



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN
LA AV. CIRCUNVALACIÓN SUR ENTRE PRIMERA ESTE Y NUEVE DE
MAYO

FREIRE OCHOA JHON ENRIQUE
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN SUR ENTRE
PRIMERA ESTE Y NUEVE DE MAYO

FREIRE OCHOA JHON ENRIQUE
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA AV.
CIRCUNVALACIÓN SUR ENTRE PRIMERA ESTE Y NUEVE DE MAYO

FREIRE OCHOA JHON ENRIQUE
INGENIERO CIVIL

ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA
27 de febrero de 2020

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN SUR ENTRE PRIMERA ESTE Y NUEVE DE MAYO, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO
0701139941
TUTOR - ESPECIALISTA 1



CABRERA GORDILLO JORGE PAUL
0703092874
ESPECIALISTA 2



OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER
0702019738
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: martes 18 de febrero de 2020 - 08:53

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN SUR ENTRE PRIMERA ESTE Y NUEVE DE MAYO

por Jhon Freire Ochoa

Fecha de entrega: 03-feb-2020 10:59a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1249274704

Nombre del archivo: FREIRE_OCHOA_JHON_ENRIQUE_PT-011119.pdf (1.81M)

Total de palabras: 4731

Total de caracteres: 24471

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

El que suscribe, FREIRE OCHOA JHON ENRIQUE, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN SUR ENTRE PRIMERA ESTE Y NUEVE DE MAYO, 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, 27 de febrero de 2020



FREIRE OCHOA JHON ENRIQUE
0705643245

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA AV.
CIRCUNVALACIÓN SUR ENTRE PRIMERA ESTE Y NUEVE DE MAYO**

**TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

JHON ENRIQUE FREIRE OCHOA

TUTOR:

MGS. WILMER EDUARDO ZAMBRANO ZAMBRANO

MACHALA, DICIEMBRE 2019

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN SUR ENTRE PRIMERA ESTE Y NUEVE DE MAYO

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

1%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

2

Submitted to University of Leeds

Trabajo del estudiante

<1%

3

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

<1%

4

karinapsicopedaloca.blogspot.com

Fuente de Internet

<1%

5

www.belleville.net

Fuente de Internet

<1%

6

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

<1%

7

Submitted to Swinburne University of Technology

Trabajo del estudiante

<1%

RESUMEN

La circunvalación sur es considerada una vía perimetral, donde frecuentemente circulan vehículos que se dirigen hacia el puerto marítimo de la ciudad de Machala, para transportar los productos de camarón y banano que son exportados a otros países; esta vía al ser transitada con mucha concurrencia, presenta varios deterioros provocando muchas afectaciones a los usuarios que circulan por este camino. En los pavimentos asfálticos se deben realizar las operaciones de mantenimiento con mucha frecuencia para solucionar los deterioros oportunamente y evitar que se causen daños mayores.

En el presente informe se realiza la obtención del índice de condición del pavimento (PCI) en la avenida circunvalación sur entre primera este y nueve de mayo; el PCI es un método de evaluación visual. En el método del PCI se diagnostica y cuantifica los diversos tipos de deterioros del pavimento según su grado de severidad, de acuerdo la Normativa ASTM D6433-07.

Según las muestras realizadas en el trayecto de vía evaluado, su actual PCI promedio es de 69.83, por lo que este pavimento asfáltico se encuentra en un estado bueno. Las fallas que se identificaron son: los parches con un 39.92%, el pulimento de agregados con un 30.96%, grietas de borde con un 9.65%, ahuellamiento con un 5.62%, depresión con un 5.01%, exudación con un 4.93%, piel de cocodrilo en un 3.52%, y finalmente los huecos con un 0.39%.

PALABRAS CLAVES: Parches, Pavimento, PCI, Pulimento, Rehabilitación, Vida útil.

ABSTRACT

The southern ring road is considered a perimeter road, where vehicles that travel to the seaport of the city of Machala frequently circulate, to transport the shrimp and banana products that are exported to other countries; This route, when it is traveled with a lot of concurrence, presents several deteriorations causing many damages to the users that circulate along this road. In asphalt pavements, maintenance operations should be carried out very frequently to solve the damage in a timely manner and avoid causing major damage.

In this report the pavement condition index (PCI) is obtained on the southern ring road between the first east and May 9; The PCI is a method of visual evaluation. In the PCI method, the different types of pavement deterioration are diagnosed and quantified according to their degree of severity, in accordance with ASTM D6433-07. According to the samples made on the road track evaluated, its current average PCI is 69.83, so this asphalt pavement is in a good state. The failures that were identified are: patches with 39.92%, aggregate polish with 30.96%, edge cracks with 9.65%, collapse with 5.62%, depression with 5.01%, exudation with 4.93%, skin of crocodile at 3.52%, and finally the gaps with 0.39%.

KEYWORDS: Patches, Pavement, PCI, Polish, Rehabilitation, Useful life.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE DE CONTENIDOS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE ANEXOS	5
INTRODUCCIÓN	6
MARCO CONTEXTUAL	7
Ubicación	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
OBJETIVOS	8
General	8
Específicos	8
DESARROLLO	8
MARCO TEÓRICO	8
Pavimento	8
Clasificación de los pavimentos	8
Período de diseño	10
Evaluación funcional	10
Fallas en pavimentos asfálticos	11
MARCO METODOLÓGICO	15
Método del PCI	15
RESULTADOS	20
Fallas encontradas - carril derecho.	21
Fallas encontradas - carril izquierdo.	23
PCI actual.	26
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Av. Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo	7
Fig. 2 Pavimento flexible	9
Fig. 3 Pavimento rígido	9
Fig. 4 Pavimento articulado	10
Fig. 5 Hoja de registro	18
Fig. 6 Valor deducción total vs valor deducido corregido	19
Fig. 7 Tramo de la vía que se evalúa	20
Fig. 8 Hueco	21
Fig. 9 Pulimento de agregados	21
Fig. 10 Exudación	21
Fig. 11 Parche	21
Fig. 12 Parche	22
Fig. 13 Pulimento de agregados	22
Fig. 14 Depresión	22
Fig. 15 Piel de cocodrilo	22
Fig. 16 Pulimento de agregados	23
Fig. 17 Parche	23
Fig. 18 Grietas de borde	23
Fig. 19 Hueco	23
Fig. 20 Exudación	24
Fig. 21 Parche	24
Fig. 22 Pulimento de agregados	24
Fig. 23 Ahuellamiento	24
Fig. 24 Parche	25
Fig. 25 Depresión	25
Fig. 26 Pulimento de agregados	25
Fig. 27 Parche	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fallas en pavimentos asfálticos	11
Tabla 2. Rangos de clasificación del PCI	15
Tabla 3. Intervención según el PCI	15
Tabla 4. Longitudes de unidades de muestreo asfáltica	16
Tabla 5. Resumen de valores del PCI	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hojas de registro de las muestras del carril derecho	30
Anexo 2. Hojas de registro de las muestras del carril izquierdo	31
Anexo 3. Valor deducido y corregido de las muestras del carril derecho	32
Anexo 4. Valor deducido y corregido de las muestras del carril izquierdo	33
Anexo 5. Oficio de aceptación para el cierre de vía por Movilidad Machala EP.	34

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Machala es productora de banano y camarón principalmente, los exporta a través de medios marítimos; la mayoría de estos productos son trasladados hacia el puerto de la ciudad por la avenida circunvalación sur, además por esta vía perimetral circula transporte liviano, pesado y extrapesado, lo que produce un deterioro con mucha frecuencia en gran parte de la vía.

Un pavimento bien diseñado garantiza un correcto funcionamiento del mismo dentro de su duración de vida útil para el cual se diseñó. En la mayoría de los pavimentos su período de diseño no se cumple, debido a varios factores, entre ellos se encuentran: mantenimiento no oportuno, deficiencia en la construcción, incremento del volumen de tránsito, el sistema de drenaje en mal operatividad, etc.

Para evaluar el estado del pavimento existen varios métodos, en este trabajo se utiliza el método del PCI. El mismo que es un método visual, donde se identifica y cuantifica el tipo de fallas (de acuerdo a su severidad) presentes en el pavimento asfáltico del trayecto de vía a evaluar. Las fallas del pavimento se las identifica según la Normativa ASTM D6433-07. [1]

El PCI es un valor numérico que mide el estado actual en el que se encuentra el pavimento, este valor va en la escala de "0 a 100"; donde, mientras más se acerca a (0) significa que está en mal estado y cuando más se acerca a (100) se encuentra en perfecto estado. Para determinar el PCI de una vía se lo realiza por tramos, es decir por unidades de muestreo en base al ancho de carril. [2]

Es de mucha importancia establecer las condiciones actuales del pavimento en el trayecto de vía que se especifica, para en caso de ser necesario, realizar las operaciones de corrección, mantenimiento y rehabilitación oportunas; de esta forma se reduce notablemente los costos de estas operaciones de reparación e incluso prolongar la vida útil del pavimento.

1.1. MARCO CONTEXTUAL

La avenida Circunvalación Sur es una de las vías donde circula la mayoría de transporte extrapesado que se dirigen a Puerto Bolívar para exportar los productos a través de las vías marítimas, esta vía es de pavimento flexible y debido a que es de gran importancia siempre debe estar en buena condición, es por eso que se evalúa esta avenida para determinar su estado.

En la ciudad de Machala existen diversos tipos de pavimentos pero hay mayor presencia del pavimento flexible y en la mayoría son para transporte pesado. Si el diseño del pavimento se realiza considerando todos los factores y se brinda un mantenimiento oportuno, la calle debe mantenerse en un adecuado estado durante su transcurso de tiempo de vida útil.

1.1.1. Ubicación

El tramo de la calle que se evalúa está ubicado en la Av. Circunvalación Sur entre Nueve de Mayo y Primera Este:

Inicio		Fin	
0 + 00	E 614604.505 N 9638570.589	0 + 090	E 614702.5911 N 9638520.7983

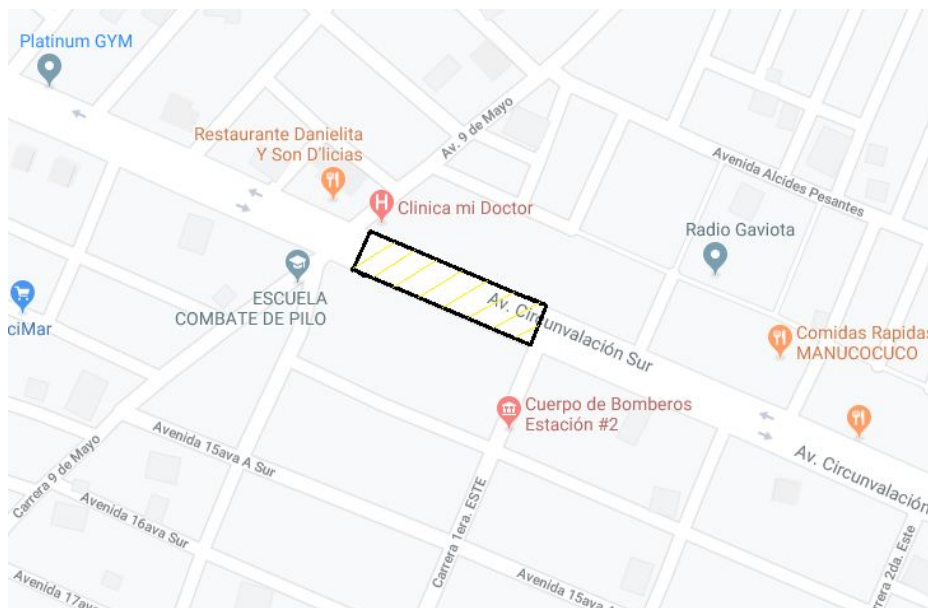


Fig.1 Av. Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo

Fuente: Google Maps (<https://www.google.com/maps/@-3.2694029,-79.9684127,21z?hl=es>)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿En qué condiciones se encuentra el pavimento en la avenida Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

Determinar los deterioros del pavimento en la avenida Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo, mediante el método del PCI, con el propósito de establecer las operaciones de mantenimiento necesarias ante las fallas encontradas.

1.3.2. Específicos

- Diagnosticar los diversos tipos de fallas existentes en la Av. Circunvalación Sur entre Nueve de Mayo y Primera Este.
- Medir cada una de las fallas encontradas.
- Calcular el PCI actual.
- Proponer las acciones de mantenimiento frente a las fallas presentes.

2. DESARROLLO

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Pavimento

Estructura formada por diversas capas, que descansan sobre una subrasante previamente adecuada; los pavimentos se diseñan con materiales específicos con la finalidad de soportar determinadas cargas de tránsito durante el transcurso de tiempo de vida útil. Su vida útil se cumple cuando se ejecutan los mantenimientos oportunamente. [3]

2.1.2. Clasificación de los pavimentos

Pavimento flexible: Está conformado por tres capas: la primera es la superficial o de rodadura que está compuesta por un material bituminoso (asfalto), la segunda

capa es la base y la tercera capa es la subbase que están constituidas por materiales adecuados y compactados de acuerdo a las especificaciones técnicas vigentes. [3]

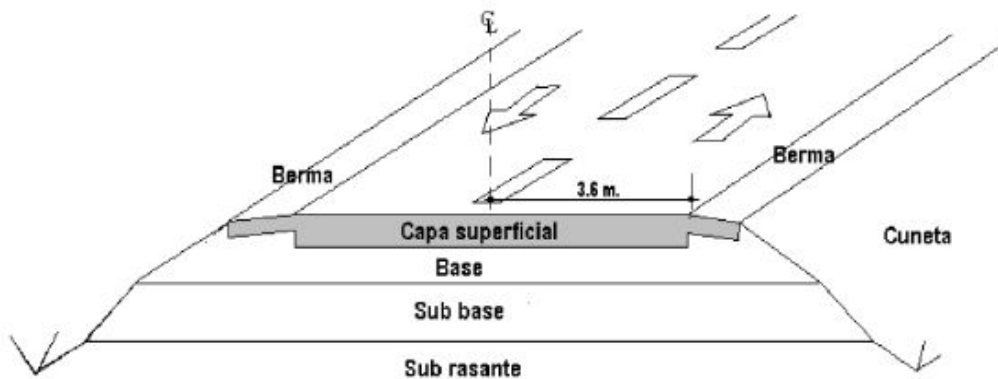


Fig.2 Pavimento flexible

Fuente: Monsalve Escobar, L., Giraldo Vásquez, L., Maya Gaviria, J. (2012). [3]

Pavimento semirrígido: La estructura de este pavimento es prácticamente similar al flexible, con un pequeño cambio que este tiene una capa de ellas rigidiza de manera artificialmente con algún aditivo específico, esto se realiza con la intención de aumentar la calidad de los materiales que no satisfacen las condiciones de acuerdo a las especificaciones técnicas vigentes. [3]

Pavimento rígido: Este pavimento está compuesto por dos capas: la primera capa es la de rodadura que está formada por una gran losa de concreto y la segunda por la subbase con materiales adecuados y debidamente compactados, que cumplan las especificaciones técnicas vigentes, este pavimento distribuye mejor los esfuerzos hacia suelo. [3]

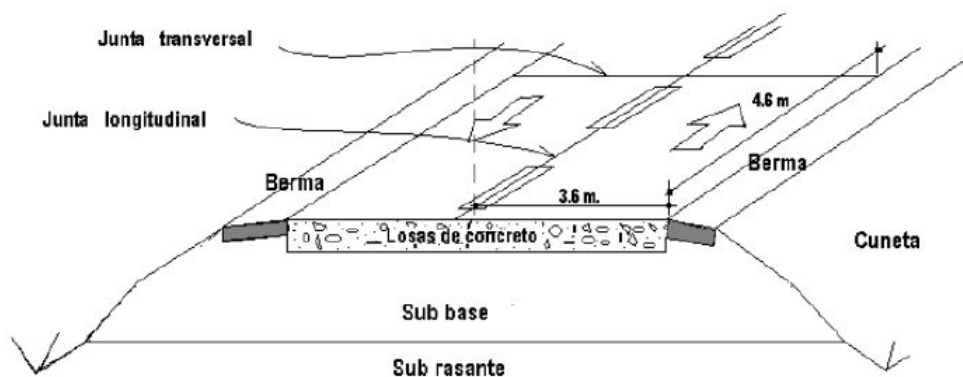


Fig.3 Pavimento rígido

Fuente: Monsalve Escobar, L., Giraldo Vásquez, L., Maya Gaviria, J. (2012). [3]

Pavimento articulado: Este pavimento se conforma por cuatro capas: la primera es la superficial que está compuesta por bloques prefabricados (adoquines), la segunda que es una capa fina de arena donde descansan los adoquines, la tercera es la base estabilizada con material granular apropiado y la última capa que es la subbase que está formada por material granular apropiado y compactado de acuerdo a las especificaciones técnicas vigentes. [3]

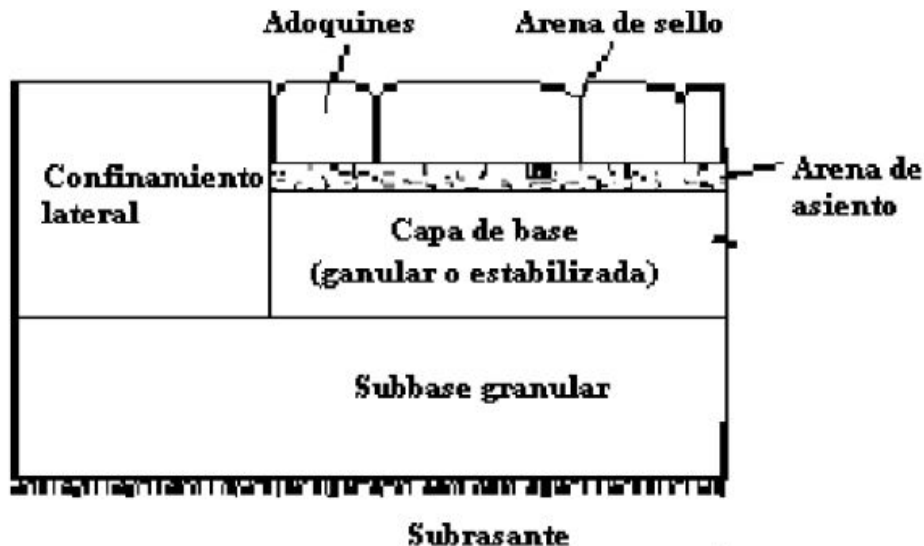


Fig.4 Pavimento articulado

Fuente: Monsalve Escobar, L., Giraldo Vásquez, L., Maya Gaviria, J. (2012). [3]

2.1.3. Período de diseño

Es el rango de tiempo que se considera para la proyección del tránsito que se espera en la vía, de acuerdo al tipo de carretera y así determinar las medidas necesarias para diseñar del pavimento. El periodo de diseño es de mucha importancia para el diseño el pavimento ya que unos de los parámetros más relevantes es el tránsito de la calle que se diseña. [4]

2.1.4. Evaluación funcional

Consiste en la identificación todas las anomalías o daños que se presenten superficialmente en el pavimento y que genera un mal estado para los usuarios que transitan por la calle, además se toma en cuenta todos los factores que disminuyen progresivamente la serviciabilidad del pavimento. De acuerdo la evaluación se recomienda las operaciones de reparación o rehabilitación. [5]

2.1.5. Fallas en pavimentos asfálticos

Se pueden identificar 19 fallas (Normativa ASTM D6433-07). Los deterioros del pavimento con sus tres niveles de severidad se presentan en la tabla 1, así también como las operaciones de reparación de acuerdo a la severidad de la falla y la unidad de medida para cada una de ellas. En caso de que existan fallas con diversos niveles de severidad registran por separado. [2]

Tabla 1. Fallas en pavimentos asfálticos

Falla	Niveles de severidad	Opciones de reparación	Medida																				
1. Piel de Cocodrilo	Baja: Grietas finas	Sello superficial	m ²																				
	Media: Grietas medias	Parqueo parcial																					
	Alta: Grietas bien definidas	Reconstrucción																					
2. Agrietamiento en Bloque	Baja: Grietas finas	Sellado de grietas	m ²																				
	Media: Grietas medias	Sellado de grietas																					
	Alta: Grietas desmoronadas	Sellado de grietas																					
3. Abultamiento y Hundimientos	Baja: Pequeña afectación	Parqueo profundo	m																				
	Media: Mediana afectación	Parqueo profundo																					
	Alta: Gran afectación	Fresado en frío																					
4. Depresión	Baja: Entre 13 y 25 mm	Parqueo superficial	m ²																				
	Media: Entre 25 y 51 mm	Parqueo superficial																					
	Alta: > 51 mm	Parqueo profundo																					
5. Huecos	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Profundidad Máxima (mm)</th> <th colspan="3">Diámetro medio (mm)</th> </tr> <tr> <th>102 a 203</th> <th>203 a 457</th> <th>457 a 762</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12.7 a 25.4</td> <td>Baja</td> <td>Baja</td> <td>Media</td> </tr> <tr> <td>25.4 a 50.8</td> <td>Baja</td> <td>Media</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td>>50.8</td> <td>Media</td> <td>Media</td> <td>Alta</td> </tr> </tbody> </table>			Profundidad Máxima (mm)	Diámetro medio (mm)			102 a 203	203 a 457	457 a 762	12.7 a 25.4	Baja	Baja	Media	25.4 a 50.8	Baja	Media	Alta	>50.8	Media	Media	Alta	Bacheo parcial si la severidad es baja o media y si la severidad es alta se realiza un bacheo profundo U
	Profundidad Máxima (mm)	Diámetro medio (mm)																					
		102 a 203	203 a 457	457 a 762																			
	12.7 a 25.4	Baja	Baja	Media																			
25.4 a 50.8	Baja	Media	Alta																				
>50.8	Media	Media	Alta																				
6. Ahuellamiento	Baja: Entre 6 y 13 mm.	Parqueo superficial	m ²																				
	Media: Entre 13 y 25 mm.	Parqueo parcial																					
	Alta: Profundidad > 25 mm.	Parqueo profundo																					

7. Desplazamiento	Baja: Pequeña afectación	Parqueo profundo	m ²
	Media: Mediana afectación	Parqueo profundo	
	Alta: Gran afectación	Fresado	
8. Hinchamiento	Baja: Pequeña afectación	Reconstrucción	m ²
	Media: Mediana afectación	Reconstrucción	
	Alta: Gran afectación	Reconstrucción	
9. Exudación	Baja: Asfalto no pegajoso	Coloca arena	m ²
	Media: Asfalto pegajoso	Coloca arena	
	Alta: Asfalto muy pegajoso	Coloca agregados	
10. Corrugación	Baja: Pequeña afectación	Reconstrucción	m ²
	Media: Mediana afectación	Reconstrucción	
	Alta: Gran afectación	Reconstrucción	
11. Grieta de Borde	Baja: Grietas finas	Parqueo parcial	m
	Media: Grietas medias	Parqueo parcial	
	Alta: Grietas bien definidas	Parqueo profundo	
12. Grieta de Reflexión de Junta	Baja: < 10mm	Parqueo parcial	m
	Media: Entre 10 y 76 mm	Parqueo parcial	
	Alta: > 76 mm	Reconstrucción	
13. Desnivel Carril/Berma	Baja: Entre 25 y 51 mm	Re-nivelación	m
	Media: Entre 51 y 102 mm	Re-nivelación	
	Alta: Desnivel > 102 mm	Re-nivelación	
14. Grietas Longitudinales y Transversales	Baja: < 10 mm	Sellado de grietas	m
	Media: Entre 10 y 76 mm	Sellado de grietas	
	Alta: > 76 mm	Parqueo parcial	
15. Parqueo	Baja: Parche es bueno	Nada	m ²
	Media: Parche deteriorado	Sustituir el parche	
	Alta: Parche en mal estado	Sustituir el parche	
16. Pulimiento de Agregados	No se toma en cuenta el nivel de severidad, pero debe ser considerable	Tratamiento superficial o un fresado	m ²
17. Cruce de Vía Férrea	Baja: Pequeña afectación	Parqueo superficial	m ²
	Media: Mediana afectación	Parqueo superficial	
	Alta: Gran afectación	Reconstrucción	

18. Grietas Parabólicas	Baja: < 10 mm	Parqueo parcial	m ²
	Media: Entre 10 y 38 mm	Parqueo parcial	
	Alta: > 38 mm	Parqueo parcial	
19. Desprendimiento de Agregados	Baja: Pérdida de agregados	Reconstrucción	m ²
	Media: Pérdida de agregados o ligante asfáltico	Reconstrucción	
	Alta: Significante pérdida de agregados o ligante asfáltico	Reconstrucción	

Fuente: ASTM D6433-07. (2007). [1]

En Colombia se ha implementado innovaciones en los métodos de pavimentación, lo cual se basa en la aplicación de aditivos por lo general cemento, estos aditivos se colocan en las diversas capas del pavimento para mejorar su estabilización y de esta forma mejorar las propiedades mecánicas de los materiales para que resistan mayor carga con un pequeño espesor y evitar problemas en el pavimento. [6]

De acuerdo a las investigaciones realizadas en Cuba se ha elaborado un catálogo para la evaluación del pavimento para diagnosticar los deterioros de la carpeta asfáltica en aeropuertos, este catálogo se basa en el PCI. Es de mucho servicio los catálogos, porque nos permite realizar una evaluación visual del pavimento y de esta manera realizar las operaciones de mantenimiento para solucionar los problemas de inseguridad y comodidad en el pavimento. [7]

En México se propone implementar pavimentos permeables, todo lo contrario, a los pavimentos convencionales; estos pavimentos pretenden ayudar a la preservación del agua. Esta propuesta está dirigida para vías en el sector urbano ya que es sustentable y cumple con las condiciones de infraestructura para el tipo de tráfico y de esta forma aportar a la conservación del medio ambiente. [8]

Para disminuir o evitar la formación de baches en el pavimento es de gran ayuda modificar el asfalto, colocando algunos aditivos como, por ejemplo: polímeros, goma de miga, fibra, etc. Y de esta forma mejorar propiedades reológicas del asfalto; así como fortalece el enclavamiento de agregados y de esta forma se optimiza la altura de las diversas capas del pavimento. [9]

En Brasil se utiliza un vehículo aéreo no tripulado para diagnosticar las diferentes anomalías o fallas presentes en el pavimento, junto con este vehículo se utiliza software de procesamiento de imágenes, modelos digitales y ortofoto de la vía a evaluar. Estos valores se comprueban con inspecciones realizadas en el sitio, donde se compara los valores obtenidos; se debe tener en cuenta que para tener resultados confiables y certeros el vehículo debe estar lo más estable posible. [10]

Existen cinco modelos para predecir el deterioro del pavimento según la programación genética, los cuales son: el primero para el agrietamiento, el segundo para la progresión desgarradora, el tercero para baches, el cuarto para la progresión en celo y el quinto para la progresión de aspereza. Estos son de mucha ayuda ya que nos permite conocer los posibles deterioros a futuro y a su vez tomar las medidas preventivas o correctivas para solucionar esta problemática. [11]

Las grietas presentes en el pavimento generalmente producidas por las cargas cíclicas y movimientos de tierra inesperados produce que disminuya la vida de servicio de la calle. Se plantea utilizar neumáticos triturados en las diversas capas del pavimento asfáltico con el propósito de mejorar la flexibilidad, pero manteniendo las condiciones de acuerdo al tráfico. [12]

Los pavimentos después de ser construidos, empiezan a deteriorarse por varios factores como son el tráfico de la zona y las condiciones climáticas; es por ello que se deben realizar las evaluaciones del estado del pavimento, para ello existen diversos métodos de acuerdo a los índices globales de los cuales el más utilizado es el PCI al ser una evaluación visual. [13]

Para realizar una predicción de los daños del pavimento y saber el estado actual de servicio es necesario conocer la respuesta dinámica del pavimento. Esta respuesta dinámica se la obtiene mediante la simulación de las vibraciones dinámicas producidas por un vehículo que pasa sobre la carpeta asfáltica; para determinar las cargas y vibraciones del vehículo se realiza un modelo del vehículo. [14]

Los pavimentos en Chile y en otros países de Suramérica se diseñan bajo la Norma AASHTO 93, la vida útil de estos pavimentos depende de los valores que se consideran en las variables del diseño, de acuerdo al tipo de tráfico que circule por la vía. Además, es muy importante realizar los mantenimientos oportunos para aumentar el periodo de vida útil. [15]

2.2. MARCO METODOLÓGICO

2.2.1. Método del PCI

- **Descripción:**

Método visual que permite conocer las condiciones en las que se encuentra el pavimento, mediante un valor numérico que va desde 0 a 100. Los intervalos de clasificación del PCI se observan en la tabla 2. Donde, de acuerdo al rango en el que se encuentre se determina el estado del asfalto en la vía, según la Normativa ASTM D6433-07. [2]

Tabla 2. Rangos de clasificación del PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 71	Muy bueno
70 - 56	Bueno
55 -41	Regular
40 - 26	Malo
25 - 11	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: ASTM D6433-07. (2007). [1]

El PCI nos ayuda a hacer una evaluación visual del pavimento y de esta forma determinar las mejores operaciones de mantenimiento o reparación según los diversos tipos de fallas encontradas. La Normativa ASTM D6433-07, nos recomienda las medidas de intervención de acuerdo al valor del PCI obtenido, ver tabla 3. [2]

Tabla 3. Intervención según el PCI

Rango	Clasificación	Intervención
100 - 71	Bueno	Mantenimiento
31 - 70	Regular	Rehabilitación
0 -30	Malo	Construcción

Fuente: ASTM D6433-07. (2007). [1]

- **Materiales:**

- ❑ Cinta métrica.
- ❑ Libreta de campo.
- ❑ Cámara fotográfica.
- ❑ Flexómetro.
- ❑ Tubo cuadrado de aluminio de 3 m de largo.

- **Trabajo de oficina:**

Unidades de Muestreo.

Estas unidades varían dependiendo el tipo del pavimento y del ancho de la carpeta de rodadura; en vías de carpeta de asfalto donde el ancho < 7.30 m, el área de cada muestra tiene que estar entre 230 ± 93 m². En la tabla 4 se muestran las relaciones básicas de las longitudes para establecer las unidades de muestreo. [2]

Tabla 4. Longitudes de unidades de muestreo asfáltica

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
< 5	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
> 7.3	31.5

Fuente: Vásquez Varela, L. (2002). [2]

Unidades de muestreo que se evalúan.

Si se realiza la evaluación de una vía se presentan varias unidades de muestreo motivo por el cual resulta muy costoso y también no se puede detener el tráfico durante mucho tiempo, esto demandaría mucho tiempo. Es por ello que se determina lo mínimo de unidades para evaluar con la eq. 1, donde se toma una confiabilidad del 95% para determinar el PCI. [2]

Eq. 1:

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

Donde:

n: Número mínimo de muestras a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo

e: Error admisible para determinar el PCI (e=5%)

σ : Desviación estándar del PCI entres las unidades de muestreo.

Fuente: Vásquez Varela, L. (2002). [2]

La desviación estándar se asume de acuerdo al tipo de pavimento: en pavimento asfáltico de 10 y para pavimento hidráulico de 15. En caso de que $n < 5$, se evalúan todas las muestras de la vía. Esto se realiza cuando la vía a evaluar es demasiada extensa y por ello se determina el número mínimo de las muestras. [2]

- **Trabajo de campo:**

En el trabajo de campo se identifica los tipos de fallas, luego se las mide de acuerdo al tipo de deterioro; se mide la magnitud con su respectiva severidad. En la fig. 5 se muestra el formato de registro que se utiliza. Para realizar el trabajo de campo se debe pedir el permiso correspondiente a la entidad correspondiente con el fin de que se brinde seguridad para realizar la evaluación y evitar algún accidente. [2]

Índice de condición del pavimento																																																									
Hoja de registro																																																									
Nombre de la vía:	Sección:	Unidad de muestreo:																																																							
Realizado por:	Fecha:	Área de muestra (m ²):																																																							
Abscisa inicial:	Abscisa final:																																																								
1. Piel de Cocodrilo.	11. Grieta de Borde.	Esquema:																																																							
2. Agrietamiento en Bloque.	12. Grieta de Reflexión de Junta.																																																								
3. Abultamiento y Hundimientos.	13. Desnivel Carril/Berma.																																																								
4. Depresión.	14. Grietas Longitudinales y Transversales.																																																								
5. Huecos.	15. Parcheo.																																																								
6. Ahuecamiento.	16. Pulimiento de Agregados.																																																								
7. Desplazamiento.	17. Cruce de Vía Férrea.																																																								
8. Hinchamiento.	18. Grietas Parabólicas.																																																								
9. Exudación.	19. Desprendimiento de Agregados.																																																								
10. Corrugación.																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Tipo de falla</th> <th style="width: 25%;">Severidad</th> <th style="width: 25%;">Densidad</th> <th style="width: 25%;">Valor de deducción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="2">Valor Total de deducción:</td> <td>VDT =</td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Valor Total de deducción corregido:</td> <td>VDC =</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción																																													Valor Total de deducción:		VDT =		Valor Total de deducción corregido:		VDC =		<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: 100%;"> PCI = 100 - VDC </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: 100%; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #d9e1f2; padding: 5px; text-align: center;"> Valor del PCI de esta muestra: </div> <div style="height: 30px;"></div> </div>
Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción																																																						
Valor Total de deducción:		VDT =																																																							
Valor Total de deducción corregido:		VDC =																																																							

Fig. 5 Hoja de registro

Fuente: El autor

- **Cálculo del PCI:**

- 1) Cálculo de valores deducidos:

Se registra la falla con su respectiva severidad en el formato de registro en la fig. 6. Y se determina la densidad, dividiendo el área afectada de cada deterioro para la superficie total de la muestra. Esta densidad se la determina por separado si hay varios tipos de severidad. [2]

2) Cálculo del valor de deducción total:

Se suma todos los valores. [2]

3) Cálculo del valor de deducción corregido:

Se determina el valor deducción corregido de acuerdo al número total de deducción con ayuda de la fig. 6. [2]

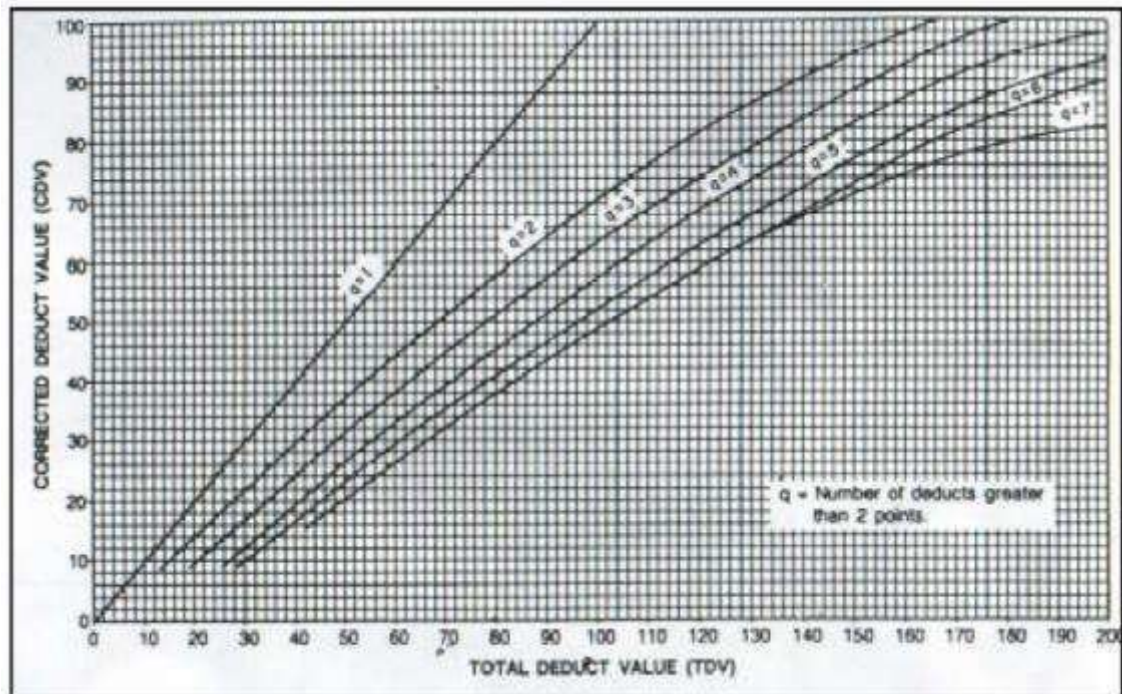


Fig. 6 Valor deducción total vs valor deducido corregido

Fuente: Vásquez Varela, L. (2002). [2]

4) Cálculo PCI:

Se obtiene al restar cien del valor deducido corregido, y para obtener el valor del PCI total se debe sacar un promedio de todas las muestras de la evaluación. [2]

2.3. RESULTADOS

El tramo de la vía que se evalúa es de 90 m de longitud, al ser la calle en dos direcciones se separa por carriles derecho e izquierdo; el carril derecho tiene un ancho de 8.7 m y el izquierdo su ancho varía de 9.40 m a 11.60 m. Según la tabla 4 se determina el número de 3 muestras por carril, debido a que el ancho de cada carril es mayor 7.3 m.

Unidades de muestreo que se evalúan.

El número es $3 < 5$, por lo que se evalúan todas las muestras.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$
$$n = \frac{3 * 10^2}{\frac{0.05^2}{4} * (3 - 1) + 10^2}$$
$$n = 2.99$$

Donde:

n: Número mínimo de muestras a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo

e: Error admisible para determinar el PCI (e=5%)

σ : Desviación estándar (10 pavimento asfáltico)



Fig. 7 Tramo de la vía que se evalúa

Fuente: El autor.

2.3.1. Fallas encontradas - carril derecho.

Se ha identificado 6 tipos de tipos de fallas. En la primera muestra las fallas que se encontraron son de la fig. 8 a fig. 11. En la segunda muestra las fallas que se encontraron son de la fig. 12 a fig. 14. En tercera muestra las fallas que se encontraron son de la fig. 15 a fig 17. En los anexos del 1 al 3 se observa la hoja de registro de las muestras y en los anexos del 7 al 9 se observa las estimaciones del valor deducido y corregido de las fallas de cada unidad de muestreo.



Fig. 8 Hueco
Fuente: El autor.



Fig. 9 Pulimento de agregados
Fuente: El autor.



Fig. 10 Exudación
Fuente: El autor.



Fig. 11 Parche
Fuente: El autor.



Fig. 12 Parche
Fuente: El autor.



Fig. 13 Pulimento de agregados
Fuente: El autor.

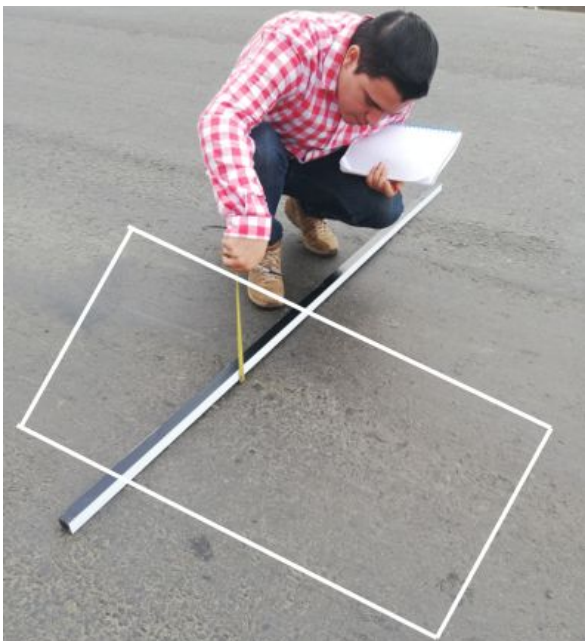


Fig. 14 Depresión
Fuente: El autor.



Fig. 15 Piel de cocodrilo
Fuente: El autor.

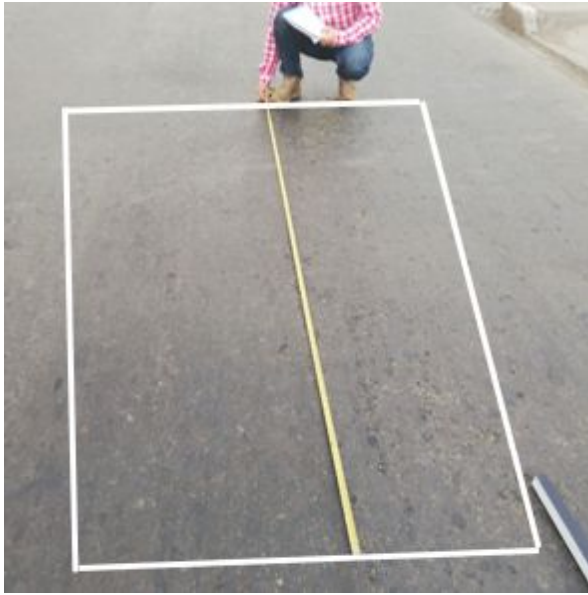


Fig. 16 Pulimento de agregados
Fuente: El autor.

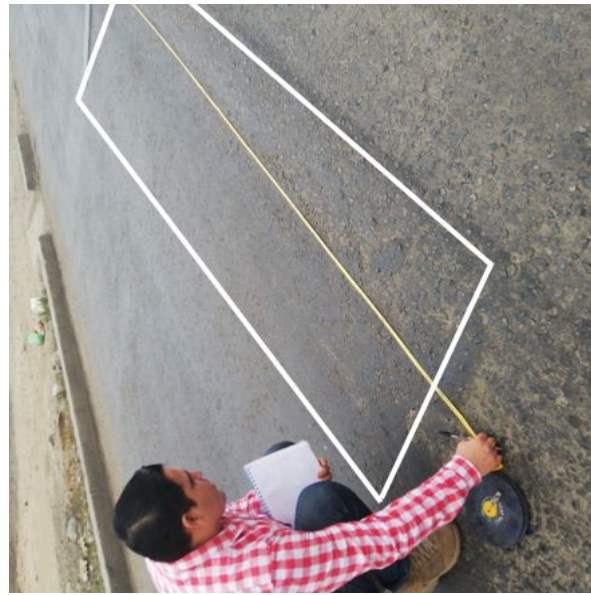


Fig. 17 Parche
Fuente: El autor.

2.3.2. Fallas encontradas - carril izquierdo.

En el carril izquierdo se ha identificado 7 tipos de tipos de fallas. En la primera muestra las fallas que se encontraron son de la fig. 18 a fig. 21. En la segunda muestra las fallas que se encontraron son de la fig. 22 a fig. 24. En tercera muestra las fallas que se encontraron son de la fig. 25 a fig 27. En los anexos del 4 al 6 se observa la hoja de registro de las muestras y en los anexos del 10 al 12 se observa las estimaciones del valor deducido y corregido de las fallas de cada unidad de muestreo.



Fig. 18 Grietas de borde
Fuente: El autor.



Fig. 19 Hueco
Fuente: El autor.



Fig. 20 Exudación
Fuente: El autor.



Fig. 21 Parche
Fuente: El autor.



Fig. 22 Pulimento de agregados
Fuente: El autor.



Fig. 23 Ahuellamiento
Fuente: El autor.



Fig. 24 Parche
Fuente: El autor.



Fig. 25 Depresión
Fuente: El autor.



Fig. 26 Pulimento de agregados
Fuente: El autor.



Fig. 27 Parche
Fuente: El autor.

2.3.3. PCI actual.

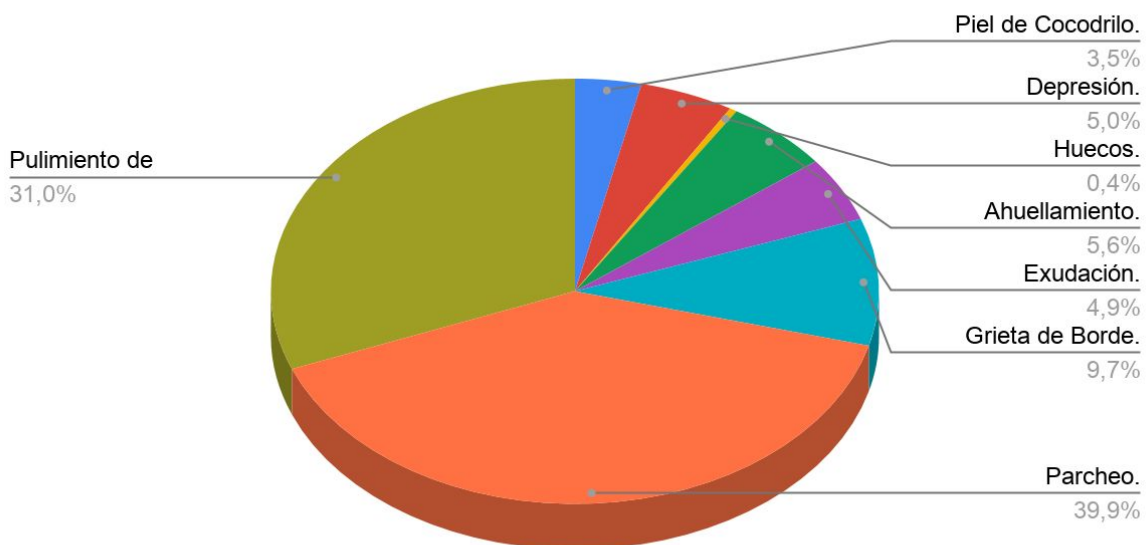
De acuerdo a la evaluación realizada se determinó que el valor promedio del PCI actual del trayecto de la calle evaluada es 69.83, lo que significa que el pavimento se encuentra en un estado bueno. El resumen de cada uno de los valores del PCI de cada muestra y el promedio se presenta en la tabla 5. con su respectiva descripción.

Tabla 5. Resumen de valores del PCI

Unidad de muestra	Abscisa inicial	Abscisa final	Sección	PCI de unidad de muestra	Descripción
1	0 + 000	0 + 030	Carril derecho	76	Muy bueno
2	0 + 030	0 + 060	Carril derecho	69	Bueno
3	0 + 060	0 + 090	Carril derecho	64	Bueno
1	0 + 000	0 + 030	Carril izquierdo	67	Bueno
2	0 + 030	0 + 060	Carril izquierdo	72	Muy bueno
3	0 + 060	0 + 090	Carril izquierdo	71	Muy bueno
PCI promedio				69.83	Bueno

Fuente: El autor

Resumen de fallas encontradas en el pavimento



3. CONCLUSIONES

- El valor promedio del PCI actual en el trayecto de la vía que se evalúa es de 69.83, por lo que este pavimento asfáltico está en un estado bueno. Esta magnitud promedio del PCI se lo obtuvo de todas las muestras realizadas en el carril derecho e izquierdo, todo este proceso se lo elaboró según la Normativa ASTM D6433-07.
- Los deterioros que están presentes en el trayecto de la vía son: la depresión con un 5.01%, la piel de cocodrilo en un 3.52%, los huecos con un 0.39%, el ahuellamiento con un 5.62%, la exudación con un 4.93%, las grietas de borde con un 9.65%, los parches con un 39.92% y finalmente el pulimento de agregados 30.96%.
- La severidad de la mayoría de las fallas encontradas está en un nivel bajo y medio, por lo que aun el asfalto está en un buen estado, probablemente en un poco tiempo estos daños suban a una severidad alta provocando mayores afectaciones en la vía.

4. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a las fallas presentes en el pavimento asfáltico se recomienda realizar una sustitución de los parches que se encuentran en mal estado, un tratamiento superficial o fresado para el pulimento de agregados, un parcheo parcial para las grietas de borde, ahuellamiento, depresión, huecos y piel de cocodrilo; y colocar arena para la exudación.
- Para que no se produzcan daños en el pavimento es necesario realizar un buen diseño del mismo, cumpliendo con las especificaciones técnicas vigentes; además es muy importante realizar las operaciones de mantenimiento oportunas para evitar que se generen deterioros mayores y con ello preservar la vida útil de la estructura.
- Se recomienda a las instituciones encargadas realizar un control estricto en la construcción de las vías, verificando que se cumplan las especificaciones técnicas vigentes en los materiales y compactación de los mismos; así mismo realizar las operaciones de mantenimiento del pavimento asfáltico para garantizar la operatividad de la vía.

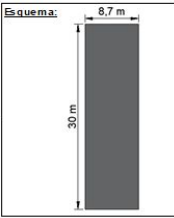
5. BIBLIOGRAFÍA

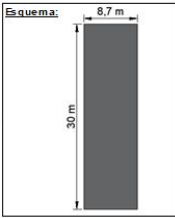
- [1] ASTM D6433-07. (2007). *“Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys”*. Pensilvania. Enlace: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/D6433-07.htm>
- [2] Vásquez Varela, L. (2002). *“Pavement condition index (PCI)”*. Universidad Nacional de Colombia. Manizales. Enlace: <https://sinavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- [3] Monsalve Escobar, L. Giraldo Vásquez, L. Maya Gaviria, J. (2012). *“Diseño de pavimento flexible y rígido”*. Universidad del Quindío. Armenia. Enlace: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29_03-02-0798398.pdf
- [4] Zambrano Zambrano, W. (2015). *“Diseño estructural de pavimentos”*. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador. Enlace: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6744>
- [5] Guillermo Thenoux, Z. Rodrigo Gaete, P. (2012). *“Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico”*. Chile. Enlace: <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/364>
- [6] Campagnoli, S. (2017). *“Innovación en métodos de pavimentación: casos regionales.”* Revista de Ingeniería, núm. 45. ISSN: 0121-4993. Colombia. Enlace: <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121052004006.pdf>
- [7] Váldez Martínez, L. Alonso Aenille, A. (2017). *“Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles en aeropuertos para Cuba.”* Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 11. ISSN: 1990-8830. Cuba. Enlace: <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193954081002.pdf>
- [8] Cárdenas Gutiérrez, E. Albitzer Rodríguez, A. Jaimes Jaramillo, J. (2017). *“Pavimentos permeables.”* CIENCIA ergo-sum, ISSN 1405-0269, Vol. 24-2. México. Enlace: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6046445>
- [9] Yinfei, D. Jiaqi, C. Zheng, H. Weizheng, L. (2018). *“A review on solutions for improving rutting resistance of asphalt pavement and test methods.”* Revista Elsevier. China. Enlace: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818303982>

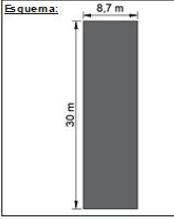
- [10] Cardoso Parente, D. Carvalho Felix, N. Pessoa Picanco, A. (2017). “*Uso de vehículo aéreo no tripulado (VANT) en la identificación de falla superficial en pavimento asfáltico.*” Revista ALCONPAT ISSN 2007-6835. Brasil. Enlace: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352017000200160&lang=es
- [11] Chopra, T. Parida, M. Kwatra, N. Chopra, P. (2018). “*Development of pavement distress deterioration prediction models for urban road network using genetic programming.*” Revista Hindawi. Vol. 2018. ID 1253108. India. Enlace: <https://www.hindawi.com/journals/ace/2018/1253108/abs/>
- [12] Mahdi Disfani, M. Alireza, M. Narsilio, A. Aye, L. (2018). “*Performance evaluation of semi-flexible permeable pavements under cyclic loads.*” International Journal of Pavement Engineering. ISSN: 1029-8436. Australia. Enlace: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10298436.2018.1475666>
- [13] González Fernández, H. Ruiz Caballero, P. Guerrero Valverde, D. (2019). “*Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI).*” Revista ciencia en su PC, ISSN: 1027-2887 Vol. 1. Cuba. Enlace: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1813/181358738015/181358738015.pdf>
- [14] Zhoujing, Y. Yang, L. Linbing, W. (2018). “*Investigating the pavement vibration response for roadway service condition evaluation.*” Revista Hindawi. Vol. 2018. ID 2714657. China. Enlace: <https://www.hindawi.com/journals/ace/2018/2714657/abs/>
- [15] Rodríguez, M. Thenoux, G. González, A. (2016). “*Determinación probabilística del tiempo de servicio de estructuras de pavimentos.*” Revista Ingeniería de Construcción Vol. 31. Colombia. Enlace: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732016000200002&lang=es

6. ANEXOS

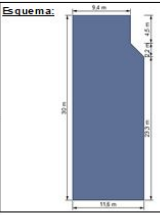
Anexo 1. Hojas de registro de las muestras del carril derecho

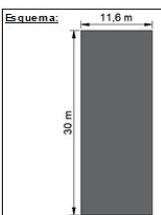
Índice de condición del pavimento			
Hoja de registro			
Nombre de la vía: Circunvalación Sur entre 9 de mayo y 1 ^{era} este	Sección: Carril derecho	Unidad de muestreo: 1	
Realizado por: Jhon Freire Ochoa	Fecha: 12 de enero del 2020	Área de muestra (m ²): 261	
Abscisa inicial: 0 + 000	Abscisa final: 0 + 030	Esquema: 	
1. Fiel de Cocodrill. 2. Agrietamiento en Bloque. 3. Abultamiento y Hundimientos. 4. Depresión. 5. Huecos. 6. Ahuellamiento. 7. Desplazamiento. 8. Hinchamiento. 9. Erudación. 10. Corrugación.	11. Grieta de Borde. 12. Grieta de Reflexión de Junta. 13. Desnivel Carril/Berma. 14. Grietas Longitudinales y Transversales. 15. Parcheo. 16. Pulimento de Agregados. 17. Cruce de Vía Férrea. 18. Grietas Parabólicas. 19. Desprendimiento de Agregados.		
Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción
5	Media	0,29%	14,00
16		8,74%	3,00
9	Baja	1,74%	2,00
15	Baja	12,41%	28,00
Valor Total de deducción:	VDT =		47,00
Valor Total de deducción corregido:	VDC =		24,00
			PCI = 100 - VDC
			Valor del PCI de esta muestra:
			76,00

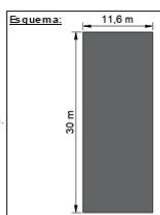
Índice de condición del pavimento			
Hoja de registro			
Nombre de la vía: Circunvalación Sur entre 9 de mayo y 1 ^{era} este	Sección: Carril derecho	Unidad de muestreo: 2	
Realizado por: Jhon Freire Ochoa	Fecha: 12 de enero del 2020	Área de muestra (m ²): 261	
Abscisa inicial: 0 + 030	Abscisa final: 0 + 060	Esquema: 	
1. Fiel de Cocodrill. 2. Agrietamiento en Bloque. 3. Abultamiento y Hundimientos. 4. Depresión. 5. Huecos. 6. Ahuellamiento. 7. Desplazamiento. 8. Hinchamiento. 9. Erudación. 10. Corrugación.	11. Grieta de Borde. 12. Grieta de Reflexión de Junta. 13. Desnivel Carril/Berma. 14. Grietas Longitudinales y Transversales. 15. Parcheo. 16. Pulimento de Agregados. 17. Cruce de Vía Férrea. 18. Grietas Parabólicas. 19. Desprendimiento de Agregados.		
Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción
15	Media	10,66%	36,00
16		6,89%	3,00
4	Media	1,47%	10,00
Valor Total de deducción:	VDT =		49,00
Valor Total de deducción corregido:	VDC =		31,00
			PCI = 100 - VDC
			Valor del PCI de esta muestra:
			69,00

Índice de condición del pavimento			
Hoja de registro			
Nombre de la vía: Circunvalación Sur entre 9 de mayo y 1 ^{era} este	Sección: Carril derecho	Unidad de muestreo: 3	
Realizado por: Jhon Freire Ochoa	Fecha: 12 de enero del 2020	Área de muestra (m ²): 261	
Abscisa inicial: 0 + 060	Abscisa final: 0 + 90	Esquema: 	
1. Fiel de Cocodrill. 2. Agrietamiento en Bloque. 3. Abultamiento y Hundimientos. 4. Depresión. 5. Huecos. 6. Ahuellamiento. 7. Desplazamiento. 8. Hinchamiento. 9. Erudación. 10. Corrugación.	11. Grieta de Borde. 12. Grieta de Reflexión de Junta. 13. Desnivel Carril/Berma. 14. Grietas Longitudinales y Transversales. 15. Parcheo. 16. Pulimento de Agregados. 17. Cruce de Vía Férrea. 18. Grietas Parabólicas. 19. Desprendimiento de Agregados.		
Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción
1	Baja	3,74%	23,00
16		6,79%	3,00
15	Alta	3,34%	31,00
Valor Total de deducción:	VDT =		57,00
Valor Total de deducción corregido:	VDC =		36,00
			PCI = 100 - VDC
			Valor del PCI de esta muestra:
			64,00

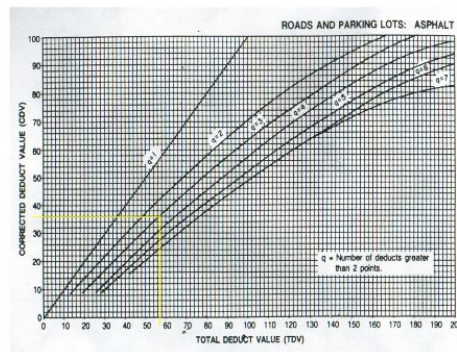
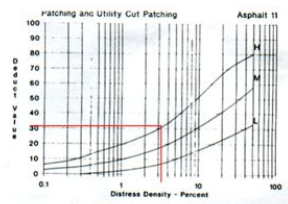
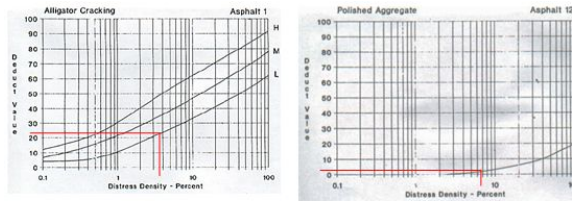
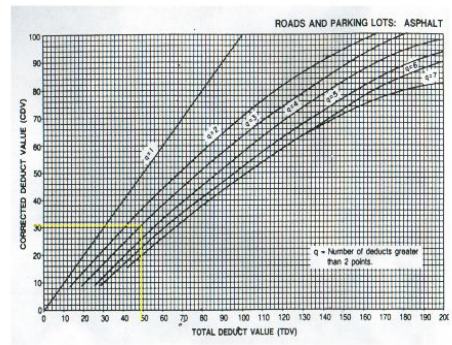
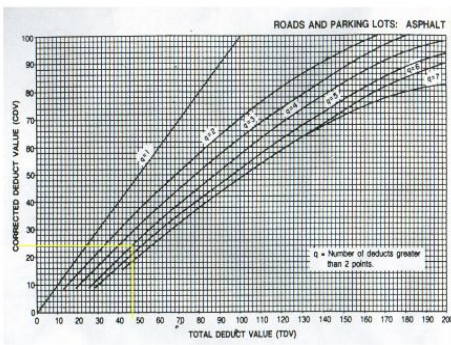
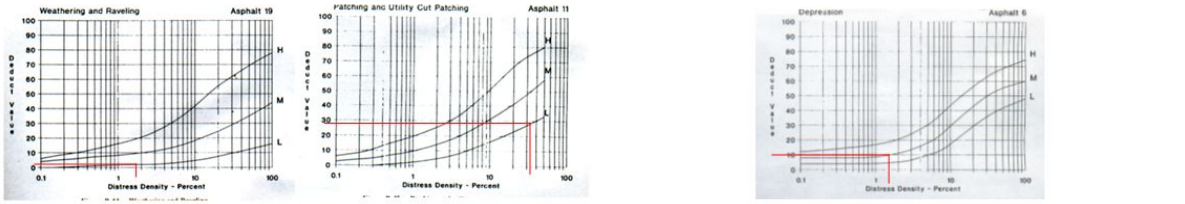
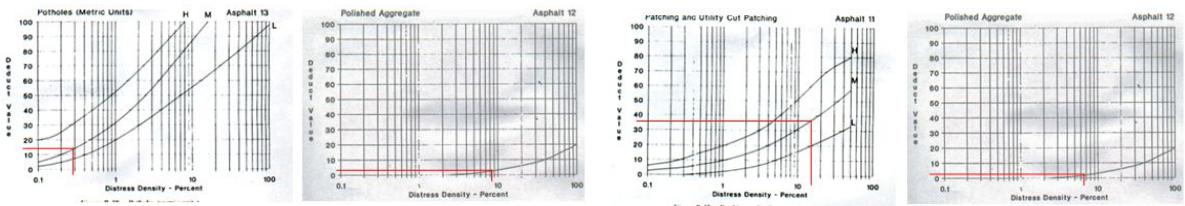
Anexo 2. Hojas de registro de las muestras del carril izquierdo

Índice de condición del pavimento																																																			
Hoja de registro																																																			
Nombre de la vía: Circunvalación Sur entre 9 de mayo y 1ª este		Sección: Carril izquierdo																																																	
Realizado por: Jhon Freire Ochoa		Fecha: 12 de enero del 2020																																																	
Abscisa inicial: 0 + 000		Abscisa final: 0 + 030																																																	
Unidad de muestreo: 1		Área de muestra (m ²): 335,68																																																	
Esquema: 																																																			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fiel de Cocodrib. 2. Agrietamiento en Bloque. 3. Abultamiento y Hundimientos. 4. Depresión. 5. Huecos. 6. Ahuellamiento. 7. Desplazamiento. 8. Hinchamiento. 9. Exudación. 10. Corrugación. 		<ol style="list-style-type: none"> 11. Grieta de Borde. 12. Grieta de Reflexión de Junta. 13. Desnivel Carril/Berma. 14. Grietas Longitudinales y Transversales. 15. Parcheo. 16. Pulimiento de Agregados. 17. Cruce de Vía Férrea. 18. Grietas Parabólicas. 19. Desplazamiento de Agregados. 																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de falla</th> <th>Severidad</th> <th>Densidad</th> <th>Valor de deducción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>Baja</td> <td>10,27%</td> <td>7,00</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Media</td> <td>0,12%</td> <td>6,00</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Media</td> <td>3,50%</td> <td>12,00</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Alta</td> <td>4,87%</td> <td>35,00</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="2">Valor Total de deducción:</td> <td>VDT =</td> <td>60,00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Valor Total de deducción corregido:</td> <td>VDC =</td> <td>33,00</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción	11	Baja	10,27%	7,00	5	Media	0,12%	6,00	9	Media	3,50%	12,00	15	Alta	4,87%	35,00																					Valor Total de deducción:		VDT =	60,00	Valor Total de deducción corregido:		VDC =	33,00	PCI = 100 - VDC Valor del PCI de esta muestra: 67,00	
Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción																																																
11	Baja	10,27%	7,00																																																
5	Media	0,12%	6,00																																																
9	Media	3,50%	12,00																																																
15	Alta	4,87%	35,00																																																
Valor Total de deducción:		VDT =	60,00																																																
Valor Total de deducción corregido:		VDC =	33,00																																																

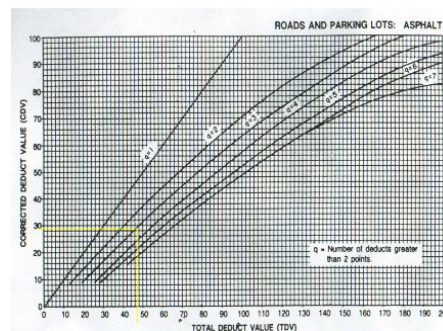
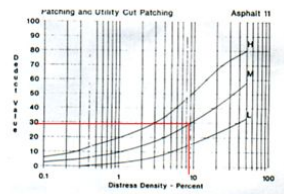
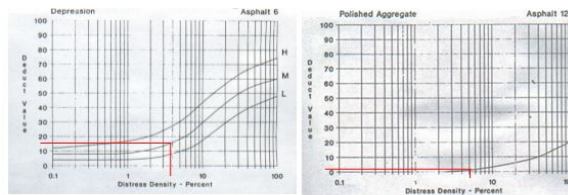
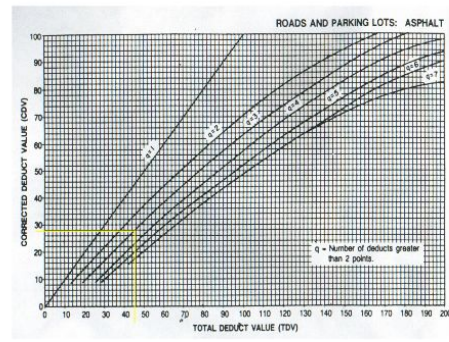
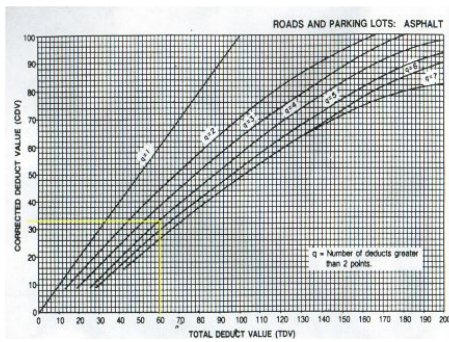
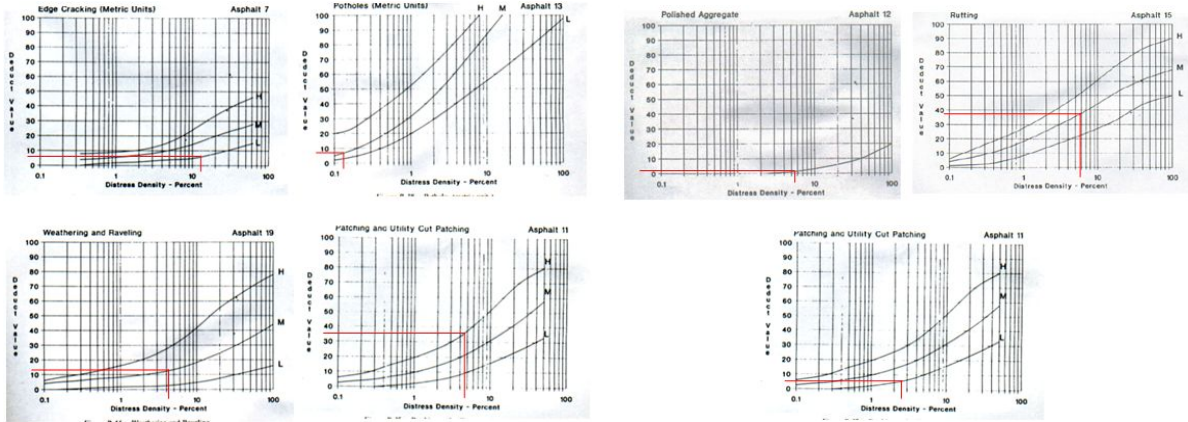
Índice de condición del pavimento																																											
Hoja de registro																																											
Nombre de la vía: Circunvalación Sur entre 9 de mayo y 1ª este		Sección: Carril izquierdo																																									
Realizado por: Jhon Freire Ochoa		Fecha: 12 de enero del 2020																																									
Abscisa inicial: 0 + 030		Abscisa final: 0 + 060																																									
Unidad de muestreo: 2		Área de muestra (m ²): 348																																									
Esquema: 																																											
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fiel de Cocodrib. 2. Agrietamiento en Bloque. 3. Abultamiento y Hundimientos. 4. Depresión. 5. Huecos. 6. Ahuellamiento. 7. Desplazamiento. 8. Hinchamiento. 9. Exudación. 10. Corrugación. 		<ol style="list-style-type: none"> 11. Grieta de Borde. 12. Grieta de Reflexión de Junta. 13. Desnivel Carril/Berma. 14. Grietas Longitudinales y Transversales. 15. Parcheo. 16. Pulimiento de Agregados. 17. Cruce de Vía Férrea. 18. Grietas Parabólicas. 19. Desplazamiento de Agregados. 																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de falla</th> <th>Severidad</th> <th>Densidad</th> <th>Valor de deducción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16</td> <td></td> <td>5,42%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Media</td> <td>5,98%</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Baja</td> <td>2,66%</td> <td>5</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="2">Valor Total de deducción:</td> <td>VDT =</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Valor Total de deducción corregido:</td> <td>VDC =</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción	16		5,42%	2	6	Media	5,98%	38	15	Baja	2,66%	5																	Valor Total de deducción:		VDT =	45	Valor Total de deducción corregido:		VDC =	28	PCI = 100 - VDC Valor del PCI de esta muestra: 72,00	
Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción																																								
16		5,42%	2																																								
6	Media	5,98%	38																																								
15	Baja	2,66%	5																																								
Valor Total de deducción:		VDT =	45																																								
Valor Total de deducción corregido:		VDC =	28																																								

Índice de condición del pavimento																																											
Hoja de registro																																											
Nombre de la vía: Circunvalación Sur entre 9 de mayo y 1ª este		Sección: Carril izquierdo																																									
Realizado por: Jhon Freire Ochoa		Fecha: 12 de enero del 2020																																									
Abscisa inicial: 0 + 060		Abscisa final: 0 + 90																																									
Unidad de muestreo: 3		Área de muestra (m ²): 348																																									
Esquema: 																																											
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fiel de Cocodrib. 2. Agrietamiento en Bloque. 3. Abultamiento y Hundimientos. 4. Depresión. 5. Huecos. 6. Ahuellamiento. 7. Desplazamiento. 8. Hinchamiento. 9. Exudación. 10. Corrugación. 		<ol style="list-style-type: none"> 11. Grieta de Borde. 12. Grieta de Reflexión de Junta. 13. Desnivel Carril/Berma. 14. Grietas Longitudinales y Transversales. 15. Parcheo. 16. Pulimiento de Agregados. 17. Cruce de Vía Férrea. 18. Grietas Parabólicas. 19. Desplazamiento de Agregados. 																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de falla</th> <th>Severidad</th> <th>Densidad</th> <th>Valor de deducción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>Media</td> <td>3,86%</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td></td> <td>5,10%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Media</td> <td>8,54%</td> <td>29</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="2">Valor Total de deducción:</td> <td>VDT =</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Valor Total de deducción corregido:</td> <td>VDC =</td> <td>29</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción	4	Media	3,86%	16	16		5,10%	2	15	Media	8,54%	29																	Valor Total de deducción:		VDT =	47	Valor Total de deducción corregido:		VDC =	29	PCI = 100 - VDC Valor del PCI de esta muestra: 71,00	
Tipo de falla	Severidad	Densidad	Valor de deducción																																								
4	Media	3,86%	16																																								
16		5,10%	2																																								
15	Media	8,54%	29																																								
Valor Total de deducción:		VDT =	47																																								
Valor Total de deducción corregido:		VDC =	29																																								

Anexo 3. Valor deducido y corregido de las muestras del carril derecho



Anexo 4. Valor deducido y corregido de las muestras del carril izquierdo



Anexo 5. Oficio de aceptación para el cierre de vía por Movilidad Machala EP.



**MOVILIDAD
MACHALA EP**

EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE MOVILIDAD DE MACHALA EPMM M



OFICIO Nro. EPMM-M-GG-O-2020-0052
Machala, 10 de enero del 2020

Ingeniero
Juan Carlos Berrú Cabrera
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Ciudad. -

De mi consideración:

En atención a su petición con número de ingreso 014-2020, con fecha 03 de enero del 2020 mediante la cual solicita, "me permito solicitar el permiso de cierre de vía, para que el señor Jhon Freire Ochoa, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, el cual está realizando el trabajo práctico de titulación "DETERMINACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA CIRCUNVALACION SUR ENTRE LA INTERSECCION 9 DE MAYO Y PRIMER ESTE...", al respecto, adjunto Memo Nro. EPMM-M-PL-M-2020-012 emitido por la Arq. Katherine Poma Subgerente de Planificación de Movilidad Machala EP.

Particular que comunica a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Damián Chan Maza
GERENTE GENERAL
Movilidad Machala EP



ELABORADO POR:
ING. MONICA MALDONADO
CC. SECRETARIA GENERAL
CC. ARCHIVO

Dirección: Calle San Martín y Juan Montalvo, Edif. Antiguo aeropuerto de Machala
Teléfono: 07-3701860
www.movilidadmachala.gob.ec