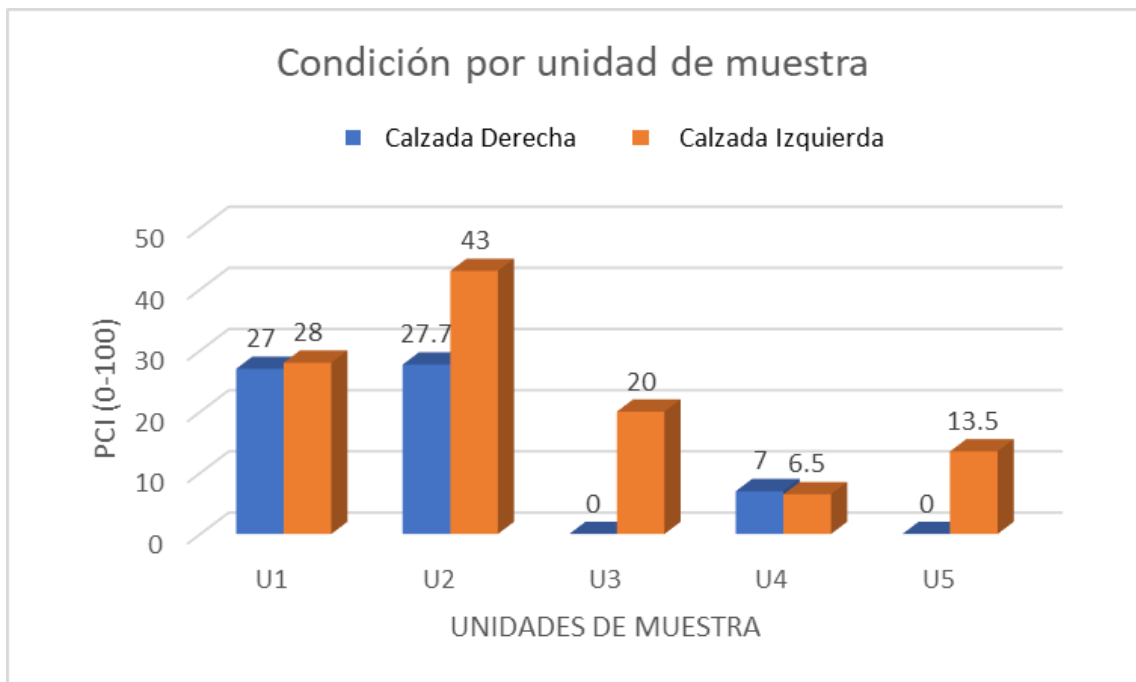
#	Valor Deducido		Total	q	CDV
1	72	71	143	2	86.5
2	72	2	74	1	74
3					

Max CDV =	86.5
PCI =	13.5
ESTADO :	Muy malo

9



## Anexo 6. Resumen gráfico de valores del PCI



## **Anexo 7. Formulas sobre el método PCI.**

### **Numero de muestras**

$$N = \frac{L}{LT}$$

Donde:

L es la longitud total del tramo a analizar de la vía en cuestión.

LT es la longitud de la muestra

### **Numero de muestras mínimas a evaluar.**

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

Donde:

N es el número de muestras

s es la desviación estándar 10%

e es el error marginal 5%

$$PCI_{medio} = \frac{\text{PCI promedio}}{\frac{\sum PCI}{\text{numero de muestras analizadas}}}$$



**Anexo 8. Fotografías de fallas representativas**





