



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE, UTILIZANDO EL METODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO. CAJAMARCA - 2014”

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniero Civil**

**Autor:**

RABANAL PAJARES, JAIME ENRIQUE

**Asesor:**

Ing. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

CAJAMARCA – PERÚ

2014

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El(La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el(la) Bachiller Jaime Enrique Rabanal Pajares, denominada:

**“ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL  
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO  
NORTE, UTILIZANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE  
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO. CAJAMARCA - 2014”**

---

Ing. Alejandro Cubas Becerra  
**ASESOR**

---

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga  
**JURADO  
PRESIDENTE**

---

Ing. Manuel Rafael Urteaga Toro  
**JURADO  
VOCAL**

---

Mcs. Ing. Sergio Huamán Sangay  
**JURADO  
SECRETARIO**

## DEDICATORIA

A mis padres que en paz descansen mientras vivieron fueron un apoyo incondicional en mis estudios, además de darme la vida han estado siempre pendientes de mis luchas diarias.

Todos mis hermanos que me apoyaron y confiaron en mí en todo momento.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por todas las bendiciones que me ha dado  
Gracias a todas y cada una de las personas que participaron en  
la investigación realizada, ya que invirtieron su tiempo y  
conocimientos para ayudarme a completar mi proyecto de tesis

A todos los docentes que me enseñaron en mi desarrollo  
académico, sin esos conocimientos impuestos por ellos no habría  
llegado hasta aquí

A mis compañeros de la Carrera de Ingeniería Civil que sin  
esperar nada a cambio compartieron pláticas, conocimientos y  
diversión. A todos aquellos que durante los 5 años que duro este  
sueño lograron convertirlo en una realidad

Gracias a la Universidad Privada del Norte por brindarme los  
conocimientos adquiridos

Gracias a mi asesor Ing. Alejandro Cubas Becerra

Gracias al Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga por el apoyo  
que nos brindó en la realización de la tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Formulación del problema .....	15
1.3. Justificación .....	15
1.4. Limitaciones .....	16
1.5. Objetivos.....	16
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	16
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	16
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1. Antecedentes .....	17
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.3. Definición de bases teóricas.....	20
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS .....</b>	<b>54</b>
3.1. Formulación de la hipótesis .....	54
3.2. Operacionalización de variables.....	54
<b>CAPÍTULO 4. PRODUCTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL .....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>65</b>
5.1. Tipo de diseño de investigación. ....	65
5.2. Material de estudio.....	65
5.2.1. <i>Unidad de estudio</i> .....	65
5.2.2. <i>Población</i> .....	65
5.2.3. <i>Muestra</i> .....	65
5.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos. ....	66
5.3.1. <i>Para recolectar datos</i> .....	66
5.3.2. <i>Para analizar información</i> .....	66

<b>CAPÍTULO 6. RESULTADOS .....</b>	<b>68</b>
<b>CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN .....</b>	<b>156</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>159</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>161</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>162</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>164</b>
ANEXO N 01. Curvas para pavimentos Asfálticos.....	164
ANEXO N 02. Fotografías de las fallas.....	169
ANEXO N 03. Hojas de registro de las unidades U33 - U64.....	182
ANEXO N 04. Plano de Ubicación y Localización.....	215

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Clasificación del tráfico.....	22
Tabla 02: Condiciones de escala del pavimento.....	32
Tabla 03: Acciones a tener en cuenta de Para el mejoramiento de acuerdo PCI....	33
Tabla 04: Modelo de hoja de registro de condición de pavimento.....	40
Tabla 05: Longitudes de unidades de muestra asfáltica.....	41
Tabla 06: Ejemplo de hoja de Registro.....	48
Tabla 07: Para encontrar el valor deducido para piel de cocodrilo.....	49
Tabla 08: Calculo del PCI en un pavimento flexible.....	49
Tabla 09: Valores deducidos corregidos (CDV).....	50
Tabla 10: Operacionalización de variables.....	55
Tabla 6.1. Numero de fallas según su tipo.....	68
Tabla 6.2. Resumen de resultados de los datos del PCI.....	149
Tabla 6.3. Fallas que más daño producen al pavimento.....	154
Tabla 6.4. Unidades de muestra en estado malo y muy malo.....	155

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 6.1. Numero de fallas según su tipo.....	151
Grafico 6.2. Porcentaje de unidades de muestra con un estado de pavimento muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno.....	152
Gráfico 7.1. Porcentaje de unidades de muestra con falla tipo piel de cocodrilo.....	158
Gráfico 7.2. Porcentaje de unidades de muestra con baches.....	158

## RESUMEN

El trabajo realizado en esta tesis consiste en el empleo del índice PCI (Present Condition Index), muy empleado en varios países de América Latina. Para la valoración del estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte se utilizó el método del índice de condición de pavimento; este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). Para llegar a él se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y sus elementos del drenaje y se recopiló la limitada información existente procedente del proyecto vial ejecutado, el historial de la carretera y el tráfico que la solicita.

La sección en estudio consta de dos carriles que propician un ancho de circulación de 6.10 m en una longitud de 2400 m. Su superficie total de 14 640 m<sup>2</sup> se subdividió en unidades de análisis o inspección (que también pueden llamarse unidades de prueba) de 37.5 m de largo y 228.75 m<sup>2</sup> de área cada una. Esta magnitud está dentro de las recomendaciones del procedimiento PCI que sugiere unidades entre los 232 ± 93 m<sup>2</sup>. De esta manera la sección estará formada por 64 unidades de prueba, las que fueron todas identificadas en el terreno mediante sus límites y un número.

La tesis se ha dividido en 7 capítulos. En el primero se trata de la Realidad Problemática. Que el gran problema es el crecimiento acelerado del parque automotor, Justificación. Que es importante porque así se podrá a tocar el problema y encontrar posibles soluciones al mejoramiento y prevención, por último los Objetivos. Que es realizar el análisis del estado de conservación del pavimento. En el segundo capítulo se ha desarrollado el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. El tercer capítulo se ha formulado la hipótesis. Que fue la siguiente. El estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento, es regular.

El cuarto capítulo se presenta el producto de aplicación profesional. El quinto capítulo se ha descrito Materiales y métodos. El sexto capítulo se presenta los

resultados, se describe la zona de estudio y se detalla el procedimiento de inspección realizado así como las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada.

En el séptimo capítulo se presenta la Discusión que trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles como baches, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales y transversales las que fueron las más representativas en todo el tramo.

Se concluye que la Vía de Evitamiento Norte tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49.

## ABSTRACT

The work made in this thesis consists of the use of index PCI (Present Condition Index), very used in several countries of Latin America. For the valuation of the state of the pavement of the Route of North Evitamiento the method of the index of condition of pavement was used; this index takes values that oscillate between 0 (for the failed condition) up to 100 (been excellent). In order to arrive at him a detailed visual inspection in all the surface of the pavement was carried out and its elements of the drainage and the limited existing information coming from the executed road project was compiled, the file of the highway and the traffic that asks for it.

The section in study consists of two tracks which they cause wide of circulation of 6,10 ms in a length of 2400 m.s Su total surface of 14640 ms<sup>2</sup> subdivided in units of analyses or inspection (that also can be called test units) of 37,5 ms of length and 228,75 ms<sup>2</sup>. Of area each one. This magnitude is within the recommendations of the procedure PCI that suggests units between the 232 ± 93 ms<sup>2</sup>. This way the section will be formed by 64 units of test, those that were all identified in the land by means of their limits and a number.

The thesis has been divided in 7 chapters. In first the Problematic Reality treats. That the great problem is the accelerated growth of the vehicle park, Justification. That it is important because therefore will be able to be marked the problem and to be found possible solutions to the improvement and prevention, finally the Objectives. That it was to make the analysis of the state of conservation of the pavement. In the second chapter the theoretical frame has been developed, where it defines the concept of pavement, its classification and the procedure of the method: the sampling of units, the calculation of the PCI, the criteria of inspection, etc. The third chapter has been formulated the hypothesis. That he was the following one. And I been of conservation of the flexible pavement of the Route of North Evitamiento, using the method index of condition of the pavement, is to regulate.

The fourth chapter appears the product of professional application. The fifth chapter has described Material and methods. The sixth chapter appears results, the zone of study is described and it details to the made procedure of inspection as well as the

leaves of registry, with the respective calculation of the index of condition of pavement for each unit of analyzed sample.

In the seventh chapter the Discussion appears that deals with the most common faults that they affect to the flexible urban pavements like pockets, longitudinal skin of crocodile and fissures and cross-sectional those that were most representative in all the section.

One concludes that the Route of North Evitamiento has a pavement of regular state, with a weighed PCI equal to 49.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Los pavimentos flexibles se vienen construyendo desde finales del siglo XIX, su primera aplicación tuvo lugar en algunas calles de las ciudades de Europa, pasando después a los Estados Unidos, desarrollándose en estos países rápidamente la tecnología para la construcción de pavimentos. En el continente americano, Chile y Argentina acumulan igualmente gran experiencia y muchas obras de pavimentaciones durante el siglo XX, teniendo un magnífico comportamiento durante muchísimos años.

La red vial del Perú está compuesta por tres grandes vías longitudinales que atraviesan de sur a norte, la carretera Panamericana, la carretera Longitudinal de la sierra y la carretera Marginal de la selva con una longitud total de 9600 km., comprende un abundante número de carreteras de penetración que en su mayoría parten de puertos o ciudades y que se dirigen hacia algún centro de producción o destino turístico, las que están expuestas a diferentes condiciones de acuerdo a la zona, algunas vías ubicadas por encima de 3 500 m.s.n.m. y con ciclos de calentamiento- enfriamiento en lapsos relativamente muy cortos produce cambios volumétricos que originan fallas que se hacen severas con el paso de los años (Rodríguez V, 2004).

La Ciudad de Cajamarca, capital del departamento del mismo nombre, está ubicada en el norte del Perú (2750 msnm, 7° 30' longitud sur, 78° 10' longitud oeste). La provincia de Cajamarca, situada en la zona norte del país, con un Datum WGS 84, Huso 17, Zona m, las coordenadas UTM son 774703m E, 9207626m N y una altitud de 2700 m.s.n.m. Políticamente dividida en 12 distritos, comprende una superficie de 2 979,78 km<sup>2</sup> esto representa el 0, 23 por ciento del territorio nacional, tiene una densidad poblacional 126 hab. /km<sup>2</sup>, presentando una población censada 375 227 habitantes según el INEI al año 2013. Y su tasa de crecimiento poblacional es de 0,7% uno de los más altos del país (INEI, 2013). Su crecimiento se ha incrementado en los últimos 20 años, como respuesta a los cambios económicos y sociales que se han venido

dando por efecto del crecimiento de la actividad minera y turística, la que propicia la inmigración de cantidades importantes de trabajadores de otros lugares del país.

Una de las consecuencias del crecimiento acelerado del parque automotor de la ciudad, así como vehículos de carga pesada, que con el paso del tiempo producen las fallas en las calles, los cuales se reflejan mediante agrietamientos y deformaciones, que producen el entorpecimiento y retardo de la velocidad normal que debe llevar el vehículo. (Crespo, 1994)

El alto índice de fallas en las calles de Cajamarca, principalmente en la Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca; puede deberse, a la falta de mantenimiento, exceso de tránsito y carga.

No se puede hablar de una causa única del deterioro de las pistas. Las fallas que afectan al pavimento se producen por múltiples factores: podría ser el resultado de un mal diseño del paquete estructural, de la mala calidad de los materiales, de errores constructivos, de un deficiente sistema de drenaje en caso de precipitaciones, del efecto de sollicitaciones externas como carga vehicular y agentes climáticos, entre otros.

Pero el principal problema consiste en que no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado ni se toma en cuenta el plan de vida de la vía, es decir, no se evalúa el comportamiento del pavimento con el paso del tiempo y sólo se interviene cuando el deterioro del pavimento es grave.

Lo ideal es detectar y evaluar los daños de los pavimentos con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparaciones menores, y no de reconstrucción. De esta forma, se ahorra dinero y recursos, ya que el costo por reparar un pavimento es mucho más elevado que el costo por mantenimiento.

Para identificar qué técnicas de mantenimiento y reparación son las adecuadas para mejorar la serviciabilidad del pavimento; se debe en primer lugar, evaluar la vía y conocer el estado real en que se encuentra. Para ello,

existen varios métodos de evaluación superficial de pavimentos, uno de ellos es el Método PCI (Pavement Condition Index), que va a ser estudiado y aplicada en la presente tesis.

El Método PCI consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial, y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente.

## **1.2. Formulación del problema**

- ¿Cuál es el estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, de la ciudad de Cajamarca?

## **1.3. Justificación**

Conscientes que actualmente la ciudad de Cajamarca tiene un gran parque automotor, y que las vías de comunicación terrestre son medios más utilizados para la interconexiones entre barrios, distritos, provincias; y para el desarrollo económico, cito la atención el hecho de que Cajamarca cuya fuente primordial es la minería y el turismo, presente un alto grado de deterioro en gran parte de sus avenidas, esto ha perjudicado mucho a la población local y ha provocado la mala impresión del turista al transitar por dichas avenidas.

Por esta razón el estudio de las causas que originan las fallas en el pavimento flexible, es importante porque así se podrá atacar el problema y encontrar posibles soluciones a la misma y así establecer un aporte en el mejoramiento, prevención, recuperación y control de dichas Vía de la ciudad de Cajamarca.

Empleando el método PCI es posible proponer un proyecto de conservación que resulte económicamente viable en el mediano plazo, considerando el costo de los trabajos y la efectividad (tiempo en que se detiene la degradación del pavimento) de los mismos.

Este estudio contendrá información importante que podrá ser usada por autoridades de los gobiernos regionales, provinciales y locales, así mismo será de interés para empresas contratistas, investigadores de esta temática y estudiantes de universidades.

#### **1.4. Limitaciones**

- No se tuvo acceso a información detallada sobre el expediente técnico de las vías.
- Falta de información del diseño de las vías.
- Se limita a los horarios en la que la vía en estudio presente tránsito bajo para realizar las actividades inherentes a la toma de datos y fotografías evitando incidentes.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General**

- Realizar el análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento.

##### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Realizar el inventario de las diferentes tipos de fallas.
- Determinar el nivel de severidad de cada una de los tipos de fallas.
- Determinar el índice de condición del pavimento para cada tramo homogéneo.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

- En los años 1960 y 1968, la AMERICA ASSOCIATION STATE HIGHWAY Y OFFICIALS, realizo algunas pruebas, cuyas finalidades más importantes fueron las de definir en que consiste la falla de un pavimento y de relacionar las variables de diseño como son tránsito, clima, materiales, etc. Con el comportamiento del propio pavimento. Las fallas en los pavimentos las originan, las acciones que ejercen directa o indirectamente sobre ellos.
- Tesis: (Rodríguez V, 2010). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Luis Montero, distrito de Castilla” del departamento de Piura. La presente tesis tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Mil trecientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. Este trabajo de investigación, realiza un diagnostico visual para el tramo de la vía existente Av. 24 de Junio y Av. Argentina, haciendo uso del método PCI, según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98.
- Evaluación del pavimento flexible de la Avenida Caracas. Tesis: (Timaná R, 2009). En este trabajo de investigación Se concluye que la Av. Caracas tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49. Esta condición del pavimento se debe gracias a las obras de reparación realizadas el año 2008 que han aminorado la formación de fallas estructurales, dañinas para el pavimento.

La mayoría de fallas fueron fallas de tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de vehículos, no es necesario disminuir la velocidad libre y no son percibidas por el conductor, pues no causan daños estructurales.

- Tesis:(Carrera U, 2012). Título evaluación de pavimento utilizando el método PCI y su aplicación en el paso lateral de portoviejo desde la vía portoviejo – mejía hasta el redondel de picoazá. Recomendaciones de mejoras la carretera

comprendida en el Paso Lateral de Portoviejo, en el tramo Portoviejo-Mejía hasta Redondel de Picoazá (en ese sentido precisamente), presenta ya un estado de deterioro que hace sugerir medidas de conservación.

- Carretera Huaraz Casma. Tesis: (Gonzales C, 2011). Título Aplicación del método PCI en el diagnóstico del estado del pavimento flexible de la carretera Huaraz Casma. Entonces, es necesario realizar las gestiones de mantenimiento rutinario, periódico rehabilitación, que permitan prolongar la vida útil del pavimento. Pero, tales gestiones se deberán realizar con base en los correspondientes estudios. Estas pueden ser: las evaluaciones funcionales y estructurales.

Es así que surge la necesidad de conocer el estado actual del pavimento intertrabado en el tramo urbano de la localidad de Pariacoto (km 55 + 470-km 56 +480) de la carretera Casma-Huaraz. Este tramo forma parte del Estudio definitivo de ingeniería para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Casma-Cruz Punta-Pariacoto, sector: Cruz Punta-Pariacoto (km 27+980-km 56+480), terminado en agosto de 2007.

Haciendo uso del método PCI, según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, con un trabajo de campo, en el cual se realiza el recorrido de la vía anotando las fallas localizadas y determinando la severidad de las mismas, haciendo uso de instrumentos de medición y el catálogo de fallas para pavimentos asfálticos, después del levantamiento de fallas se realiza el trabajo en gabinete con el cálculo final de PCI dando como resultado un pavimento en mal estado.

## 2.2. Bases Teóricas

- La aplicación de procedimientos modernos para el mantenimiento y rehabilitación del pavimento flexible, constituyen actualmente técnicas aceptadas ampliamente en los países desarrollados y están basadas en la observación del comportamiento de las características físicas y funcionales de los pavimentos y la acción que fundamentalmente ejerce sobre ellos, el tránsito vehicular y las variaciones climatológicas.

Las causas y efectos que interactúan sobre la estructura de los pavimentos originan daños que se van manifestando en forma gradual, con acción progresiva y continua sobre las superficies pavimentadas. En muchos casos esta situación, sumada a la ausencia de un sistema de administración de pavimentos moderno, generó una práctica de acción puntual de emergencia, no planificada e imprecisa en el tratamiento de las fallas. (Sánchez C, 1996).

- El Instituto Mexicano de Transporte (1991), en su publicación motivos por los cuales falla un pavimento, señala lo siguiente:

Los suelos arcillosos y/o limosos poseen baja capacidad de soportar cargas, lo cual puede traer como consecuencia que se produzcan deformaciones Verticales u horizontales, roturas en el pavimento. Entre las fallas más notables pueden nombrarse: agrietamiento longitudinal en el hombro del terraplén, asentamientos tanto transversales como longitudinales, protuberancias, baches, entre otros.

- Según el programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca proyecto INDECI – PNUD, 2010. Esta zona se ve afectada por inundaciones en épocas de intensas precipitaciones, por presentar terrenos con nula o poca probabilidad de ser drenados naturalmente, presentándose cotas que varían aproximadamente en un máximo de 1.20 mts. Con respecto a la VIA de Evitamiento Norte lo que origina la deformación y deterioro del pavimento.
- Es importante mencionar que los suelos en Cajamarca se clasifican en su mayor parte, en arcillosos (de acuerdo a la información proporcionada por estudios de laboratorio de la universidad Nacional de Cajamarca) como

consecuencia a esto y a la falta de mantenimiento y planificación y la falta de uso de estabilizantes para la optimización de la misma se produce la falla en los pavimentos flexibles (García F, 1990).

- Método de Evaluación Superficial de Pavimentos Asfálticos (Pavement Condition Index - PCI). El método de evaluación de pavimentos PCI, fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la armada de Estados Unidos en 1978. El objetivo de este estudio fue desarrollar un Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para carreteras y calles para proveer al ingeniero de un método estándar para evaluación de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, y de un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimentos.
- El grado de deterioro de un pavimento estará dado en función del tipo de falla, su severidad (ancho de grieta, etc) y de su densidad (% del área afectada). (13 Cfr. Gutiérrez, 1994).

### 2.2.1 Definición de falla

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga.

Un factor que influye en el comportamiento de los pavimentos es el tipo de carga que se le aplica y la velocidad con que ello se hace. Los pavimentos están sujetos a cargas móviles, y el hecho que las cargas actuantes sean repetitivas afectan a la resistencia de las capas de pavimento de relativa rigidez, por lo que en el caso de los pavimentos flexible este efecto se presenta sobre todo en las carpetas y las bases estabilizadas.

Las fallas en los pavimentos flexibles pueden dividirse en tres grupos fundamentales. Fallas por insuficiencia estructural: Se trata de pavimentos contruidos con materiales inapropiados en cuanto a resistencia o con materiales de buena calidad. (Sánchez C, 1996).

### **2.2.2 Fallas por defectos constructivos**

Se trata de pavimentos que quizá estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto.

### **2.2.3 Falla por fatiga en los pavimentos flexibles**

Según Rico y del Castillo (1984), la tecnología se ha desarrollado para pavimentos, tiene como meta evitar deterioros y fallas. Se han logrado establecer relaciones de causa – efecto, para desarrollar normas de criterios de proyectos y conservación. En pavimentos, la palabra falla se utiliza tanto para verdaderos colapsos como deterioros simples. El concepto de deterioro o falla está asociado al nivel de servicio que depende de la exigencia del consumidor. Centrándonos en la siguiente falla.

### **2.2.4 Fallas por fatiga comunes en los pavimentos flexibles**

Existen distintas fallas comunes en los pavimentos, entre ellas se encuentran el agrietamiento en “piel de cocodrilo”, de formación permanente en la superficie del pavimento, fallas por cortante, agrietamiento longitudinal, consolidación del terreno de cimentación. TRADUCCIÓN ESPAÑOL. Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI. Setiembre 2004.

### **2.2.5 Consolidación del terreno de cimentación**

La consolidación del terreno de cimentación produce distorción del pavimento independientemente de los espesores o de su condición estructural. Se puede producir agrietamientos longitudinales y con trayectoria circular.

### **2.2.6 Factores que pueden afectar a la Falla por Fatiga**

### 2.2.6.1 Índice Medio Diario

Es el volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas promedio del año. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2010, Perú).

Los aspectos que se han de considerarse son: tránsito. Conteo de tráfico histórico y actuales, carga y presión de inflado, número de repeticiones de las cargas, radio de influencia de las cargas, configuración de ejes y llantas, distribución transversal del tráfico, velocidad y frenado de los vehículos, estadísticas de sobre cargas de los vehículos.

Con toda esta información se analiza la estructura dándonos la posibilidad de adquirir un adecuado nivel de entendimiento sobre el comportamiento del pavimento existente, se emiten los primeros diagnósticos de situación.

Todo esto puede influenciar a una falla por fatiga, es por esta razón que todos estos elementos se tienen que considerar; y analizar los patrones de influencia en la falla por fatiga.

Clasificación del tráfico es de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 01: Clasificación del tráfico.**

TRAFICO	IMDP
LIVIANO	MENOS DE 50
MEDIANO	200
PESADO	1000
MUY PESADO	MAS DE 1000

Fuente : Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2005, Perú.

### 2.2.6.2 Clima

Definimos como el conjunto de características atmosféricas de un lugar o zona geográfica.

### **2.2.6.3 Materiales a Utilizar**

Material de origen pétreo compuesto por partículas menores de 3" de diámetro, de origen aluvial o por trituración de rocas, que sirve como llenante de las mezclas asfálticas.

## **2.7 Métodos de investigación.**

Existen diferentes métodos de investigación, estos deben seleccionarse adecuadamente. En muchos casos los resultados de varios ensayos pueden compararse entre sí con el objeto de confirmar las razones del deterioro o de la falla y, de esta manera, entender mejor el comportamiento del mismo.

### **2.7.1 Inspección visual.**

Esta es una de las herramientas más poderosas en las rehabilitaciones de pavimentos y forma parte esencial de toda la investigación.

La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas:

#### **2.7.2 Inspección visual inicial.**

En este caso se pretende obtener una inspección general del proyecto y definir los límites de secciones homogéneas, en las que se tengan tipos y niveles similares de deterioro o bien se parcializa el pavimento a estudiar tomando como referencia puntos singulares de fácil identificación, generándose de esta forma tramos de trabajo que serán objeto, en la inspección visual detallada, de un análisis más minuciosos.

Generalmente esta tarea se realiza sobre un vehículo conduciendo a baja velocidad abarcando toda la longitud de la vía.

#### **2.7.3 Inspección visual detallada.**

Esta etapa consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella, tomando todas las medidas de seguridad necesarias. El trabajo es realizado sobre secciones homogéneas o sobre los tramos parcializados.

Se toman nota de talladas de las fallas encontradas en la superficie, y se anotan observaciones adicionales como; estado del drenaje (conformación de cunetas, estado de banquetas, etc.), aspectos geométricos (pendientes, curvaturas, terraplenes, etc.), carril más deteriorado, exudaciones y situación de accesos, la existencia o no de cordones cunetas o situación de los desagües (zanjas, entubamientos).

De ser necesario se realizarán tareas de nivelación para la verificación e individualización del estado real de cunetas y accesos.

Los diferentes modos y tipos de falla se describen en función de su severidad, frecuencia y localización, de esta forma se tendrá una herramienta importante a la hora de fijar la estrategia de rehabilitación.

La falla se vuelca en planilla con su progresiva y, para los casos que correspondan, la superficie generada por ellas. Se tendrá de todas las fallas o situaciones especiales una base de fotos convenientemente identificadas, como antecedentes.

Todo se vuelca en un plano general progresivo en donde se tendrá la visión general del estado de la vía. Con esta forma de trabajo, se van identificando sectores con soluciones similares y encontrando la solución a adoptar que involucre a las distintas tipologías de fallas.

Las fallas encontradas en superficie y su cuantificación, nos ayudan a la determinación del "Índice de Estado", si bien se tiene una base de datos detallada de la situación superficial del pavimento, para este caso se utilizarán los valores de máxima.

## **2.8 Las fallas a las que hacemos referencia son:**

### 2.8.1 Deformaciones longitudinales.

**Fotografía. 01: Deformación longitudinal de la Vía de Evitamiento  
Norte cuadra 5**



Fuente: Elaboración propia.

### 2.8.2 Deformaciones transversales, ahuellamiento, hundimiento, abultamientos.

**Fotografía. 02: Deformación longitudinal de la Vía de Evitamiento  
Norte cuadra 8.**



Fuente: Elaboración propia.

### 2.8.3 Fisuración.

**Fotografía. 03: Fisuración de la Vía de Evitamiento Norte cuadra 2**



**Fotografía. 04: Fisuración de la Vía de Evitamiento Norte cuadra 2**



Fuente: Elaboración propia.

**Fotografía 05: Desprendimientos-desintegración superficial, (peladuras, baches, desmoronamientos, rotura de bordes, parches).**



Fuente: Elaboración propia.

## **2.9 Existen varios métodos utilizados para la evaluación superficial de los pavimentos.**

Los más conocidos son:

- La propuesta por la Universidad de Wisconsin (PASER)
- Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAl)
- Índice de Condición de Pavimentos (PCI)

Estos métodos son sencillos de aplicar y no requieren equipos experimentados. La inspección visual es una de las herramientas más importantes en la aplicación y evaluación de estos métodos, y forma parte esencial de toda la investigación. La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas, una inicial y otra detallada.

Con la inspección visual inicial se pretende obtener una inspección general del proyecto. Esta tarea se realiza sobre un vehículo conduciendo a baja velocidad abarcando toda la longitud de la vía.

Por otro lado la inspección visual detallada consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella y tomando notas detalladas de las fallas encontradas en la superficie y se anotan también otras observaciones adicionales que se consideran necesarias.

### **2.9.1 Método PCI (*Pavement Condition Index*) para pavimentos flexibles.**

#### **2.9.2 Introducción**

El método PCI (*Pavement Condition Index*) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta.

Fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias como por ejemplo: el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el APWA (*American Public Work Association*) y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación.

(Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03).

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual del estado del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada falla presente. Dada la gran cantidad de combinaciones posibles, el método introduce un factor de ponderación, llamado “valor deducido”, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad (cantidad).

Este método no pretende solucionar aspectos de seguridad si alguno estuviera asociado con su práctica. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, un valor que cuantifique el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento.

El objetivo de este estudio fue desarrollar un Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para carreteras y calles para proveer al ingeniero de un método estándar para evaluación de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, y de un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimentos.

Entre las características del método de evaluación del PCI, se puede citar las siguientes:

- Es fácil de emplear.
- No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.

- Ofrece buena repetitividad y confiabilidad estadística de los resultados.
- Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada. (12 Cfr. Gutiérrez, 1994).

### **Objetivos del Índice de condición de pavimento (PCI)**

**Los objetivos que se persiguen con la aplicación del Método PCI son:**

- a) Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.
- b) Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.
- c) Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- d) Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos. El método determina el Índice de Condición del pavimento (PCI) en base a información obtenida de una inspección visual. Este índice ayuda al ingeniero en procesos de evaluación, determinación de labores y prioridades de mantenimiento y reparación.

**Los pasos requeridos para la evaluación de cada tramo o sección de vía están orientados a:**

- Recorrer la vía en un vehículo “estándar” a la máxima velocidad permitida en la misma.
- Seleccionar dentro del tramo un sub-tramo que represente la condición promedio del pavimento en todo el tramo.
- Determinar el valor del PCI en una sección del sub-tramo. Es importante que la sección seleccionada sea lo más representativa posible de la condición promedio del pavimento en todo el tramo.

El grado de deterioro de un pavimento estará dado en función del tipo de falla, su severidad (ancho de grieta, etc) y de su densidad (% del área afectada). (13 Cfr. Gutiérrez, 1994).

### **2.9.2 EL MÉTODO DE PCI**

El PCI es un indicador numérico que le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento. El PCI proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operacionales (rugosidad localizada y seguridad).

El PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento, y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general. Proporciona una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento.

Un monitoreo continuo del PCI es utilizado para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifican con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación mayores. El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento.

Finalmente los trabajos de Construcción ( $PCI < 30$ ) se vinculan a la caracterización de una estructura de pavimento nueva sobre vías en afirmado o tierra o que por su estado de deterioro se considera deben ser reconstruidas. (15 Cfr. IDU, 2004).

Entre las fallas consideradas en el método del PCI se consideran un total de diecinueve (19) que involucran a todas aquellas que se hacen comunes en la degradación del pavimento.

### **Nro. Descripción Unidades**

1. Grieta Piel de cocodrilo m2
2. Exudación de Asfalto m2
3. Grietas de contracción (en bloque) m2
4. Elevaciones y Hundimiento m
5. Corrugaciones (encalaminado) m2
6. Depresiones m2
7. Grieta de borde m
8. Grietas de reflexión de juntas m
9. Desnivel calzada-Hombrillo m
10. Grietas longitudinales y transversales m
11. Baches y zanjas reparadas m2
12. Agregado Pulidos m2
13. Huecos No.
14. Acceso y salidas a puentes, rejilla de drenaje, líneas férreas m2
15. Ahuellamientos m2
16. Deformación por empuje m2
17. Grietas de deslizamientos m2
18. Hinchamiento m2
19. Disgregación y desintegración m2

Es importante que el evaluador del pavimento esté familiarizado con estos tipos de falla, sus niveles de severidad y las formas de medición establecidas en el método. Los tipos de fallas más comunes en pavimentos asfálticos son: grieta del tipo piel de cocodrilo, de contracción, de reflexión de juntas, longitudinales y transversales, baches, huecos, ahuellamientos, y desintegración o disgregación superficial. El resto de los tipos de falla considerados en el método, son encontrados menos frecuentemente.

En algunos casos se requiere entender como es afectada la calidad de rodaje por diversos tipos de falla a fin de determinar su severidad.

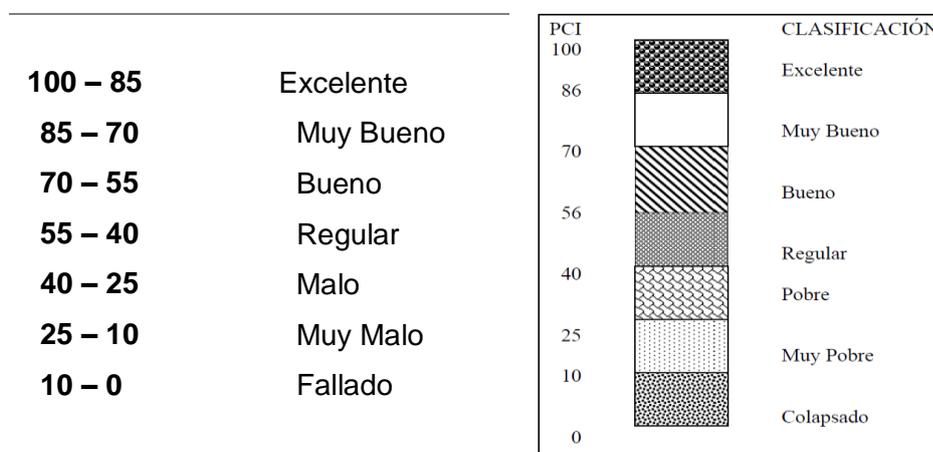
**BAJO:** Las vibraciones o saltos en el vehículo se sienten, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y/o confort.

**MEDIO:** Se producen vibraciones o salto significativos, que hacen necesario reducir la velocidad por seguridad y/o confort. Saltos individuales o continuos que producen molestias.

**ALTO:** Excesivas vibraciones hacen reducir considerablemente la velocidad. Saltos individuales que producen gran molestia, peligro o posible daño vehicular. (16 Cfr. Gutiérrez, 1994).

**Tabla 02: Se muestra las condiciones de escala del pavimento**

**Rangos de calificación del PCI**



**Fuente:** ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI

El siguiente Tabla 03. Se resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI calculado para cada vía. Se aprecia además el estado del pavimento asociado a este mismo valor.

**Tabla 03. Acciones a tener en cuenta de acuerdo al PCI.**

PCI	ESTADO	INTERVENCIÓN
0 - 30	MALO	RECONSTRUCCIÓN
31 - 70	REGULAR	REHABILITACION
71 - 100	BUENO	MANTENIMIENTO

**Fuente:** ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI

### 2.9.3 FALLAS COMUNES EN LOS PAVIMENTOS

Existen distintas fallas comunes en los pavimentos, entre ellas, se encuentra el agrietamiento en “piel de cocodrilo”, de formación permanente en la superficie del pavimento, fallas por cortante, agrietamiento longitudinal, consolidación del terreno de cimentación TRADUCCIÓN ESPAÑOL. Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI. Setiembre 2010.

#### 1. PIEL DE COCODRILO:

**Descripción:** Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas.

Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas

producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como “grietas en bloque”, el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

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

**Niveles de severidad:**

**Tenemos 3 niveles de severidad: (L= Bajo, M= medio y H= Alto)**

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

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

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

**Medida:**

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

**Opciones de reparación:**

B: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

A: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.

**Fotografía 06: Piel de cocodrilo.**



Fuente: Elaboración propia

**2. EXUDACION:**

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

**Niveles de severidad:**

B: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año.

El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

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

A: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

**Medida:**

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

**Opciones de reparación:**

B: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

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

**Fotografía 07: Exudación.**



Fuente: Elaboración Propia

**3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE:**

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

Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos

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

**Niveles de severidad:**

B: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

A: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

**Medida:**

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

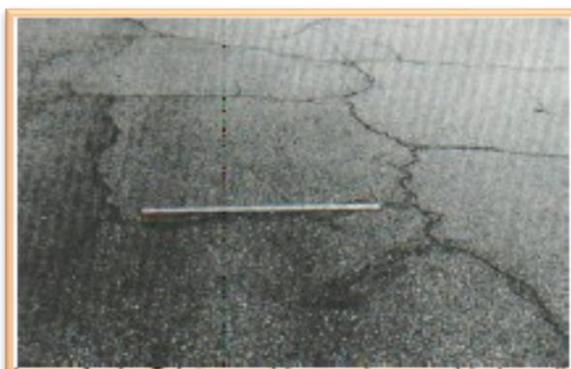
**Opciones de reparación:**

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

M: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

A: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

**Fotografía 08: Agrietamiento en bloque.**



Fuente: Elaboración propia

#### **4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS:**

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

1. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
2. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito.

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

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

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

B: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

A: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

#### **Medida:**

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

#### **Opciones de reparación:**

B: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

A: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobre carpeta.

### Fotografía 09: Abultamientos y Hundimientos.



Fuente: Elaboración propia

## 5. CORRUGACION:

**Descripción:** La corrugación es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares la dirección del tránsito.

Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

### Niveles de severidad:

B: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

A: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

### Medida:

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

### Opciones de reparación:

B: No se hace nada.

M: Reconstrucción.

A: Reconstrucción.

### Fotografía 10: Corrugación.



Fuente: Elaboración propia

## 2.10 CÁLCULO DEL PCI.

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin.

La Tabla 03 ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente. (**ING. ESP. LUIS RICARDO VÁSQUEZ VARELA. Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras.**)

**Tabla 03: Modelo de hoja de registro de condición de pavimento.**

MÉTODO PCI				Nivel de Severidad:			
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				Alto = H			
HOJA DE REGISTRO				Medio = M			
Nombre de la vía: Ejecutor:				Sección: Fecha:	Unidad muestra Área:		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemp. desprendimiento de				
4. Abultamientos y hundimientos agregados	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO

Fuente: Elaboración propia

### 2.10.1 Unidades de Muestreo:

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

#### Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m:

El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . En la tabla 04 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

### 2.10.2 Calculo de las Unidades de Muestreo:

Para el cálculo de las unidades de muestreo se basa en la tabla 04, pero este abarca solo hasta un 7.3 ancho de calzada máximo al que le corresponde una longitud de unidad de muestreo igual a 37.5, para nuestro cálculo se realizó una interpolación de los datos de la tabla para un ancho de calzada de 6.10 m. Teniendo así un resultado cercano a la realidad el valor que se tomo fue el menor consecutivo:

**Tabla 04: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas**

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

Fuente: ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI

Realizamos la interpolación: Para un ancho de 6.10 m.

$$(6.5 - 7.3) / (6.5 - 6.10) = (35.4 - 31.5) / (31.5 - x)$$

Despejando “x”

$$\mathbf{X=37.5 \text{ m}}$$

Del resultado la longitud mínima consecutiva que se tomó para las unidades de muestra fue de 37.5 m., para así poder obtener mayor exactitud en los resultados.

### 2.10.3 Determinación del PCI de la unidad de muestra para Evaluación.

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

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

**Donde:**

**n:** Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

**s:** Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco

( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

#### **2.10.4 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:**

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

a. El intervalo de muestreo ( $i$ ) se expresa mediante la Ecuación 2.

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2.}$$

**Donde:**

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

$N$ : Número total de unidades de muestreo disponible.

$n$  : Número mínimo de unidades para evaluar.

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

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

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo ( $i$ ) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc. Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

#### **2.10.5 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en

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

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

### **2.10.6 Evaluación de la Condición:**

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a. Equipos:

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

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

- c. El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

### **2.10.7 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo**

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

#### **Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:**

1. a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.
2. b. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
3. c. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

#### **Etapa 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m).**

2. a. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

2. b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
2. c. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos”
2. d. ( $m$ ), utilizando la Ecuación 3.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

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

$HDV_i$  : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

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

### **Eta**pa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

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

#### **Etapla 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.**

##### **2.11 CALCULO DEL PCI DE UNA SECCION DE PAVIMENTO**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, **el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.** Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI Será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la Siguiete forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \text{ Ecuación 4.}$$

**PCIS:** PCI de la sección del pavimento.

**PCIR:** PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas. **PCIA:** PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

**A:** Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

- **Ejemplo de Aplicación para encontrar el PCI.**

**Tabla 0.5. Ejemplo de hoja de registro en una vía de pavimento flexible**

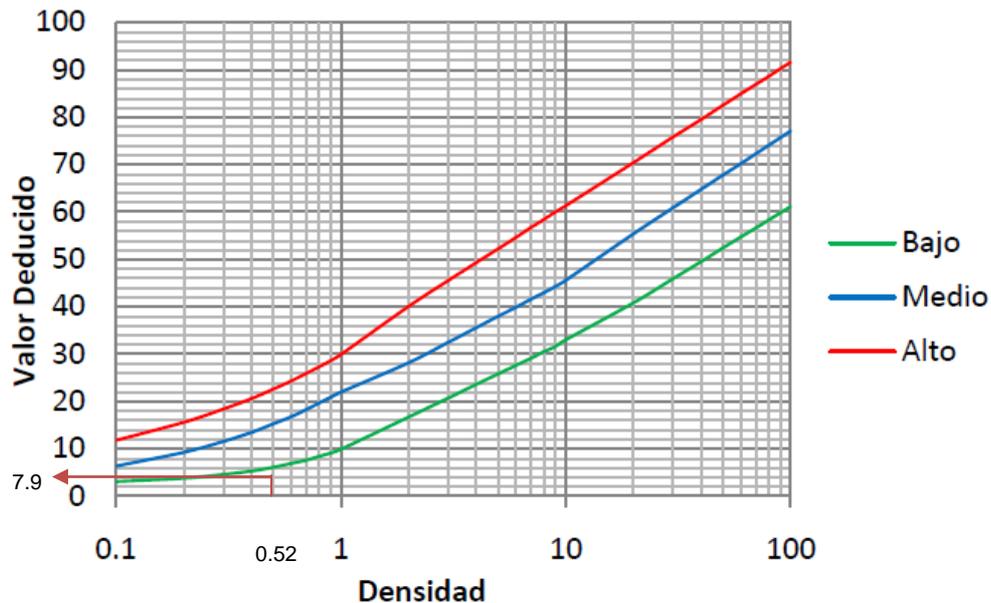
METODO						Nivel de Severidad		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO						M= Medio		
						H= Alto		
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte			Sección:	1		Unidad de muestra:	U1
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.			Fecha:	14/09/2014		Área:	228,75
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde			12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD DE FALLA POR					TOTA	DENSID	VALOR DEDUCIDO
1L	0,25	0,55	0,4			1,2	0,52	7,9
1M	0,72	0,57				1,29	0,56	23,4
7L	5	6	1			1	5,20	7,5
8M	4	3	2,5	1	2,7	13,2	5,72	25,1
11H	1	1,03				2,03	0,88	17,9
13L	0,09					0,09	0,04	11,2
18L	23,1					23,1	10,00	4,8

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433

Para el ejemplo Tenemos:

$$\text{Densidad} = (\text{Total individual} / \text{Área}) \times 100 = (1,2 / 228,75) \times 100 = 0,52$$

**Tabla 06. Para encontrar el Valor Deducido Para piel de Cocodrilo**



Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

**Tabla 07: Cálculo del PCI en un pavimento flexible.**

#	Valor Deducido							Tota	q	CDV
2	25	23	17	11	7,9	7,5	4	97,8	7	49
3	25	23	17	11	7,9	7,5	2	9	6	46
4	25	23	17	11	7,9	2	2	89,5	5	47
5	25	23	17	11	2	2	2	83,6	4	48
6	25	23	17	2	2	2	2	74,4	3	48
7	25	23	2	2	2	2	2	58,5	2	49
8	25	2	2	2	2	2	2	37,1	1	38

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

Donde **q** = Es el número de valores deducidos, mayores que 2

Según el manual del PCI.

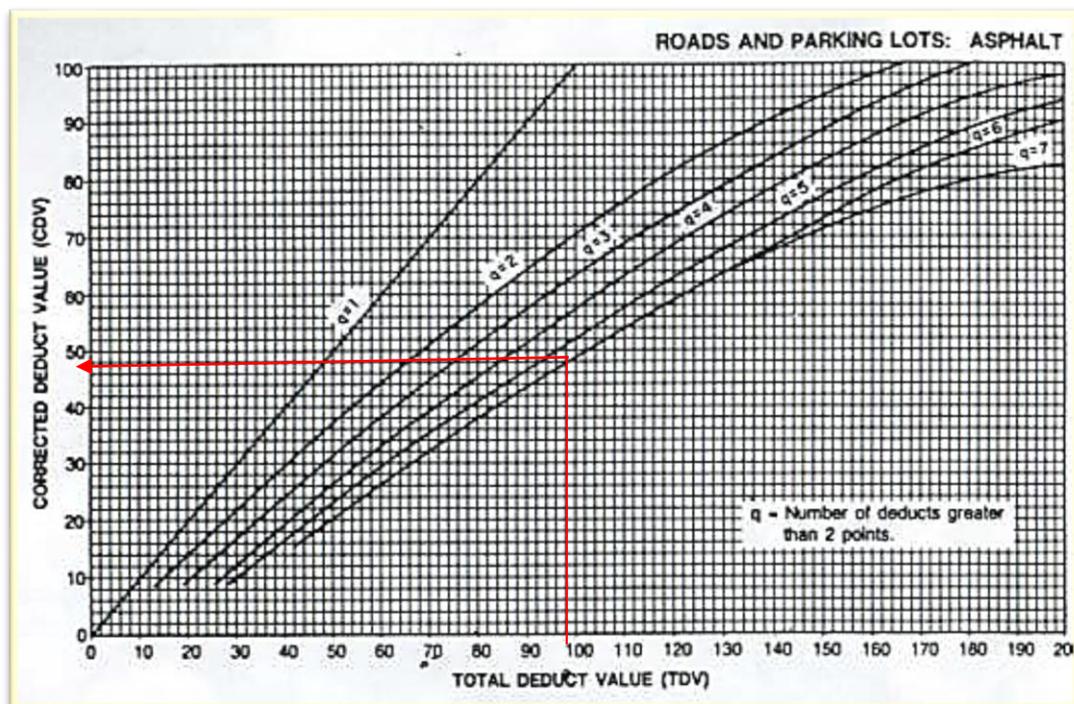
Tenemos: Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

Del punto (3. d. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que “q” sea igual a 1).

**Tabla 08: Valores deducidos corregidos (CDV), para Pavimentos de concreto asfáltico.**

Para el Ejemplo:

$q = 7 \longrightarrow$  Entramos con 97.8, obtenemos en el Abaco el CDV = 49



Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

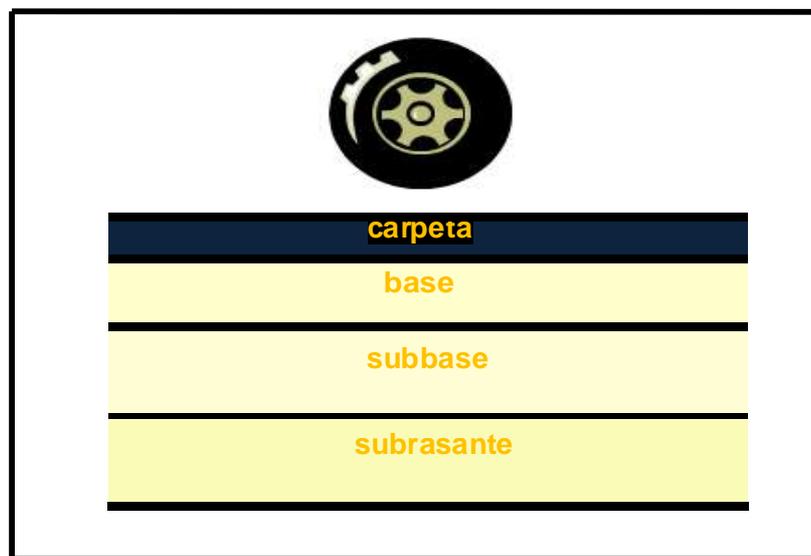
## 2.12 Definición de términos básicos

### 2.12.1 Definición de Pavimento.

Según Thompson (2010), Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, durante el período de tiempo para el cual ha sido diseñado.

Cuándo existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se producen los deterioros o fallas que pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento.

**Figura 12. Esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible.**



Fuente : Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2005, Perú.

## 2.12.2 Pavimentos flexibles

### 2.12.3 Definición

Son los pavimentos constituidos por una capa de rodadura de mezcla bituminosa y donde tanto la base y sub-base son estabilizados mecánicamente.

El pavimento flexible es un sistema tricapa, cuya capa superiores de concreto asfáltico, compuesto de ligante, usualmente el asfalto, el cual es un derivado de la refinación del petróleo, y agregados pétreos; materiales granular y suelo. Este tipo de pavimento se llama flexible porque al ser sometido a una carga sufre una deformación y recuperación deseada, al cesar la carga, completamente elástica. (García, 1990).

Rico y Del Castillo (1987) cita que sobre la capa subrasante se construye el pavimento flexible, que está compuesto por sub – base, base y carpeta asfáltica.

#### **2.12.4 Terminología de las diferentes capas, superficies y funciones que integran el pavimento flexible.**

**2.12.5 Sub-rasante:** Es la superficie que sirve de fundación al pavimento. Está constituida por el suelo y se puede representar en corte, relleno o una combinación de los dos.

**2.12.6 Sub-rasante mejorada o modificada:** Bajo algunas condiciones se hace necesario mejorar la calidad de la sub-rasante mediante el procesamiento de parte del material superficial o sobreponiéndole una membrana del tipo geo textil, con el fin de garantizar el cumplimiento de ciertas condiciones de composición o capacidad portante.

**2.12.7 Sub-base:** Es la primera capa de la estructura del pavimento que se dispone sobre la sub-rasante, con el fin de facilitar un buen drenaje en el pavimento y permitir la construcción del resto de la estructura.

En esta capa se presenta una disipación parcial de esfuerzos. Tiene capacidad de absorber algunos cambios de volumen de la sub-rasante y puede sustituir económicamente parte de la base.

No siempre es utilizada en los diseños. Se construye con material con menos exigencias y por ende mucho más económico que el utilizado en la base.

**2.12.8 Base:** Es la capa que se construye sobre la sub-base, y en su construcción se emplean materiales de mejor calidad y con mejores especificaciones de construcción. Su importancia radica en su capacidad estructural y de protección del resto de pavimento. Además permite la circulación de vehículos mientras se construye la capa de rodadura.

Esta capa es indispensable para cualquier sistema de pavimentos, ya que en ella se presenta la mayor disipación de esfuerzos.

Según Olivera (1994), aunque las bases y sub – base tienen características semejantes, las sub- bases son de menor calidad. La sub – base es la capa de material que se constituye directamente sobre la terracería y su función es:

- Reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base.
- Proteger a la base aislándola de la terracería, ya que, si el material de la terracería se introduce en la base, puede sufrir cambios volumétricos generados al cambiar las condiciones de humedad dando como resultado una disminución en la resistencia de la base.

**2.12.9 Capa de rodadura:** Es la capa superior del pavimento y sobre ella circulan los vehículos durante la vida útil de ésta.

Debe ser resistente a la abrasión generada por el tráfico y a la agresión del medio ambiente.

Tiene la función de proteger la estructura, impermeabilizándola superficie del pavimento, debe ser suave y de superficie continua para que sea cómoda la circulación de vehículos sobre ella, y debe ser rugosa para asegurar la adherencia de los vehículos. Según Thompson (2010),

## CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

### 3.1. Formulación de la hipótesis

- El estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte, utilizando el método índice de condición del pavimento, es regular.

### 3.2. Operacionalización de variables

Proceso por el cual se convierte a una variable en un elemento capaz de ser directamente medible a través de un conjunto de operaciones secuenciales. Requiere del establecimiento de dimensiones e indicadores específicos de medición.

Una vez aplicada las variables se concluye que el procedimiento PCI, es una hipótesis verificable, porque se observó el deterioro existente en esta vía.

#### Variables dependientes:

- $x_1$  = Estado situacional del pavimento

#### Variables Independientes:

- $y_1$  = Falla del pavimento
- $y_2$  = Severidad

**Tabla 09. Operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Estado situacional del pavimento	Condición cualitativa de un pavimento	Condición : 0 la peor condición posible y 100 la mejor de pavimento	Rangos de calificación del PCI.
Falla del Pavimento	Degradación de la estructura del pavimento	Tipo de falla	Las 19 fallas consideradas en el método del PCI
Severidad.	Grado del daño del Pavimento	m <sup>2</sup> , cm <sup>2</sup>	Alto, Medio Bajo

## CAPÍTULO 4. PRODUCTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

### Diagnóstico de las Fallas del Pavimento Flexible de la Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca

#### 4.1. Información preliminar

El Tramo de estudio es la Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca, comprendida entre las intersecciones: Jr. San Ginez y Evitamiento Norte Antiguo

#### 4.1.2. Ubicación

##### Ubicación Política:

Departamento : Cajamarca

Provincia : Cajamarca

Distrito : Cajamarca



##### Ubicación Geográfica:

<b>Latitud sur:</b>	entre paralelos 4°33'7" y 8°2'12"
<b>Longitud oeste:</b>	entre meridianos 78°42'27" y 77°44'20"
<b>Altitud:</b>	2 700 msnm

### Sistema de coordenadas UTM.

	NORTE	ESTE	COTA
<b>INICIO</b>	9208100,00	774300,00	2720,00
<b>FINAL</b>	9209600,00	777850,00	2715,00

Sistemas de coordenadas Geográficas WGS 84 (Sistema Geodésico Mundial 1984), Huso 17 y Zona m

#### 4.1.3 DATOS DE LA VIA:

- **Clasificación de la vía:**
- La vía se clasifica en base al *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013*, por:

- **De acuerdo a la demanda:**

De acuerdo a la demanda se puede clasificar como Autopista Tipo B ya que tiene un IMDA mayor de 6000 veh/día.

- **Por sus condiciones orográficas:**

Se clasifica como Carretera tipo I, ya que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros.

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LA VIA	
<b>Numero de Calzadas</b>	02
<b>Ancho de calzada</b>	6,10 m
<b>Ancho de berma</b>	0,00 m
<b>Berma central</b>	1m
<b>Longitud del sector</b>	2 400m.
<b>Velocidad directriz</b>	40km/h

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4 CARACTERÍSTICAS DE TRANSITO:

- **Composición Vehicular**

La información recolectada con relación al conteo vehicular y el análisis en forma precisa y detallada fue de 2 500 vehículos por día, de la bibliografía presentada permitió evidenciar, la composición del tránsito en la red vial del proyecto, lo que nos proporciona una idea del tipo de vehículo que predomina en el sector.

- Los volúmenes de combis presentan una participación del 15 % del Tráfico promedio diario aproximadamente.
- Los volúmenes de autos por su parte, disminuyen sustancialmente y representan el 40% del tráfico promedio diario.
- Los volúmenes de buses por su parte, disminuyen sustancialmente y solo representan el 15% del tráfico promedio diario.
- En cuanto a los volúmenes de camionetas o pick up, su tendencia es más elevada que el de los buses y representan el 20 % del tráfico promedio diario.

En cuanto a los volúmenes de camiones, su tendencia es baja y representan el 10 % del tráfico promedio diario.

En síntesis se puede concluir que el comportamiento en la zona se encuentra bien definido, en el cual la proporción de vehículos livianos es significativa y la participación de buses refleja la presencia de asentamientos urbanos, cuya localización y tamaño están asociados al carácter del sector.

#### 4.2 Aplicación del método PCI

Se detallará la metodología aplicada para el caso particular de la Vía de Evitamiento Norte, siguiendo los lineamientos definidos por el ASTM D6433-03.

Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos.

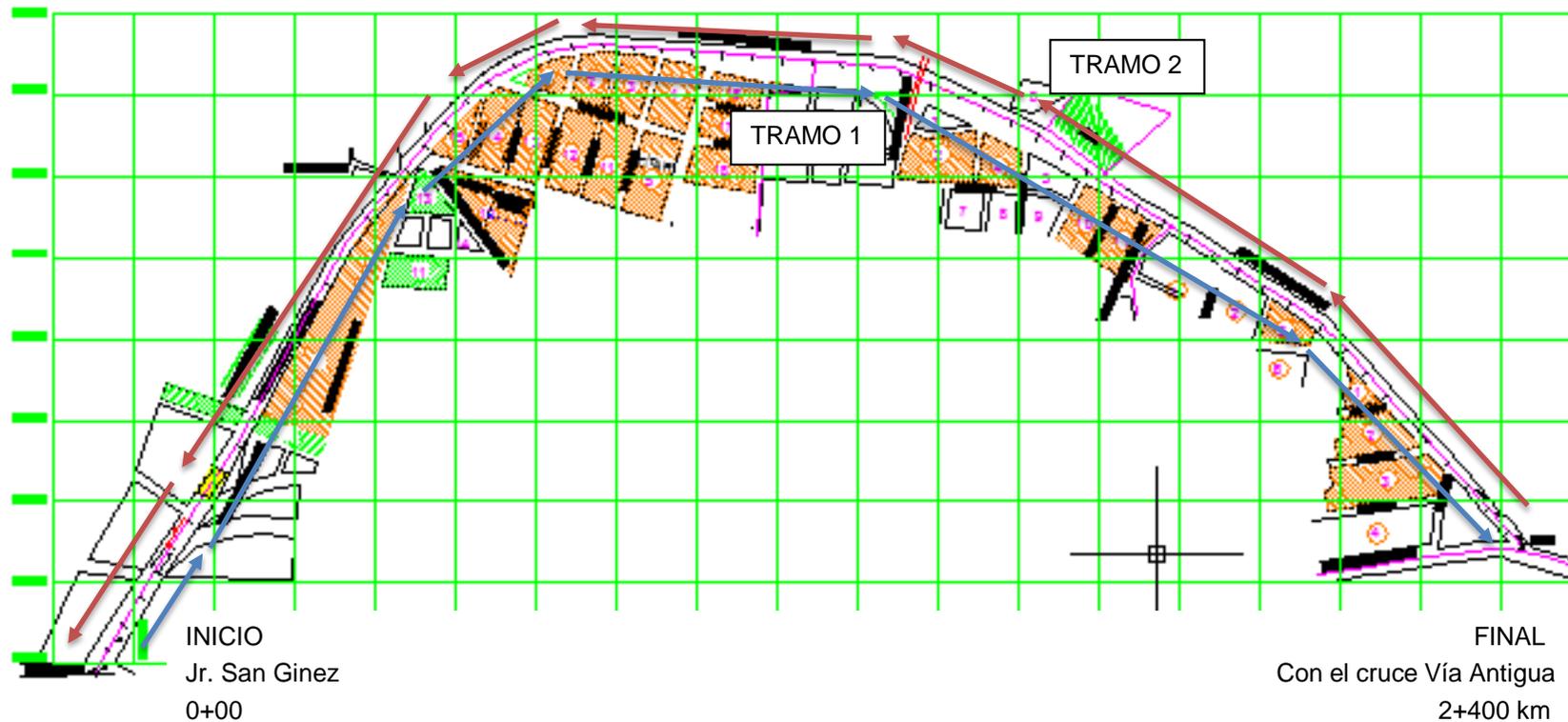
#### **4.3 Muestreo y unidades de muestra**

El muestreo se llevará a cabo siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

1. Identificar tramos o áreas en el pavimento con diferentes usos en el plano de distribución de la red, tales como caminos y estacionamientos. Para ello tiene que quedar completamente definido el sistema de pavimentos a ser analizados, es decir, la red de pavimento. Se ha definido como red de pavimento, a 2 400 metros lineales de pavimento flexible que forman parte de la Vía de Evitamiento Norte.

Dentro de ese sistema, se encuentran dos tramos de pavimento, que son los 1200 metros lineales de pista correspondiente a cada sentido de vía. Como se puede apreciar en la figura 4.3.1

Figura 4.3.1 Zona de estudio Via de Evitamiento Norte



Distribución de la zona de estudio: red de pavimento (color violeta) que se divide en dos tramos (color azul y rojo).

Fuente: Elaboración Propia

2. Dividir cada tramo en secciones basándose en criterios como diseño del pavimento, historia de construcción, tráfico y condición del mismo.

Como se vio en el punto 4.1.4, no se presentan variaciones de tránsito importantes entre un sentido de vía y el otro; por lo que el tráfico vehicular no puede ser considerado como criterio de división de tramos.

El criterio de diseño también es descartado, pues la presente investigación abarca únicamente pavimentos urbanos flexibles. Otro tipo de diseño de pavimento no ha sido tema de estudio de esta tesis, por lo que no ha sido evaluado.

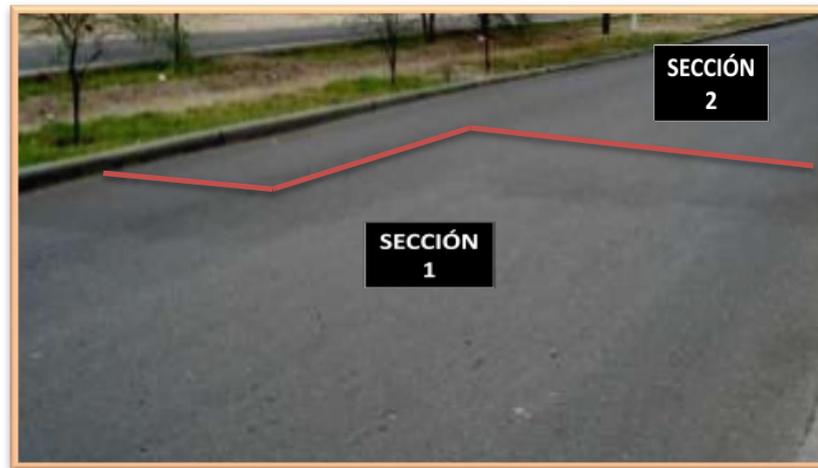
Para hacer la división de tramos, se toma en cuenta el estado en que se encuentra el pavimento. Se hace un recorrido por cada tramo, observando la condición de la vía e identificando los cambios de estado de la pista. Así, se identificaron un total de cuatro secciones bien marcadas.

El tramo 1 se dividió en tres secciones, mientras que el tramo 2 mantuvo una misma sección en toda su longitud. En la fotografía 4.3.2 se muestra claramente el primer cambio de sección de pavimento encontrado en el tramo 1.

**Fotografía 4.3.2 Secciones 1 y 2**



Fuente: Elaboración Propia



**Primer cambio de estado del pavimento. Se definen dos secciones pertenecientes al tramo 1 de la Vía de Evitamiento Norte.**

Fuente: Elaboración propia

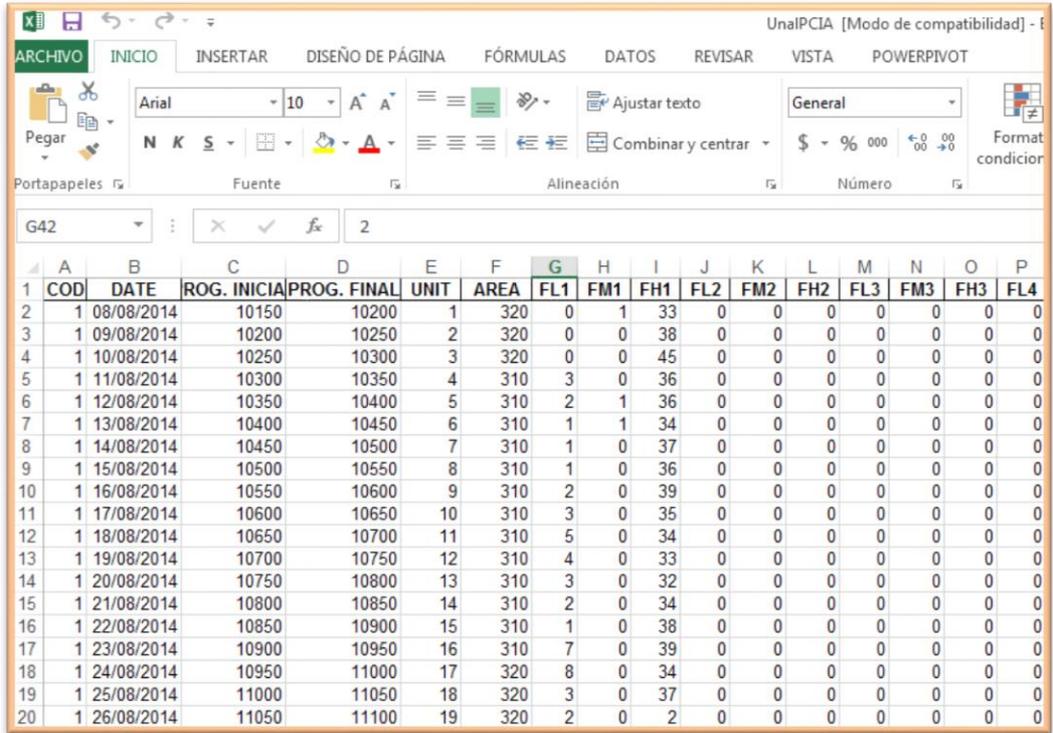
#### **4.4 PROCESO:**

La evaluación de esta vía se realizó para tener una visión general del estado total de la vía, ya que evaluar el 100% de las vías por el método del PCI hubiera requerido una mayor cantidad de personal y tiempo.

La aplicación del método se llevó a cabo con la ayuda bibliografía seleccionada y la orientación de nuestro asesor, que con la experiencia que tiene nos ayudó a seguir el proceso.

Con ayuda de planos de la zona y una libreta de campo se recolectó información sobre el metrado de fallas de la vía. Se dividió la vía en estudio en componentes y unidades de muestra. Luego se procesó toda la información a unas tablas en Excel, donde se calculó el valor del PCI para cada unidad de muestra, donde se puede observar el estado del pavimento.

Figura 4.4.1 Hoja de registro: Data archivos de captura



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	COD	DATE	ROG. INICIA	PROG. FINAL	UNIT	AREA	FL1	FM1	FH1	FL2	FM2	FH2	FL3	FM3	FH3	FL4
2	1	08/08/2014	10150	10200	1	320	0	1	33	0	0	0	0	0	0	0
3	1	09/08/2014	10200	10250	2	320	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0
4	1	10/08/2014	10250	10300	3	320	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0
5	1	11/08/2014	10300	10350	4	310	3	0	36	0	0	0	0	0	0	0
6	1	12/08/2014	10350	10400	5	310	2	1	36	0	0	0	0	0	0	0
7	1	13/08/2014	10400	10450	6	310	1	1	34	0	0	0	0	0	0	0
8	1	14/08/2014	10450	10500	7	310	1	0	37	0	0	0	0	0	0	0
9	1	15/08/2014	10500	10550	8	310	1	0	36	0	0	0	0	0	0	0
10	1	16/08/2014	10550	10600	9	310	2	0	39	0	0	0	0	0	0	0
11	1	17/08/2014	10600	10650	10	310	3	0	35	0	0	0	0	0	0	0
12	1	18/08/2014	10650	10700	11	310	5	0	34	0	0	0	0	0	0	0
13	1	19/08/2014	10700	10750	12	310	4	0	33	0	0	0	0	0	0	0
14	1	20/08/2014	10750	10800	13	310	3	0	32	0	0	0	0	0	0	0
15	1	21/08/2014	10800	10850	14	310	2	0	34	0	0	0	0	0	0	0
16	1	22/08/2014	10850	10900	15	310	1	0	38	0	0	0	0	0	0	0
17	1	23/08/2014	10900	10950	16	310	7	0	39	0	0	0	0	0	0	0
18	1	24/08/2014	10950	11000	17	320	8	0	34	0	0	0	0	0	0	0
19	1	25/08/2014	11000	11050	18	320	3	0	37	0	0	0	0	0	0	0
20	1	26/08/2014	11050	11100	19	320	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0

Figura 4.4.2 Programa UnalPCIA



### Figura 4.4.3 Selección de archivo de datos UnalPCIA.

*Ejemplo\_UNalPCIA0001.txt`*

```

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT
CONDITION INDEX Por: Luis Ricardo Vásquez Varela
Pavimentos asfálticos
=====
===== Archivo           :           C:\Ejemplo_UnalPCIA.csv
Código vía      :           1
Fecha inspección:           12/08/2002
Abscisa inicial:           K10+150.00
Abscisa final   :           K10+200.00
Unidad          :           001
Área unidad -m²:           320.00
=====
===== Daño (severidad)  -   unidad           Cantidad
Densidad (%)      Valor deducido
  
```

## CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Tipo de diseño de investigación.

Descriptivo / No Experimental; Es descriptivo porque detalla la realidad sin alterarla, y no experimental porque se estudia y analiza el problema tal como se da en el contexto natural, sin necesidad de recurrir a un laboratorio.

### 5.2. Material de estudio.

#### 5.2.1. Unidad de estudio.

Vía de Evitamiento Norte, Entre el Jr. San Ginez y el Cruce de la Antigua Vía de Evitamiento Norte

#### 5.2.2. Población.

Todas las unidades objeto de estudio consideradas en el tramo (que suman 64 unidades) serán objeto de una inspección detallada, por lo que no se ha efectuado un trabajo de muestreo para inferir características de la población. Estas serán objeto de investigación a partir de la población misma. La Vía de Evitamiento Norte de la Ciudad de Cajamarca.

#### 5.2.3. Muestra.

##### 1. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

Los instrumentos empleados fueron, además del modelo de anotaciones, tablilla y bolígrafo, cinta métrica de 50 m de longitud, regla rígida de dos metros y pequeño cartabón graduado, también una cámara fotográfica.

A medida que se recorría la unidad, que debe quedar bien referenciada en el modelo, se anotaban los fallos detectados y la severidad de las mismas.

## 1. De recolección de información.

**Diseño:** Diseño transversal y correlacional.



Fuente: Elaboración propia

### Instrumentos que se utilizarán:

- Fichas y Formatos
- Microsoft Word, Excel y Programa UnalPCIA.

### De análisis de información.

Hojas de datos, o cualquier sistema de almacenamiento de información en campo que permita registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, número y tamaño de losa, tipos de falla, grado de severidad, cantidades, y nombre del encargado de la inspección.

- Imágenes Fotográficas
- Planos

## 5.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

### 5.3.1. Para recolectar datos.

### 5.3.2. Etapas de trabajo y recorrido previo.

El procedimiento PCI tiene una etapa de trabajo de campo para

detectar deterioros en el pavimento bajo estudio y otra de gabinete donde se procesa la información y se hace el análisis de los resultados de campo y los que se obtienen analíticamente.

Por necesidades del estudio se actualizó el inventario del tramo siguiendo el protocolo establecido por el método PCI, obteniéndose el resultado que aparece en la tabla 2.

Como quiera que se precisa identificar primero el estado general de la Vía de Evitamiento Norte, bajo estudio, se efectuó, antes de la inspección detallada y además de la actualización del inventario, un recorrido en marcha lento por todo el tramo, el que tenía los propósitos siguientes:

- Observar si existen tramos a simple vista diferentes, en cuanto a la composición del pavimento, geometría y estado que de una primera aproximación a la división en tramos relativamente homogéneos dentro de toda la carretera.
- Observar ubicación y estado general de las facilidades de drenaje y sus tipos.
- Ver si existen variaciones notables de las condiciones del pavimento entre uno y otro carril y en que partes ocurre esto.
- Valorar las posibles afectaciones a la circulación de vehículos en caso de cierres parciales para efectuar la inspección detallada de campo.

### **5.3.3 Para analizar información.**

La investigación que se realiza sigue procedimientos estandarizados por la ASTM y se atiene a la práctica general de inspección del pavimento mediante método visual que se ha llevado a cabo en otras partes del Perú por instituciones autorizadas. No contamos con regulaciones para efectuar este tipo de procedimiento. Previo a la labor de inspección para determinar los deterioros se actualizó el inventario del tramo objeto de estudio empleando el formato MOP-MV-115 "Inventario de las Características Viales para Mantenimiento"

## CAPITULO 6. RESULTADOS

A continuación se muestra el cuadro N° 6.1 que resume el metrado de fallas. Como se puede ver el tipo de falla que más se presenta en la zona en estudio es la "1", Piel de cocodrilo, seguido de la falla tipo "13", Huecos y luego tenemos la falla tipo "10", Grietas longitudinales y transversales en el pavimento. Por otro lado se observa que lo que existe en menor cantidad es la falla tipo "2", Exudación.

El cuadro completo de metrado de fallas y valores del PCI se presenta en el Anexo # 1.

**TABLA 6.1. N° DE FALLAS SEGÚN SU TIPO**

N° DE FALLAS SEGÚN SU TIPO			
FALLA	TIPO DE FALLA EN PAVIMENTO FLEXIBLE	N° DE FALLAS	%
1	PIEL DE COCODRILO	180	14.95
2	EXUDACION	4	0.33
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	142	11.79
4	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	22	1.83
5	CORRUGACION	15	1.25
6	DEPRESION	65	5.40
7	GRIETA DE BORDE	85	7.06
8	GRIETA DE RELEXION DE JUNTA	12	1.00
9	DESNIVEL CARRIL/VERMA	16	1.33
10	GRIETA LONG. Y TRANSVERSAL	195	16.20
11	PARCHEO	47	3.90
12	PULIMIENTO DE AGREGADO	68	5.65
13	BACHES	250	20.76
14	CRUCE DE VIA FERREA	0	0.00
15	AHUELLAMIENTO	9	0.75
16	DESPLAZAMIENTO	15	1.25
17	GRIETA PARABOLICA(SLIPPAGE)	6	0.50
18	HINCHAMIENTO	5	0.42
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	68	5.65
<b>TOTAL</b>		<b>1204</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

## ETAPA 1: REALIZACION DE LAS TABLAS DE MUESTREO

La realización de las tablas de muestreo, se basa en la bibliografía usada, siendo la principal la norma AASHTO, esta está conformada por las 19 fallas que caracterizan a un pavimento asfáltico, su densidad en porcentaje, su severidad, y su valor de deducción ya explicados en el capítulo anterior. Esta tabla se realizó en hojas de cálculo de Excel, el trabajo fue de gabinete.

### 6.1. Determinación del índice de estado del pavimento

A continuación se explican los datos de campo obtenidos durante la inspección visual de fallas en la Vía de Evitamiento Norte; así como el cálculo del índice de condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada. Las fotografías de las principales fallas de las unidades de muestra del tramo 1, se encuentran detalladas en el anexo B.

#### 6.1.1. Resultado del tramo 1

##### Unidad de muestra U1

La unidad de muestra U1 tiene 228.75 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 1 de la Vía de Evitamiento Norte. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 1 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: Piel de cocodrilo, corrugación, depresión, Fisuras longitudinales y trasnversales, ahuellamiento, desplazamiento, baches y peladura. Además se registraron parches de mediana y alta severidad. Ver tabla 6.1.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la corrugación, ya que aparte de ser una falla estructural (que afectan considerablemente al paquete estructural), se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla está la peladura que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en toda el área. Asimismo se

encontraron ahuellamientos de severidad baja, que también contribuyen al daño de la pista.

Las fallas que menos afectan al pavimento son el parche de mediana severidad y la depresión, pues sus áreas son pequeñas, comparada con el área total inspeccionada.

La exudación, fisuras de borde, desplazamiento, hinchamiento y el parche de alta severidad, no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Es por ello que el valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.2 se obtuvieron 6 valores deducidos: 38.7, 17.8, 15.8, 10, 6.7 y 5.5. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 50, dando como resultado un índice de 50 que corresponde a un pavimento regular.

Se recomienda aplicar un riego de liga para incrementar el PCI de la unidad de muestra analizada. Este riego de liga puede ser una lechada asfáltica (*Slurry Seal*) o un riego pulverizado (*Fog Seal*).

La lechada asfáltica consiste en una mezcla compuesta por una emulsión asfáltica de quiebre lento, árido bien graduado, filler, agua y eventualmente aditivos. Es una mezcla de consistencia fluida, colocada sobre la superficie del pavimento para brindarle protección.

El riego pulverizado o *Fog Seal* es la aplicación de una emulsión asfáltica a la superficie de un pavimento, pero sin el uso de agregados.

- Son de fácil y rápida aplicación. La nueva superficie puede ser utilizada poco después de ser aplicado el riego. Ideal para el mantenimiento de vías de mucho tráfico.
- Los riegos asfálticos evitan el deterioro del firme y los efectos de los agentes climatológicos.

Proporcionan una duración especial y una excelente superficie de rodadura.

- El deterioro existente en los pavimentos (agrietamiento de la superficie, corrugación, peladuras, abultamientos y hundimientos, superficie resbaladiza, etc.) puede corregirse mediante la aplicación de un riego de liga evitando así un mayor deterioro. Se consigue de esta manera, una superficie de larga duración, que ofrece propiedades anti-deslizantes y mejores condiciones para la transitabilidad.

**Tabla 6.1. Hoja de registro de la unidad de muestra U1, tramo 1, sección 1, de la Vía de Evitamiento Norte**

METODO PCI INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					NIVEL DE SEVERIDAD: L=BAJA M= MEDIO H= ALTA		
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: Vía de Evitamiento Norte		Sección: 1		Unidad de muestra: U1			
Ejecutor: Rabanal pajares, Jaime E.		Fecha: 11/09/2014		Área: 228.75			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1L	0.34	1.44	0.425	0.70	2.9221	1.02	10
5L	43.70	72.2	42.55	70.3	228.75	100.00	38.7
10L	0.11	0.15			0.26	0.01	0
10M	0.10				0.10	0.06	0
11M	0.78				0.78	0.34	5.5
13L	1.00	1.00			2.00	0.87	17.8
14L	0.95	0.925			1.87	0.82	6.7
15L	0.016				0.016	0.01	0
18L	43.70	72.20	42.55	69.503	227.95	99.64	15.8

**Tabla 6.2. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U1.**

#	Valor Deducido						Total	q	CDV
	38.7	17.8	15.8	10	6.7	5.5	94.5	6	48
1	38.7	17.8	15.8	10	6.7	2	84.5	5	45
2	38.7	17.8	15.8	10	2	2	81.0	4	47
3	38.7	17.8	15.8	2	2	2	76.3	3	50
4	38.7	17.8	2	2	2	2	62.5	2	47
5	38.7	2	2	2	2	2	46.7	1	47

$$\text{MAX CDV} = 50$$

$$\text{PCI} = 50$$

$$\text{RATING} = \text{REGULAR}$$

### Unidad de muestra U2

La unidad de muestra U2, de 228.75 m<sup>2</sup>, pertenece al tramo 1 de la Vía de Evitamiento Norte y no presenta cambios de sección. Esta área sigue formando parte de la sección 1 junto con la unidad de muestra anterior (U1).

Las fallas de nivel de severidad bajo fueron: Piel de cocodrilo, corrugación, depresión, fisuras longitudinales y transversales, ahuellamiento, desplazamiento, y peladura. También se registraron parches alta severidad y peladuras de severidad media. Ver tabla 6.3.

La falla que más afecta al deterioro del pavimento es la corrugación, pues se presenta en toda la superficie. Seguida a esta falla está la peladura de nivel bajo que también se extiende en toda el área y la peladura de mediana severidad que cubre cerca de 5.60 m<sup>2</sup> de área.

También se encontraron ahuellamientos de severidad baja, que también contribuyen al daño de la pista.

Las fallas menos influyentes son un parche de alta severidad y dos depresiones de severidad baja que tienen área despreciable, comparada con el área total inspeccionada.

El tamaño de las fallas de exudación, fisuras longitudinales y transversales y los desplazamientos, no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Es por ello que el valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.4 se obtuvieron 4 valores deducidos: 36.7, 25.4, 14.5 y 5. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 50, dando como resultado un índice de 50 que corresponde a un pavimento regular.

Para mejorar el estado de la unidad de muestra analizada se recomienda aplicar un riego asfáltico o riego de liga.

**Tabla 6.3. Hoja de registro de la unidad de muestra U2, tramo 1, sección 1, de la Vía de Evitamiento Norte.**

METODO			NIVEL DE SEVERIDAD:			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			L=BAJA M= MEDIO H= ALTA			
HOJA DE REGISTRO						
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte		Sección:	4	Unidad de muestra:	U2
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha:	11/09/2014	Área:	228.75
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	19. desprendimiento de agregados			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDA		TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.64	0.48	1.12	0.49	5	
5L	92.4	99	191.4	83.67	36.7	
6L	13.5	14.4	38.7	16.92	25.4	
10L	3.5	10.8	3.05	1.53	0	
11H	0.22		0.22	0.10	0	
18L	172.5		172.5	75.41	14.5	

**Tabla 6.4. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U2.**

#	Valor Deducido				Total	q	CD
4	36.7	25.4	14.5	5	81.6	4	50
1	36.7	25.4	14.5	2	76.6	3	49
2	36.7	25.4	2	2	64.1	2	47
3	36.7	2	2	2	40.7	1	40

$$\text{Max CDV} = 50$$

$$\text{PCI} = (100 - \text{Max CDV}) = 50$$

$$\text{RATING} = \text{REGULAR}$$

### Unidad de muestra U3

La unidad de muestra U3 tiene  $228.75 \text{ m}^2$  y pertenece al tramo 1 y a la sección 1 de la Vía de Evitamiento Norte. No presenta cambios de sección.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: exudación, corrugación, fisuras longitudinales y transversales, parches, baches, ahuellamiento, desplazamiento y peladura. Además se registraron parches y fisuras longitudinales y transversales de mediana severidad. Ver tabla 6.5.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación, por ser una falla estructural y por presentarse en toda la superficie analizada; los dos baches y la peladura que se extiende en casi toda la superficie.

Las fallas que menos afectan al pavimento son el ahuellamiento, los parches de mediana severidad, y la exudación, pues sus áreas son pequeñas, comparada con el área total inspeccionada.

Las fisuras longitudinales y transversales, los parches y el desplazamiento no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Es por ello que el valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.6 se obtuvieron 5 valores deducidos: 39, 15, 14, 5 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 47, dando como resultado un índice de 53 que corresponde a un pavimento regular. Se recomienda aplicar un riego de liga y un bacheo en los baches para incrementar el PCI de la unidad de muestra analizada.

**Tabla 6.5. Hoja de registro de la unidad de muestra U3, tramo 1, sección 1, de la Vía de Evitamiento Norte.**

METODO ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					NIVEL DE SEVERIDAD: L=BAJA M= MEDIO H= ALTA				
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Vía Evitamiento Norte					Sección: 1		Unidad de muestra: U3		
Ejecutor: RABANAL PAJARES, JAIME E.					Fecha: 14/09/2014		Área: 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	19. desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
2L	0.0228	0.0021	0.002	0.018	0.6	0.784	1.5189	0.66	0
5L	13.44	24.15	41.16	25.6	46	78.4	228.75	100.00	39
6L	0.42	0.25	0.3	0.9	0.375	0.435	2.68	1.17	5
7L	0.09	0.14					0.23	0.10	0
11M	0.27						0.27	0.12	4
11H	0.07						0.07	0.03	0
14L	0.12	0.06	1.28	2.3	0.44		4.205	1.84	14
15L	0.10	0.08	0.065	0.084	0.055		0.388	0.17	0
17L	0.64						0.64	0.28	0
19L	13.44	24.15	41.16	25.6	45.724	78.4	228.474	99.88	15

**Tabla 6.6. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U3.**

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	39	15	14	5	4	77	5	40
2	39	15	14	5	2	75	4	42
3	39	15	14	2	2	72	3	46
4	39	15	2	2	2	60	2	44
5	39	2	2	2	2	47	1	47

$$\text{MAX CDV} = 47$$

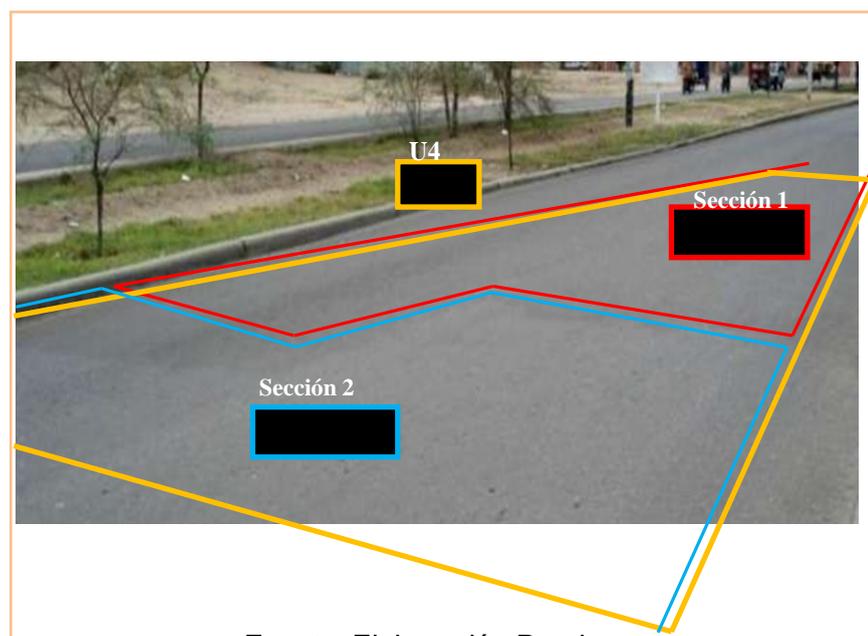
$$\text{PCI} = 53$$

$$\text{RATING} = \text{REGULAR}$$

#### Unidad de muestra U4

En la unidad de muestra U4 ocurre el primer cambio de sección. El área total se divide en dos regiones, una pertenece a la sección anterior (sección 1) y la otra es la sección nueva o sección 2. Ver fotografía 6.1.

**Fotografía 6.1. Unidad de muestra U4.**



La unidad de muestra U4 de 228.75 m<sup>2</sup> queda dividida en dos secciones: 114.88 m<sup>2</sup> pertenecientes a la sección 1 y 113.87 m<sup>2</sup> pertenecientes a la sección 2.

#### **Unidad de muestra U4, sección 1**

Las fallas de nivel de severidad bajo fueron: exudación, corrugación, depresión, fisuras de borde, ahuellamiento, desplazamiento, y peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados. No se registraron fallas de mediana o alta severidad. Ver tabla 6.7

Las fallas que más afectan al deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura porque se presentan en toda la superficie. Seguida a estas fallas se encontró un ahuellamiento y una depresión, ambas de baja severidad, que también contribuyen al daño de la pista.

Las fallas menos influyentes son la exudación y la fisura de borde. El desplazamiento no afecta para nada al estado del pavimento, pues su tamaño no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. El valor deducido del desplazamiento es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.9 se obtuvieron 6 valores deducidos: 39, 15.8, 6.4, 4.0, 1.3 y 0.2. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 49, dando como resultado un índice de 51 que corresponde a un pavimento regular.

Para mejorar el estado de la unidad de muestra se recomienda aplicar un riego asfáltico.

#### **Unidad de muestra U4, sección 2**

Las fallas de nivel de severidad baja fueron: exudación, corrugación, depresión, fisuras longitudinales y transversales, parches, ahuellamiento, desplazamiento, fisura parabólica y peladuras. Se registró también una depresión de mediana severidad. Ver tabla 6.8

Las fallas que más afectan al deterioro del pavimento es la corrugación por tratarse de una falla estructural, y la depresión que tiene un grado de severidad medio. También está la peladura, que es la falla que más área abarca.

Las fallas menos influyentes son la exudación, la fisura parabólica y las fisuras longitudinales y transversales que juntas alcanzan una longitud total de 5.00 m.

El desplazamiento y los parches no influyen en el estado del pavimento, pues su tamaño no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. El valor deducido de estas fallas es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.10 se obtuvieron 8 valores deducidos: 20, 12, 10, 5.2, 4.0, 3.7, 2.3 y 0.2. El máximo valor deducido corregido es 34, dando como resultado un PCI de 66 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 6.7. Hoja de registro de la unidad de muestra U4, tramo 1, sección 1, de la Vía de Evitamiento Norte**

METODO			NIVEL DE SEVERIDAD:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO			L=BAJA M= MEDIO H= ALTA		
HOJA DE					
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte	Sección:	1	Unidad de muestra:	U4
Ejecutor:	Rabanal Pajares Jaime E.	Fecha:	21/09/2014	Área:	114.88
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamien.		
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento			
FALLA	CANTID		TOTAL	DENSID	VALOR DEDUCIDO
1H	0.40825	1.11075	1.519	1.32	39
6L	0.48		0.48	0.42	4
7L	0.58		0.58	0.50	1.3
14L	0.8875		0.8875	0.77	6.4
15L	0.056	0.02	0.076	0.07	0
18L	40.825	74.05	114.875	100.00	15.8

**Tabla 6.8. Hoja de registro de la unidad de muestra U4, tramo 1, sección 2, de la Vía de Evitamiento Norte**

METODO PCI				NIVEL DE SEVERIDAD:				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				L=BAJA M= MEDIO H= ALTA				
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte			Sección:	2		Unidad de muestra:	U4
Ejecutor:	Rabanal Pajares Jaime E.			Fecha:	21/09/2014		Área:	113.87
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizami.			
2. Exudación	7. Fisura de borde			12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches	18. Peladura por intemperismo y			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDA			TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO		
1MM	0.45425	1.02675		1.481	1.30	20		
6L	0.216			0.216	0.19	4		
6M	1.8			1.8	1.58	10		
10L	0.1	2.3	1.3	0.7	0.4	0.2	5	
11L	0.013	0.		0.023	0.02	0		
14L	0.11	0.5925		0.7025	0.62	5.2		
15L	0.152	0.1		0.252	0.22	0		
16L	0.5			0.5	0.44	2.3		
18L	25.675	23.677		49.352	43.3	12		

**Tabla 6.9. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U4, sección 1.**

#	Valor Deducido						Tot	q	CDV
1	39	15	6.4	4	1.3	0.2	66	4	37
2	39	15	6.4	2	1.3	0.2	64	3	43
3	39	15	2	2	1.3	0.2	60	2	45
4	39	2	2	2	1.3	0.2	46	1	49

MAX CDV = 49

PCI = 51

RATING = **REGULAR**

**Tabla 6.10. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U4, sección 2.**

#	Valor								Tot	q	CDV
1	20	12	10	5.2	4	3.7	2.3	0.2	57	7	24
2	20	12	10	5.2	4	3.7	2	0.2	57	6	24
3	20	12	10	5.2	4	2	2	0.2	55	5	26
4	20	12	10	5.2	2	2	2	0.2	53	4	29
5	20	12	10	2	2	2	2	0.2	50	3	32
6	20	12	2	2	2	2	2	0.2	42	2	32
7	20	2	2	2	2	2	2	0.2	32	1	34

MAX CDV = 34

PCI = 66

RATING = **BUENO**

### Unidad de muestra U5

La unidad de muestra U5 tiene  $228.75 \text{ m}^2$  y pertenece al tramo 1 y a la sección 2 de la Vía de Evitamiento Norte. No presenta cambios de sección.

Las fallas encontradas con grado de severidad bajo fueron: exudación, corrugación, depresión, fisuras de borde, fisuras longitudinales y transversales, ahuellamiento, desplazamiento, fisura parabólica y peladuras. Con nivel de severidad medio tenemos un parche de  $1.44 \text{ m}^2$  de superficie. Ver tabla 6.11.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación, el

ahuellamiento y la depresión, por ser fallas estructurales. También se considera la peladura, por encontrarse en casi toda el área de la unidad de muestra; las fisuras longitudinales y transversales y por último el parche de mediana severidad.

La falla que menos afectan al pavimento es la exudación. Las fisuras de borde, los desplazamientos y la fisura parabólica son despreciables, por lo que su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 5.12 se obtuvieron 7 valores deducidos: 26.6, 17.1, 14, 11.4, 10.2, 7.7 y 0.1. Así, se obtiene como máximo valor deducido corregido 43, dando como resultado un índice de 57 que corresponde a un pavimento bueno.

Para las fallas localizadas más influyentes, se recomienda aplicar un riego de liga o riego asfáltico.

### **Unidad de muestra U6**

Entre las unidades de muestra U5 y U6, ocurre el último cambio de sección del tramo 1. La unidad de muestra U5 pertenece a la sección 2, pero la unidad de muestra U6 ya forma parte de la nueva sección, llamada sección 3.

No se divide ninguna unidad de muestra, como fue el caso de U4. Todos los 228.75 m<sup>2</sup> de U6 pertenecen a la sección 3.

**Tabla 6.11. Hoja de registro de la unidad de muestra U5, tramo 1, sección 2, de la Vía de Evitamiento Norte.**

METODO PCI						NIVEL DE SEVERIDAD:				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO						L=BAJA				
HOJA DE REGISTRO						M= MEDIO				
HOJA DE REGISTRO						H= ALTA				
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte					Sección:	2		U5	
								228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento							
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento							
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento								
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento								
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSID	VALOR DEDUCIDO			
1M	0.7125	0.2	1.35	0.	0.018	0.22	2.7705	1.21	26.6	
6L	0.5	2.4	16.2				19	8.35	14	
7L	0.48	0.2					0.6	0.30	0	
10L	13.9	12.	0.4	0	0	4	32	14.2	10.2	
11M	1.44						1.44	0.63	7.7	
14L	0.132	0.5	0.55	5.625			6.882	3.01	17.1	
15L	0.019	0.02	0.00	0.025	0.0315			0.1099	0.05	0
16L	0.1525						0.1525	0.07	0	
18L	17.56	24.	27.7	22			92.21	40.3	11.4	

**Tabla 6.12. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U5, sección 2.**

#	Valor Deducido							Total	q	CD
1	26.6	17.1	14	11	10.2	7.7	0.1	87.1	7	24
2	26.6	17.1	14	11	10.	7.7	0.1	87	6	25
3	26.6	17.1	14	11	10.	2	0.1	73	5	26
4	26.6	17.1	14	11	2	2	0.1	62	4	28
5	26.6	17.1	14	2	2	2	0.1	58	3	32
6	26.6	17.1	2	2	2	2	0.1	54	2	34
7	26.6	2	2	2	2	2	0.1	34	1	36

$$\text{MAX CDV} = 34$$

$$\text{PCI} = 66$$

$$\text{RATING} = \text{BUENO}$$

### Unidad de muestra U6

Todas las fallas encontradas en la unidad de muestra U6, presentan un nivel de severidad Bajo: exudación, corrugación, depresión, fisuras de borde, fisuras longitudinales y transversales, parches, ahuellamientos y peladuras. Ver tabla 6.13.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación (falla estructural) y la peladura que está presente en casi toda el área de la unidad de muestra.

Las fallas que menos afectan al pavimento son las depresiones, el ahuellamiento, las fisuras de borde y mínimamente la exudación.

Las fisuras longitudinales y transversales y los parches no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Es por ello que el valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.14 se obtuvieron 6 valores deducidos: 25.3, 15.8, 7.2, 5.1, 1.7 y 0.1. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 36, dando como resultado un índice de 64 que corresponde a un pavimento bueno. Se recomienda aplicar un riego de liga para eliminar las fallas de corrugación y peladura que son las que más afectan al pavimento.

**Tabla 6.13. Hoja de registro de la unidad de muestra U6, tramo 1, sección 3.**

METODO					NIVEL DE SEVERIDAD:				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					L=BAJA M= MEDIO H= ALTA				
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte				Sección:	3		Unidad de muestra:	U6
Ejecutor:	Rabanal pajares, Jaime E.				Fecha:	27/09/2014		Área:	228.75
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión				11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Baches	18. Peladura por intemperismo y			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma				14. Ahuellamiento	19. desprendimiento de agregados			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO		
1H	0.45	0.065	0.45	0.625	0	2.49	1.09	0.1	
5L	7.5	21.6	8	32		70	30.6	25.3	
6L	4.34	3	0.28			7.62	3.33	7.2	
7L	0.1	2.4				2.5	1.09	1.7	
10L	2.5	0.2	1			3.7	1.62	0	
11L	0.3	0.04	0.24			0.58	0.25	0	
14L	0.616	0.75				1.36	0.60	5.1	
18L	31.25	45	62	89.42		228.17	99.7	15.8	

**Tabla 6.14. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U6.**

#	Valor Deducido						Total	q	CDV
1	25.3	15.8	7.2	5.1	1.7	0.1	55.2	4	30
2	25.3	15.8	7.2	2	1.7	0.1	52.1	3	33
3	25.3	15.8	2	2	1.7	0.1	46.9	2	36
4	25.3	2	2	2	1.7	0.1	33.1	1	34
5									

MAX CDV = 36  
 PCI = 64  
 RATING = **BUENO**

### Unidad de muestra U7

La unidad de muestra U7 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>, dividida por una intersección de pavimento rígido. Este tipo de pavimento no ha sido tomado en cuenta durante la inspección, pues esta tesis abarca sólo pavimento flexible. El área restante de U7 se mide pasando la losa, hasta completar el área total de dicha unidad de muestra. Ver fotografía 6.2.

**Fotografía 6.2. Unidad de muestra U7.**



Fuente: Elaboración propia

Se observa la unidad de muestra U7 señalada de color rojo. Se deja de lado, y se completa el área de U7 hasta ser igual a 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: exudación, corrugación, depresión, fisura de borde, fisuras longitudinales y transversales, parches, desplazamiento y peladuras. Se registraron también una depresión, fisuras longitudinales y transversales, y peladuras de mediana severidad. Ver tabla 6.15.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la depresión y la peladura, ambas de severidad media. Después continúan la corrugación, la peladura de baja severidad, las fisuras de mediana severidad y la depresión de baja severidad.

Las fallas que menos afectan al pavimento son las fisuras de borde, longitudinales y transversales de baja severidad.

La exudación, los parches y el desplazamiento no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.16 se obtuvieron 8 valores deducidos: 42.5, 18.2, 16.6, 15.2, 12.2, 10.7, 2.0 y 1.5. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 59, dando como resultado un índice de 41 que corresponde a un pavimento regular. Se recomienda aplicar un riego de liga y un bacheo para las depresiones.

**Tabla 6.15. Hoja de registro de la unidad de muestra U7, tramo 1, sección 3, de la Vía de Evitamiento Norte.**

METODO PCI ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					NIVEL DE SEVERIDAD: L=BAJA M= MEDIO H= ALTA					
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía:		Vía de Evitamiento Norte			Sección:		3		Unidad de muestra: U7	
Ejecutor:		Rabanal pajares, Jaime E			Fecha:		28/09/2014		Área: 228.75	
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento					
FALLA		CANTIDAD			TOTAL		DENSIDAD		VALOR DEDUCIDO	
1M	0.0225	0.0025	0.0049	0.0081			0.038	0.02	0	
5L	6.25	2.25	7.2	2	1	8	33.1	14.47	16.6	
6L	12	1.5					13.5	5.90	10.7	
6M	51						51	22.30	42.5	
7L	3.6						3.6	1.57	2	
10L	2.4	0.18	3.8				6.38	2.79	1.5	
10M	6.6	1	1	3.5			12.1	5.29	12.2	
11L	0.005	0.0027	0.0025				0.0102	0.004	0	
15L	0.75						0.75	0.33	0	
18L	30	43.2	63.75	6			199.95	87.41	15.2	
18M	24						24	10.49	18.2	

**Tabla 6.16. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U7.**

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	42.5	18.2	16.6	15.2	12.2	10.7	0.56	0.4	16	6	57
2	42.5	18.2	16.6	15.2	12.2	2	0.56	0.42	08	5	57
3	42.5	18.2	16.6	15.2	2	2	0.56	0.42	7.5	4	58
4	42.5	18.2	16.6	2	2	2	0.56	0.42	4.3	3	54
5	42.5	18.2	2	2	2	2	0.56	0.42	9.7	2	52
6	42.5	2	2	2	2	2	0.56	0.42	3.5	1	54

MAX CDV = 58

PCI = 42

RATING = **Regular**

### Unidad de muestra U8

La unidad de muestra U8, de 228.75 m<sup>2</sup>, pertenece al tramo 1 de la Vía de Evitamiento Norte y no presenta cambios de sección. Esta área sigue formando parte de la sección 3 junto con las unidades de muestras anteriores: U6 y U7.

Las fallas de nivel de severidad bajo fueron: exudación, corrugación, depresión, fisuras longitudinales y transversales, parches, desplazamiento, hinchamiento y peladuras. De severidad mediana se encontraron fisuras longitudinales y transversales y parches de mediana severidad. Ver tabla 6.17.

La falla que más afecta al deterioro del pavimento es la corrugación, las depresiones (de bajo y medio nivel de severidad), y la peladura.

Las fallas menos influyentes son los parches de baja y mediana severidad. Todos los parches de baja severidad, causan un daño similar al originado por tan sólo un parche pero de severidad media.

Ninguna de las fisuras longitudinales y transversales encontradas afectaron significativamente al pavimento, ya que se detectaron sólo dos y de longitud despreciable comparada con toda la unidad de muestra. Lo mismo ocurrió con la exudación, el desplazamiento y el hinchamiento, pues su valor deducido es igual a cero.

Como se aprecia en la tabla 6.18 se obtuvieron 6 valores deducidos: 19, 18.5, 16.3, 15.5, 4.5 y 4.0. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 41, dando como resultado un índice de 59 que corresponde a un pavimento bueno.

Para mejorar el estado de la unidad de muestra analizada se recomienda aplicar un riego asfáltico (riego de liga).

**Tabla 6.17. Hoja de registro de la unidad de muestra U8, tramo 1, sección 3.**

METODO					NIVEL DE SEVERIDAD:				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					L=BAJA	M= MEDIO	H= ALTA		
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía:		Vía de Evitamiento Norte		Sección:		3			
Ejecutor:		Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha:		28/09/2014			
						Unidad de muestra: U8			
						Área: 228.75			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO		
1L	0.02	0.0	0.01		0.09	0.04	4		
5L	3	14.	12	11	40.9	17.8	1		
6L	25	0.7	1.05		26.7	11.7	18.5		
6M	9				9	3.93	16.3		
10L	0.1				0.1	0.04	0		
10M	0.3				0.3	0.13	0		
11L	0.0232	0.4	3.24	0.3	0.006	0.005	4.012	1.75	4
11M	0.49						0.49	0.21	4.5
15L	0.05						0.05	0.02	0
17L	0.84	0.5					1.38	0.60	0
18L	11.25	60	46.2	92			210	91.8	15.5

**Tabla 6.18. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U8.**

#	Valor Deducido						Total	q	CDV
1	19	18.5	16.3	15.5	4.5	4	77.8	6	38
2	19	18.5	16.3	15.5	4.5	2	75.8	5	39
3	19	18.5	16.3	15.5	2	2	73.3	4	41
4	19	18.5	16.3	2	2	2	59.8	3	38
5	19	18.5	2	2	2	2	45.5	2	33
6	19	2	2	2	2	2	29	1	28
7									

MAX CDV = 41  
 PCI = 59  
 RATING = **Bueno**

### Unidad de muestra U9

La unidad de muestra U9 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: exudación, corrugación, depresión, fisuras longitudinales y transversales, ahuellamiento, hinchamiento y peladuras. Se encontraron los tres niveles de severidad en parches, y una severidad alta en las fisuras de borde y fisuras longitudinales y transversales. Ver tabla 6.19.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación, por ser una falla estructural y la fisura de borde de 9 metros de longitud, por ser de severidad alta.

Las fallas que menos afectan al pavimento son: el único parche de severidad media, las depresiones, las peladuras y el ahuellamiento.

El resto de fallas como son: la exudación, las fisuras longitudinales y transversales de baja y alta severidad, el parche de baja y alta severidad, y el hinchamiento, no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.20 se obtuvieron 6 valores deducidos: 21, 14.5, 6.2, 5.8, 4.8 y 1.7. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 32, dando como resultado un índice de 68 que corresponde a un pavimento bueno.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico y un bacheo profundo para la depresión de severidad alta.

**Tabla 6.19. Hoja de registro de la unidad de muestra U9, tramo 1, sección 3.**

METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					NIVEL DE SEVERIDAD: L=BAJA M= MEDIO H= ALTA												
HOJA DE REGISTRO																	
Nombre de la vía: muestra: Ejecutor:		Vía de Evitamiento Norte Rabanal Pajares, Jaime E.			Sección: 3 Fecha: 28/09/2014		Unidad de U9 Área: 228.75										
1. Piel de cocodrilo	2. Exudación	3. Fisuras en bloque	4. Abultamientos y hundimientos	5. Corrugación	6. Depresión	7. Fisura de borde	8. Fisura de reflexión de junta	9. Desnivel carril-berma	10. Fisuras longitudinales y transversales	11. Parches y parches de cortes utilitarios	12. Agregado pulido	13. Baches	14. Ahuellamiento	15. Desplazamiento	16. Fisura parabólica o por deslizamiento	17. Hinchamiento	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados
FALLA		CANTIDA			TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO										
1L	0.129	0.04	0.893	0.7035	0.04	1.37	1.8057	0.79	0								
5L	4	5	5	5	28.8	14.4	48.8	21.33	21								
6L	0.4	0.8	0.8	3			5.3	2.32	5.8								
7H	8		1				9	3.93	14.5								
10L	3.4	0.19					3.59	1.57	0								
10H	0.19						0.19	0.08	0								
11L	0.008						0.008	0.004	0								
11M	0.983						0.983	0.43	6.2								
11H	0.037						0.037	0.02	0								
14L	0.376						0.376	0.17	1.7								
17L	0.71						0.71	0.31	0								
18L	3.4	20					23.6	10.32	4.8								

**Tabla 6.20. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U9.**

#	Valor Deducido						Tot	q	CD
1	21	14	6.2	5.8	4.8	1.7	5	5	26
2	21	14	6.2	5.8	2	1.7	51	4	27
3	21	14	6.2	2	2	1.7	47	3	29
4	21	14	2	2	2	1.7	43	2	32
5	21	2	2	2	2	1.7	30	1	31

$$\begin{aligned} \text{MAX CDV} &= 32 \\ \text{PCI} &= 68 \\ \text{RATING} &= \text{Bueno} \end{aligned}$$

### Unidad de muestra U10

La unidad de muestra U10 sigue perteneciendo a la sección 3 y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>, al igual que sus predecesoras.

Las fallas de nivel de severidad bajo fueron: exudación, corrugación, depresión, fisuras longitudinales y transversales, parches, baches, ahuellamiento y peladura. Se presenta además un parche con nivel de severidad alto. Ver tabla 6.21.

La falla que más afecta al deterioro del pavimento es la corrugación, seguida de los dos baches y finalmente el parche de alta severidad.

Las fallas menos influyentes son la peladura, ahuellamiento, las depresiones, los parches y las fisuras longitudinales y transversales. La única falla que no afecta al pavimento es la exudación de valor deducido igual a cero.

Como se aprecia en la tabla 6.22 se obtuvieron 7 valores deducidos: 22.8, 17.8, 12, 8.4, 4.7, 3.4 y 0.5. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 39, dando como resultado un índice de 61 que corresponde a un pavimento bueno.

Para mejorar el estado de la unidad de muestra analizada se recomienda aplicar un riego de liga, un bacheo para los huecos y realizar la sustitución del parche

**Tabla 6.21. Hoja de registro de la unidad de muestra U10, tramo 1, sección 3.**

METODO				NIVEL DE SEVERIDAD:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				L=BAJA	M= MEDIO	H= ALTA
HOJA DE REGISTRO						
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte			Sección:	3	
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.			Fecha:	28/09/2014	
				Unidad de muestra:	U10	
				Área:	228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDA			TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO
1L	0.1	0.16	0.3	0.56	0.24	17.8
5L	20	15	21.6	56.6	24.74	22.8
6L	1.35	1.36	0.65	3.36	1.47	4.7
10L	3	2		5	2.19	0.5
11L	0.0121	0.018	3.456	3.4861	1.52	3.4
11H	0.7854			0.7854	0.34	12
13L	1	1		2	0.87	17.8
14L	1.25			1.25	0.55	4.7
18L	18.25	31.25		49.5	21.64	8.4

**Tabla 6.22. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U10.**

#	Valor Deducido							Tot	q	CDV
1	22.8	17.8	12	8.4	4.7	3.4	0.5	69	6	32
2	22.8	17.8	12	8.4	4.7	2	0.5	68	5	35
3	22.8	17.8	12	8.4	2	2	0.5	65	4	36
4	22.8	17.8	12	2	2	2	0.5	59	3	39
5	22.8	17.8	2	2	2	2	0.5	49	2	36
6	22.8	2	2	2	2	2	0.5	33	1	34
7										

MAX CDV = 39

PCI = 61

RATING = **Bueno**

### Unidad de muestra U11

La unidad de muestra U11 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: exudación, corrugación, depresión, fisuras longitudinales y transversales, fisuras parabólicas y peladura. Además hay parches de mediana severidad, y fisuras longitudinales y transversales de severidad media y alta. Ver tabla 6.23.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación, los parches de severidad media y las depresiones por ser todas fallas estructurales.

Las fallas que menos afectan al pavimento son: las peladuras y las fisuras longitudinales y transversales de mediana severidad. El resto de fisuras no influyen en la condición del pavimento, debido a su poco tamaño. Lo mismo ocurre con la exudación que tiene valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.24 se obtuvieron 5 valores deducidos: 29, 22.2, 16.4, 9.2 y 1.9. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 45, dando como resultado un índice de 55 que corresponde a un pavimento regular.

Se recomienda aplicar un riego asfáltico, un bacheo profundo para la depresión y la sustitución de los tres parches encontrados.

**Tabla 6.23. Hoja de registro de la unidad de muestra U11, tramo 1, sección 3.**

METODO ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					NIVEL DE SEVERIDAD: L=BAJA M= MEDIO H= ALTA				
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte				Sección:	3	Unidad de muestra:	U11	
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha:	28/09/2014	Área:	228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión				11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Agregado pulido		17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma				14. Ahuellamiento				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
1M	0.16	0.048	0.016	0.0225	0.2	0.446	0.	1.9	
5L	10	21.6	30	3		97	42.67	29	
6L	2	8.4	6	0.5	5.04	23.34	10.20	16	
10L	0.8	1	1.6	0.9		4	1.	0	
10M	1.1	0.7				1	0.	1	
10H	0.2	0.15	0.13	0.1		0.	0.	0	
11M	1.76715	4.2	5.25			11.217	4.	22	
16L	0.035	0.05				0.085	0.	0	
18L	26.25	12.6	9.72	9.46		58.03	25.37	9.2	

**Tabla 6.24. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U11.**

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	29	22.2	16.4	9.2	1.9	78.7	4	44
2	29	22.2	16.4	2	1.9	71.5	3	45
3	29	22.2	2	2	1.9	57.1	2	42
4	29	2	2	2	1.9	36.9	1	37
5								

MAX CDV = 45

PCI = 55

RATING = **Regular**

### Unidad de muestra U12

La unidad de muestra U12 sigue perteneciendo a la sección 3 y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>, al igual que las unidades anteriores.

Todas las fallas localizadas tuvieron un nivel de severidad bajo: exudación, corrugación, depresión, parches y peladura. Ver tabla 6.25.

La fallas que más afectan al deterioro del pavimento son: la corrugación, que abarca casi la mitad del área de la unidad; las depresiones, que son fallas estructurales muy dañinas y la peladura que se extiende más de la mitad del área de la unidad.

Las únicas fallas que no influyen en el pavimento son la exudación y el parche. Sus valores deducidos son iguales a cero.

Como se aprecia en la tabla 6.26 se obtuvieron 3 valores deducidos: 30.5, 27.9 y 14.4. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 45, dando como resultado un índice de 55 que corresponde a un pavimento regular.

Para mejorar el estado de la unidad de muestra analizada se recomienda aplicar un riego de liga o riego asfáltico.

**Tabla 6.25. Hoja de registro de la unidad de muestra U12, tramo 1, sección 3.**

METODO					NIVEL DE SEVERIDAD:						
ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					L=BAJA M= MEDIO H= ALTA						
HOJA DE REGISTRO											
Nombre de la vía: Ejecutor:		Vía de Evitamiento Norte Rabanal Pajares, Jaime E.			Sección: Fecha:		4 28/09/2014		Unidad de muestra: Área:		U12 228.75
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento				
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido		17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento						
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento						
FALLA		CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO			
1L	0.04	0.78	0.015	0.1	0.03	0.04	1.005	0.44	4		
1M	25	50.4	2	1			110.4	48.26	30.5		
6L	6.24	18.48	8.125	1			42.845	18.73	27.9		
11L	0.3846						0.384	0.17	0		
18L	62.5	32.5	31.25	4			171.25	74.86	14.4		

**Tabla 6.26. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U12.**

#	Valor Deducido			Total	q	CDV
1	30.5	27.9	14.4	72.8	3	41
2	30.5	27.9	2	60.4	2	45
3	30.5	2	2	34.5	1	34

$$\begin{aligned} \text{MAX CDV} &= 45 \\ \text{PCI} &= 55 \\ \text{RATING} &= \text{Regular} \end{aligned}$$

### Unidad de muestra U13

La unidad de muestra U13 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parches y peladuras. Todas con nivel de severidad bajo. Ver tabla 6.27.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y las depresiones, por ser todas fallas estructurales.

La falla que menos afecta al pavimento es la peladura, que cubre gran parte del área de la unidad de muestra.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y el parche. Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.28 se obtuvieron 3 valores deducidos: 29.4, 25 y 15.1. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 44, dando como resultado un índice de 56 que corresponde a un pavimento bueno.

Se recomienda aplicar un riego de liga y un bacheo poco profundo para la depresión.

**Tabla 6.27. Hoja de registro de la unidad de muestra U13, tramo 1, sección 3.**

<b>METODO</b>					<b>NIVEL DE SEVERIDAD:</b>				
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>					L=BAJA				
<b>HOJA DE REGISTRO</b>					M= MEDIO				
					H= ALTA				
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte				Sección:	3		Unidad de muestra:	U13
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha:	28/09/2014		Área:	228.75
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión				11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma				14. Ahuellamiento				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Desplazamiento				
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDA D</b>				<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>		
1L	0.06	0.02	0.018	0.09	0.188	0.08	4		
5L	20	36	25	20	101	44.15	29.4		
6L	9	16.5	12.5		38	16.61	25		
11L	0.331				0.331831	0.15	0		
18L	62.5	45	90		197.5	86.34	15.1		

**Tabla 6.28. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U13.**

#	Valor Deducido			Total	q	CDV
1	29.4	25	15.1	69.5	3	44
2	29.4	25	2	56.4	2	42
3	29.4	2	2	33.4	1	33

$$\text{MAX CDV} = 45$$

$$\text{PCI} = 55$$

$$\text{RATING} = \text{Regular}$$

#### Unidad de muestra U14

La unidad de muestra U14 sigue perteneciendo a la sección 3 y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>, al igual que las unidades anteriores, a partir de la U6 en adelante.

La corrugación, depresión, fisuras longitudinales y transversales, dos parches y las peladuras, son las fallas que presentaron un nivel de severidad bajo. Además, se localizó un parche de nivel medio, fisuras longitudinales y transversales de niveles mediano y alto, y dos baches de nivel alto de severidad. Ver tabla 6.29.

Las fallas que más afectan al deterioro del pavimento son los baches, gracias a su alta severidad. Seguida a esta falla se encuentran las fallas estructurales de depresión y corrugación.

Finalmente, extendiéndose por más de la mitad de área, está la peladura. Las fallas que ejercen menos influencia sobre el estado del pavimento son los parches y las fisuras longitudinales y transversales. La fisura de nivel de severidad bajo, no influye para nada en el pavimento, su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.30 se obtuvieron 8 valores deducidos: 49.9, 24.5, 22.3, 14.8, 9.8, 9.1, 3.1 y 2.5. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 67, dando como resultado un índice de 33 que corresponde a un pavimento malo.

Para mejorar el pavimento malo se recomienda aplicar un riego de liga y un bacheo profundo.

**Tabla 6.29. Hoja de registro de la unidad de muestra U14, tramo 1, sección 3.**

METODO					NIVEL DE SEVERIDAD:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					L=BAJA M= MEDIO H= ALTA		
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte			Sección:	3	Unidad de muestra:	U14
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.			Fecha:	28/09/2014	Área:	228.75
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde			12. Agregado pulido		17. Hinchamiento	
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento			
FALLA	CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO
5L	28.8	25			53.	23.52	22.3
6L	18	12	3.6	3.5	37.	16.22	24.5
10L	0.3	0.9			1.2	0.5	0
10M	0.6	0.2	0.4	0.8	2.4	1.0	2.5
10H	0.8	1.1	1		2.9	1.2	9.1
11L	0.5026	2.65			3.152	1.3	3.1
11M	2.07				2.0	0.9	9.8
13H	1	1			2	0.8	49.9
18L	183	2.03			185.	80.89	14.8

**Tabla 6.30. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U14.**

#	Valor Deducido									Total	q	CDV
1	49.9	24.5	22.3	14.8	9.8	5.46	1.86	1.5		130.	6	66
2	49.9	24.5	22.3	14.8	9.8	2	1.86	1.5		126.	5	66
3	49.9	24.5	22.3	14.8	2	2	1.86	1.5		118.	4	67
4	49.9	24.5	22.3	2	2	2	1.86	1.5		106.	3	65
5	49.9	24.5	2	2	2	2	1.86	1.5		85.7	2	62
6	49.9	2	2	2	2	2	1.86	1.5		63.2	1	64
7												

MAX CDV = 67

PCI = 33

RATING = **Malo**

### Unidad de muestra U15

La unidad de muestra U15 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.31.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área de U15.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica. Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 6.31. Hoja de registro de la unidad de muestra U15, tramo 1, sección 3.**

METODO			NIVEL DE SEVERIDAD:			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			L=BAJA M= MEDIO H= ALTA			
HOJA DE REGISTRO						
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte	Sección:	3	Unidad de muestra:	U15	
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.	Fecha:	28/09/2014	Área:	228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDA		TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.16	0.2	0.43	0.19	0	
5L	20	28.	48.8	21.3	21.1	
6L	12.6		12.6	5.51	10.1	
11H	0.50		0.5026	0.22	9.6	
10L	0.012		0.012	0.01	0	
18L	128.1		128.1	56.0	13	

**Tabla 6.32. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U15.**

#	Valor Deducido				Total	q	CDV
1	21.1	13	10.1	9.6	53.8	4	27
2	21.1	13	10.1	2	46.2	3	28
3	21.1	13	2	2	38.1	2	28
4	21.1	2	2	2	27.1	1	26
5							

$$\begin{aligned} \text{MAX CDV} &= 28 \\ \text{PCI} &= 72 \\ \text{RATING} &= \text{Muy Bueno} \end{aligned}$$

### Unidad de muestra U16

La unidad de muestra U16, perteneciente al tramo 1. Con dicha unidad se han alcanzado los 600 metros lineales correspondientes a un sentido de vía de la Vía de Evitamiento Norte. El área sigue siendo la misma, de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fisuras en bloque, corrugación, depresión, parches y peladura, son las fallas que presentaron un nivel de severidad bajo. Además, se localizaron dos parches de nivel medio. Ver tabla 6.33.

Las fallas que más afectan al deterioro del pavimento son la corrugación y los parches de mediana severidad.

Las fallas que ejercen menos influencia sobre el estado del pavimento son las depresiones y la peladura.

Las fisuras en bloque y el parche de baja severidad tienen un valor deducido igual a cero, pues sus dimensiones son despreciables comparadas con la superficie total de la unidad de muestra U16.

Como se aprecia en la tabla 6.34 se obtuvieron 4 valores deducidos: 30, 19.9, 15.1 y 10.3. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 43, dando como resultado un índice de 57 que corresponde a un pavimento bueno

**Tabla 6.33. Hoja de registro de la unidad de muestra U16, tramo 1, sección 3.**

METODO				NIVEL DE SEVERIDAD:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				L=BAJA		
HOJA DE REGISTRO				M= MEDIO		
				H= ALTA		
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte			Sección:	3	
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.			Fecha:	28/09/2014	
				Unidad de muestra:	U16	
				Área:	228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento	
2. Exudación	7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento	
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intemperismo y	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento		desprendimiento de agregados	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Desplazamiento			
FALLA		CANTIDA		TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO
1L	0.25			0.25	0.11	0
3L	0.27			0.27	0.12	0
5L	25.2	20	6	106.2	46.4	30
10L	16.2	4.9		21.1	9.22	15.1
11L	0.5026	0.04		0.5426	0.24	0
11M	8	1		9	3.93	19.9
18L	73.2			73.2	32.0	10.3

**Tabla 6.34. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U16.**

#		Valor Deducido			Total	q	CDV
1	30	19.9	15.1	10.3	75.3	4	41
2	30	19.9	15.1	2	67	3	43
3	30	19.9	2	2	53.9	2	40
4	30	2	2	2	36	1	36

$$\begin{aligned} \text{MAX CDV} &= 43 \\ \text{PCI} &= 57 \\ \text{RATING} &= \text{Bueno} \end{aligned}$$

### Unidad de muestra U17

La unidad de muestra U17 tiene 228.75 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 1 de la Vía de Evitamiento Norte. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 2 a dicha región de pavimento.

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: corrugación, depresión, fisura de borde, ahuellamiento, desplazamiento, hinchamiento y peladura. Además se registraron parches de mediana y alta severidad. Ver tabla 6.17.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la corrugación, ya que aparte de ser una falla estructural (que afectan considerablemente al paquete estructural), se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla está la peladura que es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en toda el área. Asimismo se encontraron ahuellamientos de severidad baja, que también contribuyen al daño de la pista.

Las fallas que menos afectan al pavimento son el parche de mediana severidad y la depresión, pues sus áreas son pequeñas, comparada con el área total inspeccionada.

La exudación, fisuras de borde, desplazamiento, hinchamiento y el parche de alta severidad, no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra.

Es por ello que el valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 6.18 se obtuvieron 5 valores deducidos: 39, 15, 14, 5 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 47, dando como resultado un índice de 53 que corresponde a un pavimento regular.

Se recomienda aplicar un riego de liga para incrementar el PCI de la unidad de muestra analizada. Este riego de liga puede ser una lechada asfáltica (*Slurry Seal*) o un riego pulverizado (*Fog Seal*).

La lechada asfáltica consiste en una mezcla compuesta por una emulsión asfáltica de quiebre lento, árido bien graduado, filler, agua y eventualmente aditivos. Es una mezcla de consistencia fluida, colocada sobre la superficie del pavimento para brindarle protección.

El riego pulverizado o *Fog Seal* es la aplicación de una emulsión asfáltica a la superficie de un pavimento, pero sin el uso de agregados.

Las ventajas de aplicar un riego asfáltico sobre una superficie de pavimento flexible, son las siguientes:

- Los riegos tienen un bajo costo, su aplicación es económica y de alto rendimiento.
- Son de fácil y rápida aplicación. La nueva superficie puede ser utilizada poco después de ser aplicado el riego. Ideal para el mantenimiento de vías de mucho tráfico.
- Los riegos asfálticos evitan el deterioro del firme y los efectos de los agentes climatológicos. Proporcionan una duración especial y una excelente superficie de rodadura.
- El deterioro existente en los pavimentos (agrietamiento de la superficie, corrugación, peladuras, abultamientos y hundimientos, superficie resbaladiza, etc.) puede corregirse mediante la aplicación de un riego de liga evitando así un mayor deterioro.

**Tabla 6.17. Hoja de registro de la unidad de muestra U17, tramo 1, sección 4.**

METODO					ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte				Sección:	4		Unidad de muestra:	U17	
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha:	11/10/2014		Área:	228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por deslizamiento							
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento							
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento								
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento								
FALLA	CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO			
1L	0.09	0.08	0.08	0.08	0.01	0.005	0.345	0.15	0	
5L	28.8						28.8	12.5	15.1	
6L	19.2						19.2	8.39	14	
11M	0.7854						0.7854	0.34	5.5	
18L	228.75						228	99.6	15.8	

**Tabla 6.18. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U17.**

#	Valor Deducido				Total	q	CDV
1	15.8	15.1	14	5.5	50.4	4	26
2	15.8	15.1	14	2	46.9	3	28
3	15.8	15.1	2	2	34.9	2	25
4	15.8	2	2	2	21.8	1	21

$$\text{MAX CDV} = 28$$

$$\text{PCI} = 72$$

$$\text{RATING} = \text{Muy Bueno}$$

### Unidad de muestra U18

La unidad de muestra U18 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: Piel de cocodrilo, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.19.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica. Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.20 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy bueno

**Tabla 6.19. Hoja de registro de la unidad de muestra U18, tramo 1, sección 4.**

METODO				ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía:		Vía de Evitamiento Norte		Sección:	4	Unidad de muestra:	U18
Ejecutor:		Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha:	10/10/2014	Área:	228.75
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDA			TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.16	0.04	0.1	0.3	0.13	0	
5L	16	24	20.8	60.8	26.5	23.6	
6L	0.08	16		16.08	7.03	12.2	
7H	3.1			3.1	1.36	9.6	
11L	0.50265	3.05		3.5	1.55	3.5	
17L	0.15			0.15	0.07	0	
18L	128.1	61		189.1	82.6	14.9	

**Tabla 6.20. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U18.**

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	23.6	14.9	12.2	9.6	3.5	63.8	5	33
2	23.6	14.9	12.2	9.6	2	62.3	4	34
3	23.6	14.9	12.2	2	2	54.7	3	34
4	23.6	14.9	2	2	2	44.5	2	33
5	23.6	2	2	2	2	31.6	1	32

MAX CDV = 34

PCI = 66

RATING = **Bueno**

### Unidad de muestra U19

La unidad de muestra U19 pertenece a la sección 3, tramo 2, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.21.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica. Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.22 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 6.21 Hoja de registro de la unidad de muestra U19, tramo 1, sección 4.**

METODO				ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: <u>Vía de Evitamiento Norte</u>		Sección: <u>4</u>		Unidad de <u>U19</u>			
muestra: Ejecutor: <u>Rabanal Pajares, Jaime E.</u>		Fecha: <u>10/10/2014</u>		Área: <u>228.75</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por deslizamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDA			TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.06	0.4	1	1.46	0.64	0	
4H	3			3	1.31	37.7	
5L	28	12	25	65	28.4	24.4	
6L	16	5	7.5	28.5	12.4	19.5	
10M	1			1	0.44	0	
10H	1.2			1.2	0.52	5.1	
11H	7.26			7.26	3.17	31.6	
18L	10.2			10.2	4.46	3.1	

**Tabla 6.22 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U19.**

#	Valor Deducido						Tot	q	CDV
1	37.7	31.6	24.4	19.5	5.1	3.1	121	6	64
2	37.7	31.6	24.4	19.5	5.1	2	120	5	63
3	37.7	31.6	24.4	19.5	2	2	117	4	68
4	37.7	31.6	24.4	2	2	2	99.7	3	64
5	37.7	31.6	2	2	2	2	77.3	2	56
6	37.7	2	2	2	2	2	47.7	1	47
7									

MAX CDV = 68

PCI = 32

RATING = **Malo**

#### Unidad de muestra U20

La unidad de muestra U20 pertenece a la sección 3, tramo 2, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.23.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica. Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.24 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 6.23 Hoja de registro de la unidad de muestra U20, tramo 1, sección 4.**

METODO					ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte				Sección:	4		Unidad de muestra:	U20
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha:	11/10/2014		Área:	228.75
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión				11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma				14. Ahuellamiento				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO		
1L	0.3				0.3	0.13	0		
5L	18.3	30.5	15	10	73.8	32.2	25.9		
6L	5.4	1.7	7.5	4.4	19	8.31	13.9		
10L	8	0.4	0.7	0.2	9.3	4.07	3.4		
10H	1	1			2	0.87	49.9		
11M	1.83				1.83	0.80	9		
13M	3.6				3.6	1.57	39.5		
18L	21.6				21.6	9.44	4.8		

**Tabla 6.24 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U20.**

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	49.9	39.5	25.9	13.9	9	2.8	2.04	143.1	7	69	
2	49.9	39.5	25.9	13.9	9	2.8	2	143.1	6	70	
3	49.9	39.5	25.9	13.9	9	2	2	142.2	5	74	
4	49.9	39.5	25.9	13.9	2	2	2	135.2	4	75	
5	49.9	39.5	25.9	2	2	2	2	123.3	3	75	
6	49.9	39.5	2	2	2	2	2	99.4	2	70	
7	49.9	2	2	2	2	2	2	61.9	1	62	
8											

$$\begin{aligned} \text{MAX CDV} &= 68 \\ \text{PCI} &= 32 \\ \text{RATING} &= \text{Malo} \end{aligned}$$

#### Unidad de muestra U21

La unidad de muestra U21 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.25.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica. Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.26 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 6.25 Hoja de registro de la unidad de muestra U21, tramo 1, sección 4.**

METODO					ESQUEMA		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía:		Vía de Evitamiento Norte		Sección: <u>4</u>		Unidad de muestra: <u>U21</u>	
Ejecutor:		Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: <u>11/10/2014</u>		Área: <u>228.75</u>	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO
1L	0.06	0.09	0.8	0.16	1.11	0.49	0
5L	48.8				48.8	21.3	21.1
6L	27.5	20	10	12.5	70	30.6	34.8
10L	0.4	0.8			1.2	0.52	0
11L	0.42				0.42	0.18	0
11M	0.785				0.785	0.34	5.5
18L	25	30	76.2		131.2	57.3	13.1

**Tabla 6.26. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U21.**

#	Valor Deducido				Total	q	CDV
1	34.8	21.1	13.1	5.5	74.5	4	41.6
2	34.8	21.1	13.1	2	71	3	45
3	34.8	21.1	2	2	59.9	2	44
4	34.8	2	2	2	0.8	1	40

MAX CDV	=	45
PCI	=	55
RATING	=	<b>Bueno</b>

### Unidad de muestra U22

La unidad de muestra U22 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.27.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica. Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.28 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy bueno

**Tabla 6.27 Hoja de registro de la unidad de muestra U22, tramo 1, sección 4.**

METODO				ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la vía:		Vía de Evitamiento Norte		Sección:		Unidad de		
muestra: Ejecutor:		Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha:		Área:		
				4		U22		
				11/10/2014		228.75		
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento		
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intemperismo y		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento		desprendimiento de agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Desplazamiento				
FALLA		CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO
1L	0.24	0.3	0.5			1.04	0.45	0
5L	73.2	57.95	24.4			155.5	68.00	34.4
6L	30	15	8.75	10	30	94.25	41.20	38.2
10H	0.3					0.3	0.13	0
11L	0.24					0.24	0.10	0
13H	1					1	0.44	37.2
14L	4					4	1.75	12.9
17L	0.6					0.6	0.26	0
18L	22.5	76.25	38.125	10		146.87	64.21	13.7

**Tabla 6.28 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U22.**

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	38.2	37.2	34.4	13.7	12.9	136	5	70
2	38.2	37.2	34.4	13.7	2	126	4	72
3	38.2	37.2	34.4	2	2	114	3	66
4	38.2	37.2	2	2	2	81.4	2	58
5	38.2	2	2	2	2	46.2	1	46

MAX CDV	=	72
PCI	=	28
RATING	=	<b>Malo</b>

### Unidad de muestra U23

La unidad de muestra U23 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.29.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica. Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.30 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 6.29. Hoja de registro de la unidad de muestra U23, tramo 1, sección 4.**

METODO		ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte	Sección:	4		
muestra: Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.	Fecha:	11/10/2014		
			U23 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento			
FALLA	CANTIDA		TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO
1L	0.35		0.35	0.15	0
5L	76.25	30.5	198.2	86.6	37.1
6L	9.6	4	59.85	26.1	32.9
7H	3		3	1.31	9.6
10M	0.2	0.15	0.35	0.15	0
10H	0.24		0.24	0.10	0
11L	1.8	4.2	6	2.62	5.8
11M	0.50265		0.5026	0.22	4.6
13M	1	1	4	1.75	41.7
13H	1		1	0.44	37.2
14L	22.5		22.5	9.84	26.9
18L	131.25		131.2	57.3	13.1

**Tabla 6.30. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U23.**

#	Valor Deducido									Total	q	CDV
1	41.7	37.2	37.1	32.9	26.9	13.1	7.39	4.47	3.54	204	9	79
2	41.7	37.2	37.1	32.9	26.9	13.1	7.39	4.47	2	203	8	79
3	41.7	37.2	37.1	32.9	26.9	13.1	7.39	2	2	200	7	80
4	41.7	37.2	37.1	32.9	26.9	13.1	2	2	2	195	6	88
5	41.7	37.2	37.1	32.9	26.9	2	2	2	2	184	5	88
6	41.7	37.2	37.1	32.9	2	2	2	2	2	159	4	87
7	41.7	37.2	37.1	2	2	2	2	2	2	128	3	78
8	41.7	37.2	2	2	2	2	2	2	2	92.9	2	66
9	41.7	2	2	2	2	2	2	2	2	57.7	1	57

MAX CDV	=	88
PCI	=	12
RATING	=	<b>Muy Malo</b>

#### Unidad de muestra U24

La unidad de muestra U24 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.31.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica. Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 6.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 6.31. Hoja de registro de la unidad de muestra U24, tramo 1, sección 4.**

METODO		ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte		Sección:	4	Unidad de muestra:	U24	
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha:	11/10/2014	Área:	228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO
1L	0.04	0.06			0.1	0.04	0
5L	67.1	73.2	30.5	30	201.3	88.0	37
6L	27.5	22.5	9.37	10.625	70	30.6	34
7H	12	1.3			13.3	5.81	17
11M	0.86				0.8659	0.38	5
11H	0.36				0.36	0.16	8
18L	130	76.25			206.25	90.1	15

**Tabla 6.32. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U24.**

#	Valor Deducido						Tot	q	CDV
1	37.3	34.8	17.4	15.3	8.1	5.8	119	6	58
2	37.3	34.8	17.4	15.3	8.1	2	115	5	60
3	37.3	34.8	17.4	15.3	2	2	109	4	57
4	37.3	34.8	17.4	2	2	2	95.5	3	61
5	37.3	34.8	2	2	2	2	80.1	2	58
6	37.3	2	2	2	2	2	47.3	1	47

$$\text{MAX CDV} = 88$$

$$\text{PCI} = 12$$

$$\text{RATING} = \text{Muy Malo}$$

### Unidad de muestra U25

La unidad de muestra U25 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.18.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica.

Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 5.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 6.33 Hoja de registro de la unidad de muestra U25, tramo 1, sección 4.**

METODO		ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte	Sección:	4		
muestra: Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.	Fecha:	11/10/2014		
		Unidad de	U25		
		Área:	228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento			
FALLA	CANTIDA		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
5L	106.75		106.75	46.67	30.1
6L	28.125	22.5	73.125	31.97	35.3
7H	12		12	5.25	13.6
10M	6.6		6.6	2.89	6.6
11H	1.65	4.9	6.55	2.86	30.2
13L	1		1	0.44	8.587
13M	9		9	3.93	61.7
18L	70	52.5	122.5	53.55	12.8
19L	25	5.6	30.6		5.01
19M	96				3.46

**Tabla 6.34. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U25.**

#	Valor Deducido									Total	q	CDV
1	61.7	35.3	30.2	30	13.6	8.58	6.62	5.01	3.46	195	9	82
2	61.7	35.3	30.2	30	13.6	8.58	6.62	5.01	2	193	8	82
3	61.7	35.3	30.2	30	13.6	8.58	6.62	2	2	190	7	81
4	61.7	35.3	30.2	30	13.6	8.58	2	2	2	185	6	86
5	61.7	35.3	30.2	30	13.6	2	2	2	2	179	5	86
6	61.7	35.3	30.2	30	2	2	2	2	2	167	4	84
7	61.7	35.3	30.2	2	2	2	2	2	2	139	3	83
8	61.7	35.3	2	2	2	2	2	2	2	111	2	86
9	61.7	2	2	2	2	2	2	2	2	77.7	1	82

MAX CDV	=	86
PCI	=	14
RATING	=	<b>Muy Malo</b>

### Unidad de muestra U26

La unidad de muestra U26 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.18.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica.

Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 5.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy malo.

**Tabla 6.35 Hoja de registro de la unidad de muestra U26, tramo 1, sección 4.**

METODO				ESQUEMA		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte		Sección:	4	Unidad de muestra:	U26
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha:	11/10/2014	Área:	228.75
1. Piel de cocodrillo deslizamiento	6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por	
2. Exudación	7. Fisura de borde			12. Agregado pulido	17. Hinchamiento	
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento		
FALLA			CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1H	12	0.24	0.66	12.9	5.64	1.5
5L	61	73.2	61	195.	85.33	37
6L	16	30	42.5	134.	58.80	42.3
15L	0.24			0.24	0.10	0
18L	228.75			228	99.67	15.8

**Tabla 6.36 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U26.**

#	Valor Deducido				Tot	q	CD
1	42.3	37	15.8	1.5	96	3	63
2	42.3	37	2	1.5	82	2	60
3	42.3	2	2	1.5	47	1	48
4							

MAX CDV	=	63
PCI	=	37
RATING	=	<b>Malo</b>

### Unidad de muestra U27

La unidad de muestra U27 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.18.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica.

Su valor deducido cero.

Como se aprecia en la tabla 5.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy malo.

**Tabla 6.37 Hoja de registro de la unidad de muestra U27, tramo 2, sección 4.**

METODO					ESQUEMA						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
Nombre de la vía:		Vía de Evitamiento Norte			Sección:		4		Unidad de		U27
muestra: Ejecutor:		Rabanal pajares, Jaime E.			Fecha:		11/10/2014		Área:		228.75
1. Piel de cocodrillo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento								
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento								
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados								
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento									
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento									
FALLA			CANTIDA		TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO				
1L	0.25	0.1455	0.66	0.15	0.007	0.06	1.2725	0.56	0		
5L	54.9	36	30.1	24.4			1	63.83	33.6		
6L	11.25	22	20	12.5			66.25	28.96	34.1		
11M	1.13097						1.130976	0.49	6.7		
14L	1.05	1					2.	1.25	9.6		
18L	27.5	6	76.2				168.75	73.77	14.4		

**Tabla 6.38 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U27.**

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	34.1	33.6	14.4	9.6	6.7	98.4	5	54
2	34.1	33.6	14.4	9.6	2	93.7	4	53
3	34.1	33.6	14.4	2	2	86.1	3	55
4	34.1	33.6	2	2	2	73.7	2	53
5	34.1	2	2	2	2	42.1	1	42

MAX CDV	=	55
PCI	=	45
RATING	=	<b>Regular</b>

### Unidad de muestra U28

La unidad de muestra U28 pertenece a la sección 3, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.18.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica.

Su valor deducido cero. Como se aprecia en la tabla 5.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy malo.

**Tabla 6.39 Hoja de registro de la unidad de muestra U28, tramo 1, sección 4.**

METODO PCI					ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la vía:	Via de Evitamiento Norte				Sección:	4	Unidad de muestra:	U28
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha:	11/10/2014	Área:	228.75
1. Piel de cocodrillo	6. Depresión				11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma				14. Ahuellamiento			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Desplazamiento			
FALLA	CANTIDA				TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO	
1M	0.64	0.2	0.72		1.61	0.70	18	
5L	48.8	57.9	75	47	228	99.6	38.7	
6L	6	12	6.3	11.	35.55	15.5	23.6	
11L	1.7671				1.7671	0.77	1.8	
11H	0.16				0.16	0.07	0	
17L	1.2				1.2	0.52	0	
18L	17	76.2	18.7	6.2	7.5	126.2	55.1	12.9

**Tabla 6.40 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U28.**

#	Valor Deducido				Tot	q	CD
1	42.3	37	15.8	1.5	96	3	63
2	42.3	37	2	1.5	82	2	60
3	42.3	2	2	1.5	47	1	48

MAX CDV = 63

PCI = 37

RATING = **Malo**

### Unidad de muestra U29

La unidad de muestra U29 pertenece a la sección 3, tramo 2, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.18.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica.

Su valor deducido cero. Como se aprecia en la tabla 5.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy malo.

**Tabla 6.41 Hoja de registro de la unidad de muestra U29, tramo 2, sección 4.**

METODO PCI					ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte				Sección:	4	Unidad de muestra:	U29	
Ejecutor:	Rabanal Pajarees, Jaime E.				Fecha:	11/10/2014	Área:	228.75	
1. Piel de cocodrillo	6. Depresión				11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento		
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Agregado pulido		17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma				14. Ahuellamiento				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
1M	0.03	0.0	0.12	0.09	0.09	0.42	0.18	5	
5L	18.3	36.	24.4	24.4		103.7	45.33	29.7	
6L	6	8.4	6.25	10		30.65	13.40	20.7	
10M	0.3					0.3	0.13	0	
17L	0.6					0.6	0.26	0	
18L	15	76.2	18.60			109.85	48.02	12.3	

**Tabla 6.42 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U29.**

#	Valor Deducido			Total	q	CD
1	29.7	20.7	12.3	62.7	3	39
2	29.7	20.7	2	52.4	2	39
3	29.7	2	2	33.7	1	34

MAX CDV	=	39
PCI	=	61
RATING	=	<b>Bueno</b>

### Unidad de muestra U30

La unidad de muestra U30 pertenece a la sección 3, tramo 2, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.18.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica.

Su valor deducido cero. Como se aprecia en la tabla 5.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy malo.

**Tabla 6.43 Hoja de registro de la unidad de muestra U30, tramo 1, sección 4.**

METODO PCI				ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte			Sección:	4	Unidad de muestra:	U30
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.			Fecha:	11/09/2014	Área:	228.75
1. Piel de cocodrillo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por deslizamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDA			TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.24	0.36		0.6	0.26	0	
5L	79.2	105.6	44	228	99.6	38.7	
6L	8	10.8	8	37.6	16.4	24.8	
11M	0.95033			0.9503	0.42	6.1	
14L	0.86			0.86	0.38	3.4	
18L	168.75			168.7	73.7	14.4	

**Tabla 6.44 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U30.**

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	38.7	24.8	14.4	6.1	3.4	87.4	5	44
2	38.7	24.8	14.4	6.1	2	86	4	41
3	38.7	24.8	14.4	2	2	81.9	3	52
4	38.7	24.8	2	2	2	69.5	2	50.5
5	38.7	2	2	2	2	46.7	1	46
6								

MAX CDV = 52

PCI = 48

RATING = **Regular**

#### Unidad de muestra U31

La unidad de muestra U31 pertenece a la sección 3, tramo 2, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.18.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica.

Su valor deducido cero. Como se aprecia en la tabla 5.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy malo.

**Tabla 6.45 Hoja de registro de la unidad de muestra U31, tramo 1, sección 4.**

METODO PCI					ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la vía:		Vía de Evitamiento Norte			Sección:		Unidad de muestra:	
Ejecutor:		Rabanal Pajare, Jaime E.			Fecha:		Área:	
					1		U31	
					16/09/2014		228.75	
1. Piel de cocodrillo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica o por deslizamiento	
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido		17. Hinchamiento	
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches		18. Peladura por intemperismo y	
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento		desprendimiento de agregados	
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento			
<b>FALLA</b>			<b>CANTIDA</b>		<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
1L	0.0319	0.006			0.0379	0.02	0	
5L	37.625	54.18	56.125	80.82	228.75	100.0	39	
6L	0.105	0.832			0.937	0.41	4	
10L	1.9	0.3			2.2	0.96	0	
11H	0.45				0.45	0.20	9	
14L	0.9	0.602	0.16	1.6	3.262	1.43	11	
15L	0.03	0.025			0.055	0.02	0	
18L	37.625	50.535	54.18	80.37	222.71	97.3	15.5	
18M	5.59				5.59	2.44	10.5	

**Tabla 6.46 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U31.**

#	Valor Deducido						Total	q	CDV
1	39	15.5	10.5	11	9	4	89	6	44
2	39	15.5	10.5	11	9	2	87	5	45
3	39	15.5	10.5	11	2	2	80	4	45
4	39	15.5	10.5	2	2	2	71	3	45
5	39	15.5	2	2	2	2	62.5	2	46
6	39	2	2	2	2	2	49	1	49

MAX CDV = 49

PCI = 51

RATING = **Regular**

### Unidad de muestra U32

La unidad de muestra U32 pertenece a la sección 3, tramo 2, de la Vía de Evitamiento Norte y tiene un área de 228.75 m<sup>2</sup>.

Las fallas encontradas fueron: exudación, corrugación, depresión, parche, fisura parabólica y peladura.

El parche es la única falla que tiene un nivel de severidad alto; el resto, presenta un bajo nivel de severidad. Ver tabla 6.18.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son la corrugación y la peladura. La corrugación por ser una falla estructural y la peladura por abarcar la mayor parte del área.

Las fallas que menos afectan al pavimento son la depresión y el parche de alta severidad.

El resto de fallas no influyen en la condición del pavimento, debido a sus pequeñas dimensiones, como es el caso de la exudación y la fisura parabólica.

Su valor deducido cero. Como se aprecia en la tabla 5.32 se obtuvieron 4 valores deducidos: 21.1, 13, 10.1 y 9.6. Se obtiene como máximo valor deducido corregido 28, dando como resultado un índice de 72 que corresponde a un pavimento muy malo.

**Tabla 6.47 Hoja de registro de la unidad de muestra U32, tramo 1, sección 4.**

METODO PCI				ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía:	Vía de Evitamiento Norte			Sección:	4	Unidad de muestra:	U32
Ejecutor:	Rabanal Pajares, Jaime E.			Fecha:	11/10/2014	Área:	228.75
1. Piel de cocodrillo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por deslizamiento				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDA			TOTAL	DENSIDA	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.02	0.04	0.12	0.18	0.08	0	
5L	61	85.4		146.4	64.00	33.7	
6L	6	20	9	44.6	19.50	28.9	
10M	0.9			0.9	0.39	0	
17L	0.915	0.15		1.065	0.47	0	
18L	228.75			228	99.67	15.8	

**Tabla 6.48 Cálculo del PCI de la unidad de muestra U32.**

#	Valor Deducido			Total	q	CDV
1	33.7	28.9	15.8	78.4	3	50
2	33.7	28.9	2	64.6	2	47
3	33.7	2	2	37.7	1	37
4						

MAX CDV = 50

PCI = 50

RATING = **Regular**

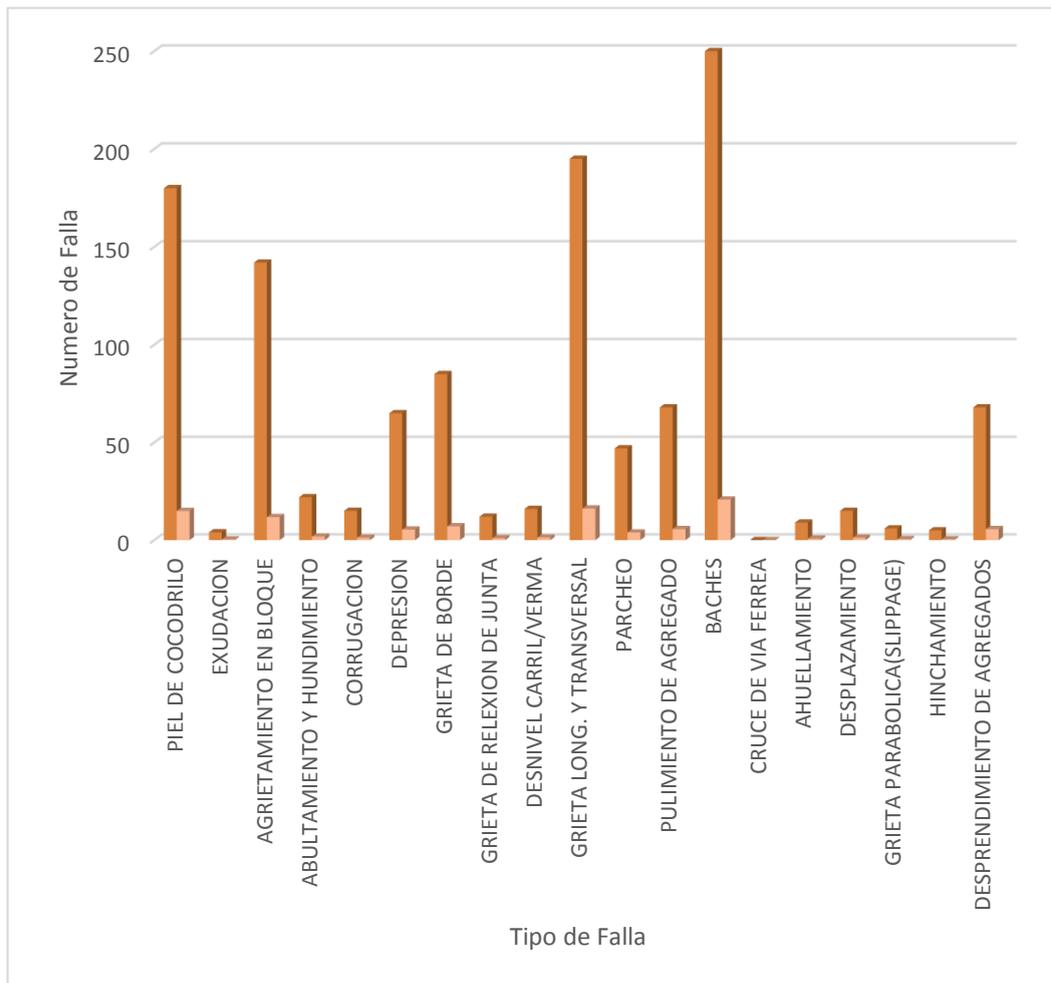
**Tabla 6.2. Resumen de resultados de los datos del PCI en la Vía de Evitamiento Norte.**

RESUMEN DE RESULTADOS										
Unidad de muestra	Abscisa				PCI unidad de muestra	Descripción	PCI sección	Descripción		
	Inicial	Final	Sección	Área						
U1	0+000	0 + 37.5	1	228.7	50	Regular	54	Regular		
U2	0 + 37.5	0 + 75.0	1	228.8	50	Regular				
U3	0 + 75.0	0 + 112.5	1	228.8	53	Regular				
U4	0 + 112.5	0 + 131.33	1	114.9	51	Regular				
	0 + 131.33	0 + 150.0	2	113.9	66	Bueno				
U5	0 + 150.0	0 + 187.5	2	228.8	66	Bueno	65	Bueno		
U6	0 + 187.5	0 + 225.0	3	228.8	64	Bueno				
U7	0 + 225.0	0 + 262.5	3	228.8	42	Regular	56	Bueno		
U8	0 + 262.5	0 + 300.0	3	228.8	59	Bueno				
U9	0 + 300.0	0 + 337.5	3	228.8	68	Bueno				
U10	0 + 337.5	0 + 375.0	3	228.8	61	Bueno				
U11	0 + 375.0	0 + 412.5	3	228.8	55	Regular				
U12	0 + 412.5	0 + 450.0	3	228.8	55	Regular				
U13	0 + 450.0	0 + 487.5	3	228.8	55	Bueno				
U14	0 + 487.5	0 + 525.0	3	228.8	33	Malo				
U15	0 + 525.0	0 + 562.5	3	228.8	72	Muy Bueno				
U16	0 + 562.5	0 + 600.0	3	228.8	57	Bueno				
U17	0 + 600.0	0 + 637.5	4	228.8	72	Muy Bueno			40	Regular
U18	0 + 637.5	0 + 675.0	4	228.8	66	Bueno				
U19	0 + 675.0	0 + 712.5	4	228.8	32	Malo				
U20	0 + 712.5	0 + 750.0	4	228.8	22	Muy Malo				
U21	0 + 750.0	0 + 787.5	4	228.8	55	Bueno				
U22	0 + 787.5	0 + 825.0	4	228.8	28	Malo				
U23	0 + 825.0	0 + 862.5	4	228.8	12	Muy Malo				
U24	0 + 862.5	0 + 900.0	4	228.8	12	Muy Malo				
U25	0 + 900.0	0 + 937.5	4	228.8	14	Muy Malo				
U26	0 + 937.5	0 + 975	4	228.8	37	Malo				
U27	0 + 975	1 + 12.5	4	228.8	45	Regular				
U28	1 + 12.5	1 + 50.0	4	228.8	37	Regular				
U29	1 + 50.0	1 + 87.5	4	228.8	61	Bueno				
U30	1 + 87.5	1 + 125.0	4	228.8	48	Regular				
U31	1 + 125.0	1 + 162.5	4	228.8	51	Regular				
U32	1 + 162.5	1 + 200.0	4	228.8	50	Regular				
Tramo 1 Tiene un PCI Ponderado							54	Regular		

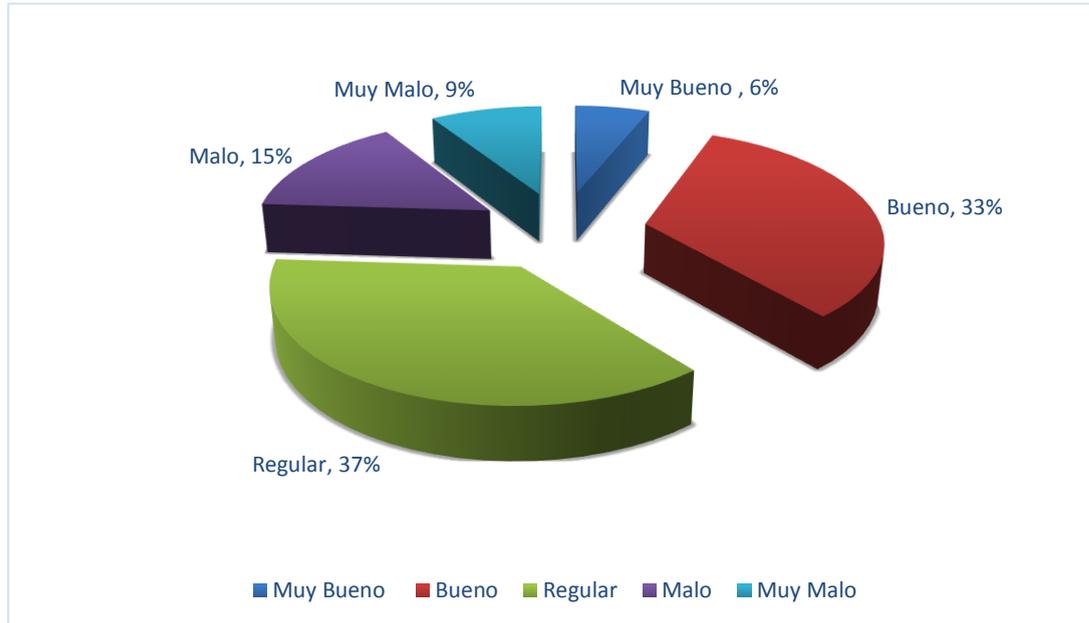
U33	1 + 200.0	1+237.5	4	228.8	72	Muy Bueno	39	Malo		
U34	1+237.5	1+275	4	228.8	64	Bueno				
U35	1+275	1+312.5	4	228.8	32	Malo				
U36	1+312.5	1+350	4	228.8	22	Muy Malo				
U37	1+350	1+387.5	4	228.8	60	Bueno				
U38	1+387.5	1+425	4	228.8	10	Malo				
U39	1+425	1+462	4	228.8	12	Muy Malo				
U40	1+462	1+499.5	4	228.8	14	Muy Malo				
U41	1+499.5	1+537	4	228.8	10	Muy Malo				
U42	1+537	1+574.5	4	228.8	12	Malo				
U43	1+574.5	1+612	4	228.8	45	Regular				
U44	1+612	1+649.5	4	228.8	42	Regular				
U45	1+649.5	1+687	4	228.8	61	Bueno				
U46	1+687	1+724	4	228.8	48	Regular				
U47	1+724	1+762	4	228.8	51	Regular				
U48	1+762	1+799.5	4	228.8	50	Regular				
U49	1+799.5	1+837	4	228.8	65	Bueno				
U50	1+837	1+874.5	4	228.8	45	Bueno			49	Regular
U51	1+874.5	1+912	4	228.8	37	Regular				
U52	1+912	1+949.5	4	228.8	61	Bueno				
U53	1+949.5	1+987	4	228.8	48	Bueno				
U54	1+987	2+24.5	4	228.8	42	Regular				
U55	2+24.5	2+62	4	228.8	50	Regular				
U56	2+62	2+99.5	4	228.8	53	Regular				
U57	2+99.5	2+137	4	228.8	45	Regular				
U58	2+137	2+174	4	228.8	42	Regular				
U59	2+174	2+212	4	228.8	50	Regular				
U60	2+212	2+249.5	4	228.8	48	Regular				
U61	2+249.5	2+287	4	228.8	51	Regular				
U62	2+287	2+324.5	4	228.8	50	Regular				
U63	2+324.5	2+362	4	228.8	65	bueno				
U64	2+362	2+399.5	4	228.8	52	Regular				
Tramo 2 Tiene un PCI Ponderado							44	Regular		
El Pavimento Flexible tiene un PCI final Ponderado:							49	Regular		

Se ha determinado el estado en que se encuentra la red de pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte. Se inspecciono un total de 64 unidades de muestra (32 por tramo) obteniendo los siguientes resultados (ver gráfico 8.1 y 8.2)

**Gráfico 6.2. Numero de Fallas según su tipo**



**Gráfico 6.2. Porcentaje de unidades de muestra con un estado de pavimento muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno**



El 37% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y 55); después le sigue un 33% de unidades en buen estado (PCI entre 55 y 70); un 15%, en estado malo (PCI entre 25 y 40) y un 9% de muy mala condición (PCI entre 10 y 25). Finalmente, un 6% hace referencia a unidades de muestra con un pavimento de muy buen estado (PCI entre 70 y 85). No se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10) ni excelentes (PCI entre 85 y 100).

El estado del pavimento de cada unidad de muestra, define la condición del pavimento de las secciones y de los tramos. Las secciones 1 y 4, obtuvieron un PCI de 51 y 43 respectivamente, lo que corresponde a un estado regular. Las demás secciones alcanzaron un PCI de 60 (sección 2) y 56 (sección 3), que quiere decir un pavimento de condición buena.

Agrupando los resultados en tramos, el tramo 1 (U7 - U16) presenta un PCI de 56, pavimento bueno; y el tramo 2 (U17-U32), un PCI de 40, pavimento regular.

Finalmente, tomando todas las unidades de muestra sin distinción de tramos, se calcula el PCI ponderado de los 2400 metros de la Vía de Evitamiento Norte, resultado igual a 49, es decir, que el estado real del pavimento de la vía analizada, es regular.

- Las fallas más frecuentes encontradas son la baches, fisuras longitudinales y piel de cocodrilo ambas de nivel de severidad medio y alto. Todas las 64 unidades de muestra presentaron estos tres tipos de falla, pero con densidades variables.
- A mayor valor deducido, mayor es el daño que las fallas producen al pavimento pues este valor indica el grado en que cada combinación de deterioro, nivel de severidad y cantidad, afectan a la condición del mismo. Por el contrario, un valor deducido de cero, quiere decir que el tamaño de la falla dentro de la unidad de muestra es despreciable, o muy pequeña como para ejercer un daño significativo al área de estudio.

Los baches de mediana severidad de la unidad de muestra U25, originan el máximo valor deducido registrado de 61.7. Le siguen los baches de severidad alta de las unidades U14 y U20, con un valor deducido de 49.9. Por último, en la unidad de muestra U7, la depresión de mediana severidad tiene un valor deducido de 42.5 y de igual manera es una de las tres fallas que más afecta al pavimento.

Las densidades más bajas registradas fueron de los parches de baja severidad localizados en las unidades de muestra U7, U9 con valores de 0.004% y U3 con 0.005%. Además, con densidades de 0.01% se encontraron desplazamientos y fisuras parabólicas ambas de baja severidad, en las unidades U3 y U15 respectivamente.

- En aquellas unidades de muestra donde se encontraron fallas estructurales (tales como baches, todo tipo de fisuras, depresiones y parches) con densidades mayores a 0.1% como mínimo, el valor del PCI obtenido fue bajo, es decir, el estado del pavimento era malo. No importa el nivel de severidad que tengan, incluso un nivel bajo causa un daño significativo a la pista.

- Para mejorar el PCI promedio de una sección, de un tramo o de la avenida en general, es necesario incrementar el PCI individual de las unidades de muestra en peor estado a través de determinadas técnicas de reparación. En la tabla 6.3, se presenta un resumen de las unidades de muestra en peor estado (PCI < 40), con las fallas que mayor daño producen al pavimento.

**Tabla 6.3. Fallas que más daño producen al pavimento. Se presentan las 3 fallas más representativas por cada sección, por cada tramo y en general.**

Sección 1			Sección 2		
Falla	Valor Deducido	Unidad	Falla	Valor Deducido	Unidad
Piel de cocodrilo (H)	39	U4	Piel de cocodrilo (M)	26.6	U5
Baches (L)	17.8	U1	Ahuellamiento(L)	17.1	U5
Peladuras (L)	15.8	U3 - U4	F. Longitudinales (L)	10.2	U5
Sección 3			Sección 4		
Falla	Valor Deducido	Unidad	Falla	Valor Deducido	Unidad
Baches (H)	49.9	U14	Baches (M)	61.7	U25
Depresión (M)	42.5	U7	F. Longitudinales (H)	49.9	U20
Piel de cocodrilo (M)	30.5	U12	Depresión (L)	42.3	U26
Tramo 1 (S1,S2,S3)			General		
Falla	Valor Deducido	Unidad	Falla	Valor Deducido	Unidad
Baches (H)	49.8	U14 (S3)	Baches (M)	61.7	U25
Depresión (M)	42.5	U7 (S3)	F. Longitudinales(M)	49.9	U20
Piel de cocodrilo (L)	39	S1	Piel de Cocodrilo (H)	39	U7

**Tabla 6.4. Unidades de muestra en estado malo y muy malo.**

Unidad de muestra	Progresivas	Fallas	Severidad	Cantidad
<b>U14</b>		13. Baches	Alta	2 baches
	0 + 487.5	6. Depresión	Baja	37.10 m <sup>2</sup>
	0 + 525.0	5. Corrugación	Baja	53.80 m <sup>2</sup>
<b>U19</b>		4. Abultamientos y hundimientos	Alta	3.00 ml
	0 + 675.0	11. Parches	Alta	7.26 m <sup>2</sup>
	0 + 712.5	5. Corrugación	Baja	65.00 m <sup>2</sup>
<b>U20</b>		13. Baches	Alta	2 baches
	0 + 712.5	13. Baches	Media	3.60 baches
	0 + 750.0	5. Corrugación	Baja	73.80 m <sup>2</sup>
<b>U22</b>		6. Depresión	Baja	94.25 m <sup>2</sup>
	0 + 787.5	13. Baches	Alta	1 bache
	0 + 825.0	5. Corrugación	Baja	155.55 m <sup>2</sup>
<b>U23</b>		13. Baches	Media	4 bache
		13. Baches	Alta	1 bache
	0 + 825.0	6. Depresión	Baja	59.85 m <sup>2</sup>
	0 + 862.5	5. Corrugación	Baja	198.25 m <sup>2</sup>
		6. Depresión	Baja	59.85 m <sup>2</sup>
<b>U24</b>	0 + 862.5	5. Corrugación	Baja	201.30 m <sup>2</sup>
	0 + 900.0	6. Depresión	Baja	70.00 m <sup>2</sup>
<b>U25</b>		13. Baches	Media	9 baches
		6. Depresión	Baja	73.13 m <sup>2</sup>
	0 + 900.0	11. Parches	Alta	6.55 m <sup>2</sup>
	0 + 937.5	5. Corrugación	Baja	106.75 m <sup>2</sup>
		18. Peladura	Baja	50.00 m <sup>2</sup>
<b>U26</b>	0 + 937.5	6. Depresión	Baja	134.50 m <sup>2</sup>
	0 + 975.0	5. Corrugación	Baja	195.20 m <sup>2</sup>

## CAPITULO 7. DISCUSIÓN

### 7.1. Interpretación de resultados

Una vez registrados todos los datos de campo, y obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se puede calcular el PCI promedio de las 4 secciones consideradas, para tener una idea global de cuál es el estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte. En la tabla 7.1 se muestra un resumen de estos resultados.

En el Anexo 4, se presenta el plano de planta de la Vía de Evitamiento Norte, donde se aprecia la red de pavimento (2400 metros lineales de pavimento flexible), dividida en 64 unidades de muestra, cada una con su respectivo valor del PCI.

Agrupando los resultados en tramos, el tramo 1, que comprende desde la unidad de muestra U1 hasta la U4, presenta un PCI promedio de 54, lo que corresponde a un pavimento regular, la unidad de muestra U5 hasta la U16, presenta un PCI promedio de 56, lo que corresponde a un pavimento bueno y U17 hasta la U32, presenta un PCI promedio de 42, lo que corresponde a un pavimento regular. El tramo 2, que contiene las unidades de muestra restantes (U32-U64), Agrupando los resultados desde la U33 hasta U49 tiene un PCI de 40, un pavimento malo. Se puede afirmar, por lo tanto, que la Vía de Evitamiento Norte, en los 2400 metros lineales analizados, tiene un pavimento regular (de PCI ponderado igual a 49, incluyendo a todas las 64 unidades de muestra) y que la pista del tramo 1 está en mejores condiciones que la del tramo 2.

En el tramo 1, la sección 1 muestra una calidad de pavimento regular, de PCI igual a 42, pues cada una de sus unidades de muestra presenta la misma calificación. La siguiente sección, constituida por la unidad de muestra U5, U6 y parte de la U4, presenta un pavimento de buena calidad, pues su PCI es de 65, el mayor de todos los valores obtenidos en una sección.

La sección 3, al igual que la sección anterior, sigue teniendo una calidad de pavimento bueno, pero con un PCI igual a 56. De las once unidades de muestra que forman parte de dicha sección, tres son regulares y tan sólo una es de

calidad mala. Del resto, seis unidades son buenas y la U15 tiene un pavimento de muy buena condición.

Por último, ya en el tramo 1, la sección 4 posee un pavimento de condición regular, con un índice promedio de 42. Del total de 32 unidades de muestra inspeccionadas, se presentaron 5 regulares, 2 buenas y una muy buena. El resto de unidades tuvieron pavimentos de mal y muy mal estado.

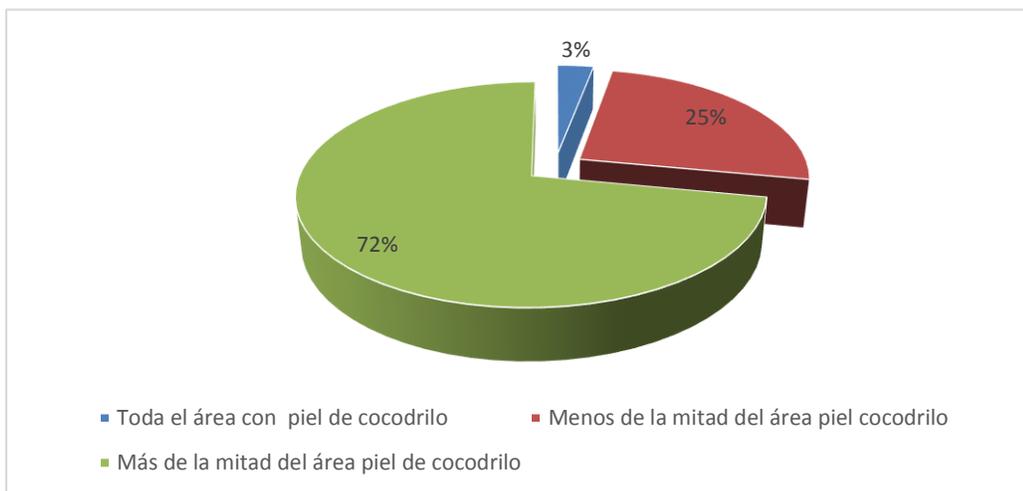
El mayor valor de PCI lo tienen las unidades de muestra U15 y U17, igual a 72 y de condición muy buena. El menor PCI, de 12, corresponde a la unidad de muestra U23 de muy mal estado. Siguiendo con el análisis de resultados, se hablará de las fallas más frecuentes encontradas en las distintas unidades de muestra. Éstas son los baches (13 M), Fisuras longitudinales (10 M) y Piel de cocodrilo, las dos primeras de nivel de severidad media y la tercera de nivel alto.

Estos dos tipos de deterioro del pavimento, se localizaron en todas las unidades de muestra inspeccionadas. A veces cubrían toda el área de la unidad, o parte de ella, pero todos los 64 paños presentaron estos dos tipos de falla.

La densidad, es el porcentaje de área de la unidad de muestra en la que se encuentra una determinada falla. Por ejemplo, si la falla tipo bache (13M) tiene una densidad de 60%, quiere decir que 60% del área de la unidad de muestra está corrugada a un nivel de severidad media. O dicho de otra manera, 228.75 m<sup>2</sup> de la unidad de muestra se encuentran corrugados a un nivel medio de severidad.

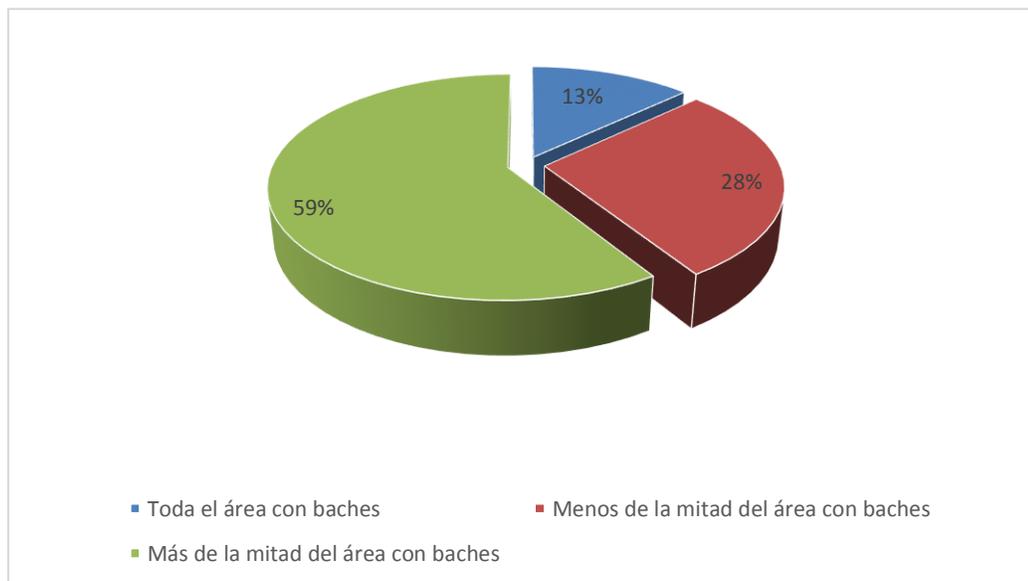
De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que para piel de cocodrilo, un 3% de las unidades de muestra, presentan piel de cocodrilo en todos los 228.75 m<sup>2</sup> de su área. Un 72% de las unidades presentan esta falla en más de la mitad del área. Y finalmente, un 25% de las unidades de muestra falla piel de cocodrilo menos de la mitad de su área de pavimento. Ver gráfico 7.1

**Gráfico 7.1. Porcentaje de unidades de muestra con falla tipo piel de cocodrilo**



Ahora, para la Baches, un 13% de las unidades de muestra, presentan todos los 228.75 m<sup>2</sup> de su área con baches. Un 28% de las unidades presentan esta falla en más de la mitad del área. Y por último, un 59% de las unidades de muestra tienen baches menos de la mitad de su área de pavimento. Ver gráfico 7.2.

**Gráfico 7.2. Porcentaje de unidades de muestra con baches.**



Fuente: Elaboración propia.

Las fallas que mayor daño producen al pavimento, son aquellas que presentan un valor deducido alto. De todas las fallas inspeccionadas, la que causó más deterioro en el pavimento, con un valor deducido de 61.7, fueron los baches de severidad media. Estos huecos se localizaron en la unidad de muestra U25, sección 4, tramo 1, de la Vía de Evitamiento Norte. El número equivalente de baches registrados fueron nueve. Ver Tabla 6.3.

También se encontraron baches en las unidades de muestra U14 y U20, secciones 3 y 4, respectivamente. En ambos casos, los baches tuvieron un grado de severidad alto, con un valor deducido de 49.9.

Por último, en la unidad de muestra U7, sección 3, la depresión de mediana severidad tiene un valor deducido de 42.5 y de igual manera es una de las fallas que más afecta al pavimento.

Debido a la presencia de las fallas antes mencionadas, el valor del índice de condición del pavimento para cada unidad de muestra es bajo. En la U20 y U25, con valores de PCI de 25 y 14 respectivamente, el pavimento es de muy mal estado en ambas unidades. La unidad de muestra U14 presenta un pavimento malo, de PCI igual a 33. Finalmente, la unidad de muestra U7, con un PCI de 41 tiene un pavimento de regular estado.

En la tabla 6.3 se muestra un resumen de las fallas que más daño originan al pavimento, agrupadas en secciones y tramos. Se indica el tipo de falla, el valor deducido y la unidad de muestra a la que pertenecen. De las tablas se aprecia que en las secciones 1 y 2 la falla 1H y 1M, piel de cocodrilo de nivel de severidad alta y media, es la falla que más daña hace al pavimento. En las secciones 3 y 4, en cambio, los baches de severidad alta y mediana, deterioran de manera significativa a la pista.

Pero agrupando las fallas de acuerdo a los dos tramos considerados, son los baches los que ocupan el primer lugar de daño al pavimento, seguido de fisuras longitudinales y la falla piel de cocodrilo en tercer lugar.

## CONCLUSIONES

- El pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte entre el Jr. San Ginez y la Antigua Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca en el año 2014, según la evaluación mediante el método del Índice del condición del Pavimento (PCI) tiene una valor de PCI = 49 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que el estado actual de dicho pavimento es Regular.
- Las fallas con mayor nivel de severidad que se presentan en el pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte son: baches en mal estado, Piel de Cocodrilo y agrietamientos Longitudinales, Transversales y Agrietamiento en bloque
- El 42% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y 54); después le sigue un 33% de unidades en mal estado (PCI igual a 39); un 15%, en buen estado (PCI entre 56 y 65). No se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10) ni excelentes (PCI entre 85 y 100). Agrupando los resultados en los tramo 1 (U7 – U32) presenta un PCI de 54, pavimento Regular; y el tramo 2 (U32-U64), un PCI de 44, pavimento regular.
- Finalmente, tomando todas las unidades de muestra sin distinción del tramo analizado, se calcula el PCI ponderado de 49 por lo tanto el pavimento es Regular cumpliendo con la hipótesis.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el estudio de evaluación de fallas en los pavimentos flexibles de la ciudad de Cajamarca para detectar los tramos más deteriorados y así poder tomar medidas de reparación y mantenimiento de acuerdo a los tipos de falla que presenten.
- Al obtener como resultado un Índice de Condición de Pavimento Regular, se recomienda realizar una Rehabilitación Integral de la Vía en estudio, ya que se necesita hacer que nuestra vía vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil.
- Teniendo en cuenta el nivel de tráfico de la vía en estudio, se debe realizar un ensanche de vía de 1m. Aproximadamente a cada lado correspondiente a la berma o plantear un mejoramiento de las bermas, para así evitar la presencia de grietas de borde.
- Se debe plantear obras de drenaje, para evitar la colmatación y sedimentación a lo largo de la vía como son cunetas, Badenes, alcantarillas.
- Para una mayor precisión en los resultados se recomienda tomar todas las unidades de muestra en el cálculo del PCI.
- Se recomienda un monitoreo continuo del PCI, que sirve para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifica con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía.
- El pavimento evaluado necesita las siguientes medidas de reparación: limpieza y sellado de las grietas, reemplazo de parches en mal estado, Se recomienda aplicar un riego de liga para incrementar el PCI de la unidad de muestra analizada. Este riego de liga puede ser una lechada asfáltica (*Slury Seal*) o un riego pulverizado (*Fog Seal*). En todo el tramo analizado.

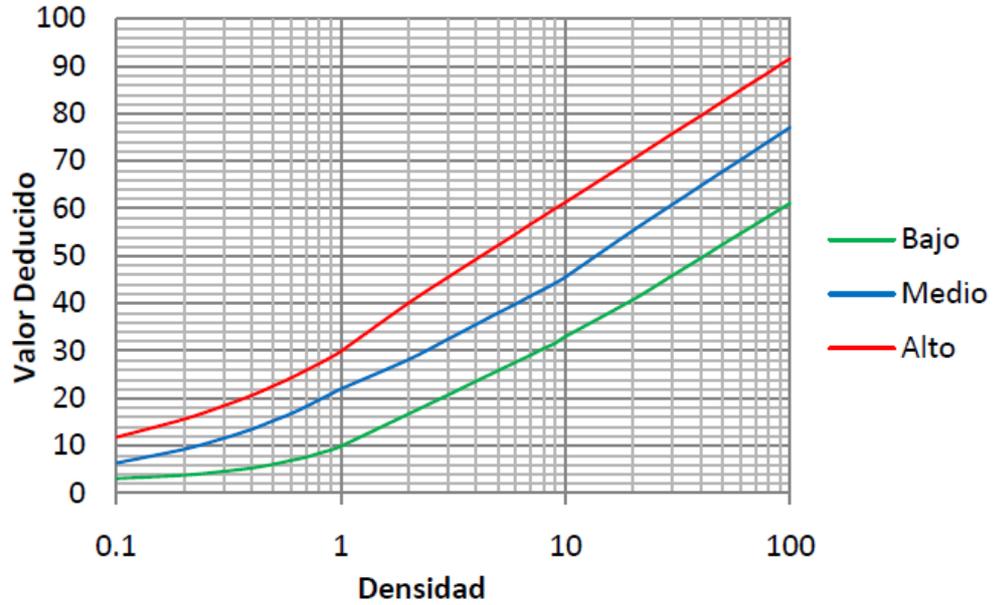
## REFERENCIAS

1. American Society for Testing and Materials. (2004). *Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433-03)*. Estados Unidos. 81 pp.
2. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA. (2002). *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. 289 pp.
3. Ander – Egg. *Técnicas de Investigación social: México* : Humanidades 1995
4. Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002). *Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles*. Volumen nº 11. 29 pp.
5. Castillo, H. d., & Rico, A. R. (2005). *La ingeniería de los suelos en las vías terrestres*. México: Limusa.
6. Cardoso, S.H. & Fernández, M.E. (1999). *Aplicaciones prácticas del Método PCI para el mantenimiento de pavimentos de aeropuertos*. Lima, Perú. 232 pp.
7. Crespo Tirado, Juan. (1994). *Análisis del índice de conservación del pavimento*.
7. DEL AGUILA, P.M. *Proyecto de Rehabilitación de la Carretera Central, Sector Huayre-Huánuco, Estudio de Evaluación de la Rugosidad*. Lima: Asociación EICA-HOB Ingenieros Consultores; Octubre 1993.
8. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 1997). *Refuerzo de firmes Dimensionamientos. IX Curso Internacional de carreteras. Universidad Politécnica de Madrid Marzo – Junio 1993*.
9. García Félix, Sergio. (1990). *Mecánica de suelos*. Universidad Nacional de Cajamarca.
10. Gutiérrez Castro, Daniel. (1994). *Técnicas de reparación, conservación y rehabilitación de pavimentos asfálticos*. Tesis (Ingeniero Civil). Piura; Universidad de Piura. 153 pp.
11. Melchor A. (2005). *Diseño y evaluación de pavimentos flexibles*. Curso de titulación profesional por actualización de conocimientos. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú. 154 pp.

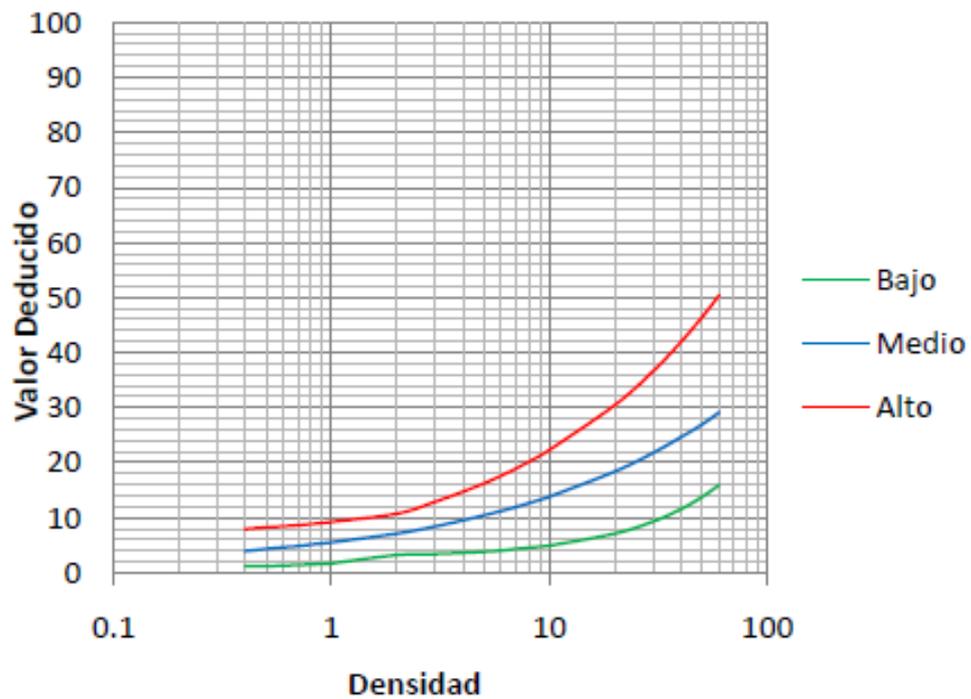
12. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de aeropuertos. (1999). *Programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos P.C.I.* Gobierno de Chile. 39 pp.
13. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2001*. Segunda Edición. Lima; 2001
14. Mgtr. Ing. Jorge Timaná Rojas. (2003). *Concepto de performance o comportamiento.* Tecnología de pavimentos. Universidad de Piura. 49 pp
15. Olivera Burgos, Mijael. (1994). *Técnicas de conservación de pavimentos Asfálticos.* Lima. 125 pp.
16. Peña Escobar, Alexander. (2005). *Cálculo del índice de estado para establecer una estrategia de recuperación vial en la carretera Piura-Sechura.* Tesis (Ingeniero Civil) Piura; Universidad de Piura. 117pp.
17. Rodríguez Vaca, Víctor. (2004). *Diagnóstico y Recuperación Vial.*
18. Suárez Cruzado, Wilder David. (2005). *Técnicas de reparación, conservación y rehabilitación de pavimentos asfálticos.* Tesis (Ingeniero Civil). Piura; Universidad de Piura. 153 pp.
19. Sánchez Campero, Jonathan. (1996). *Mecánica de los suelos en las vías terrestres.* México: Limusa.
20. Thompson, Marshall. (2010). *Evaluación de Pavimentos Flexibles. 5). Pavement management for Airports Roads and Parking Lots.* USA: Springer.

## ANEXO N° 01. CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

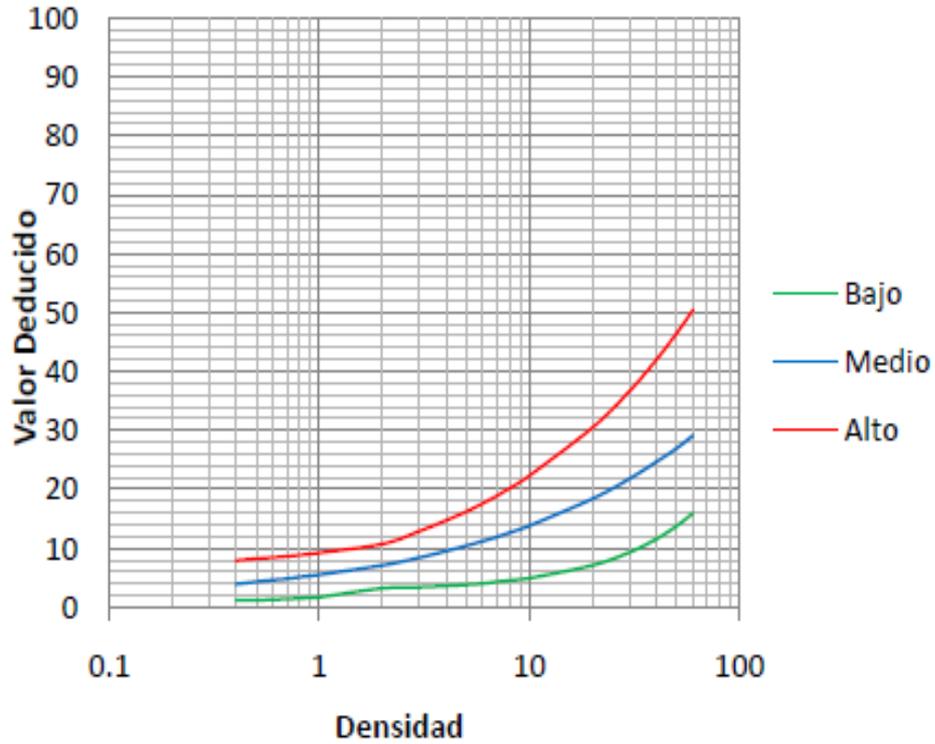
Curva para Piel de Cocodrilo



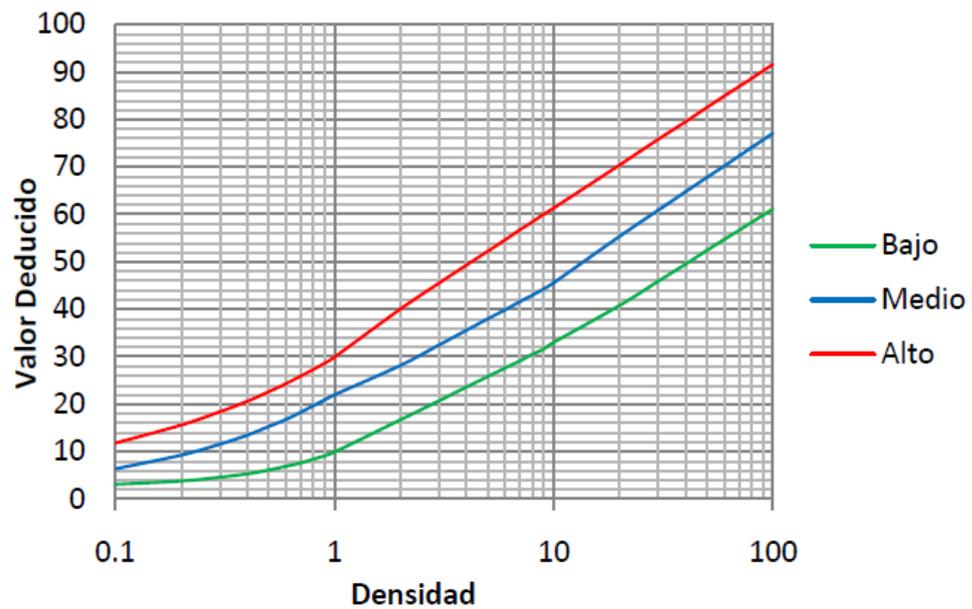
Curva para Exudación



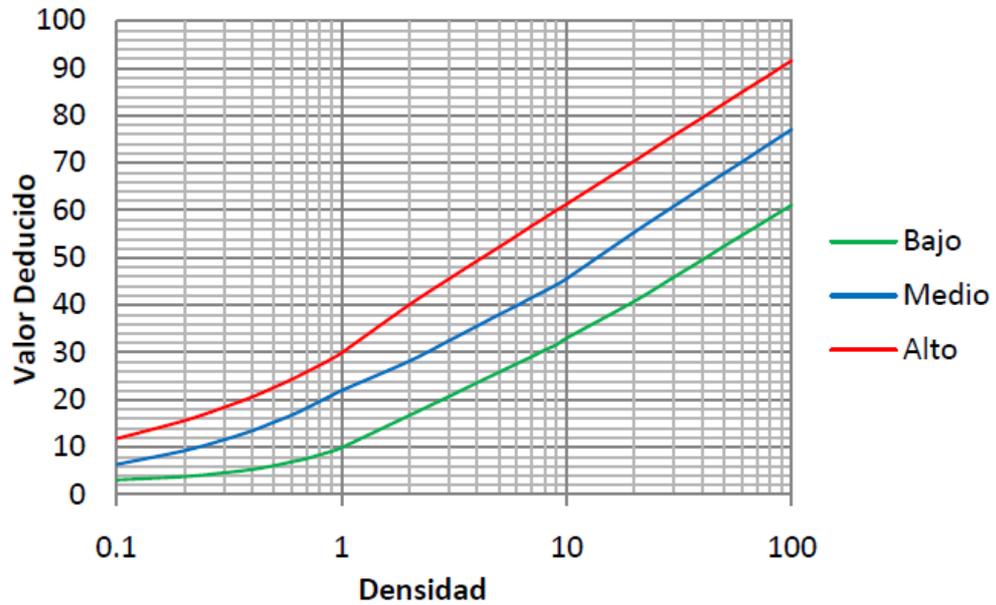
Curva para Fisuras en Bloque



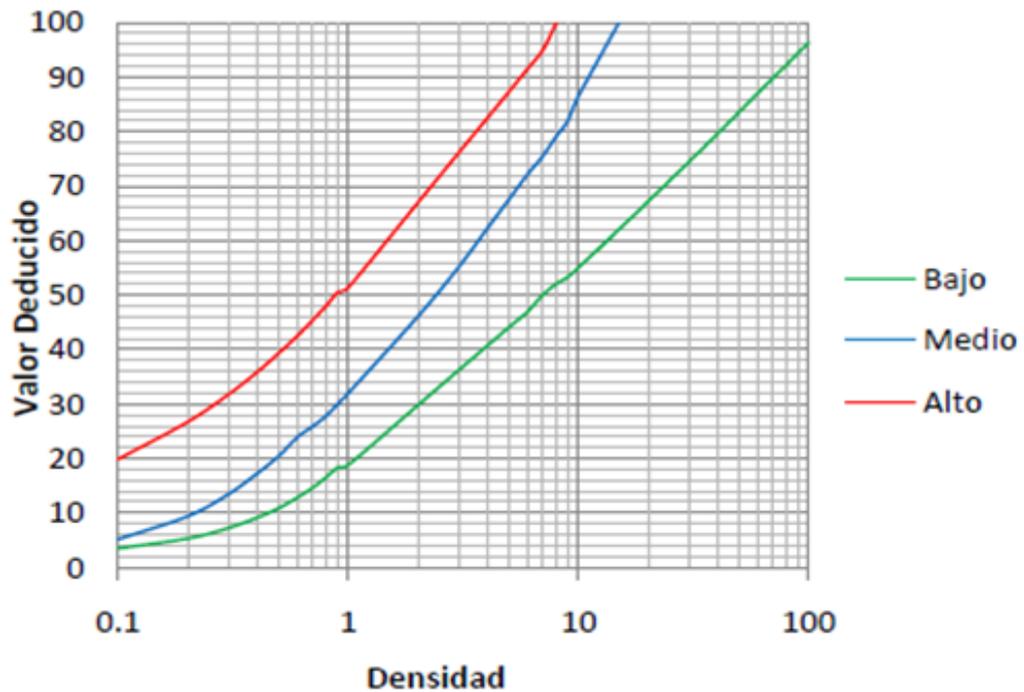
Curvas para Corrugación



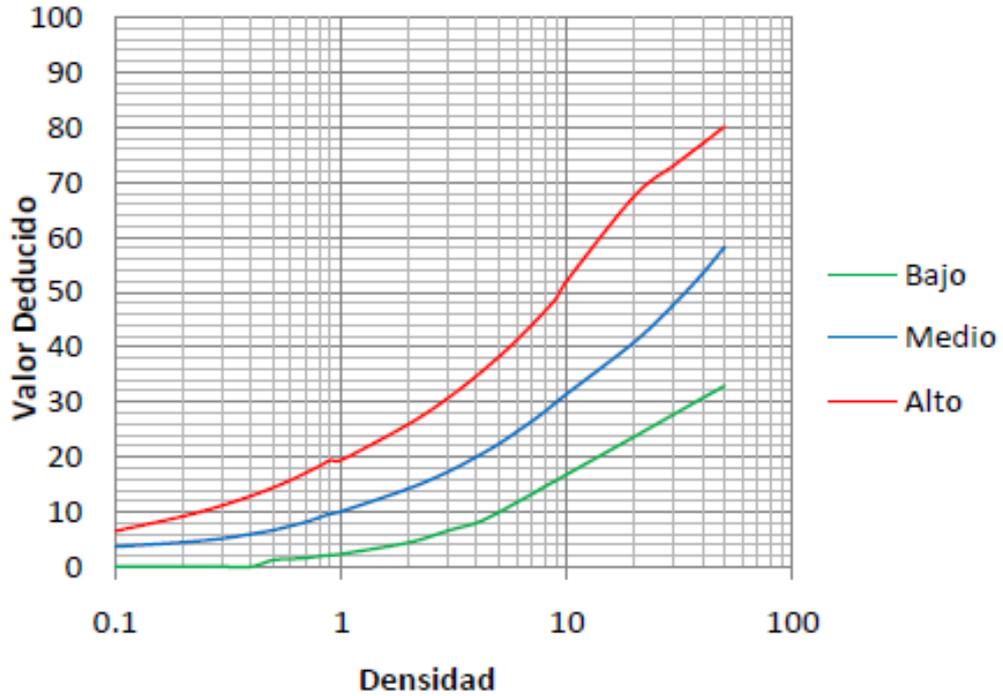
Curva para Fisuras de Borde



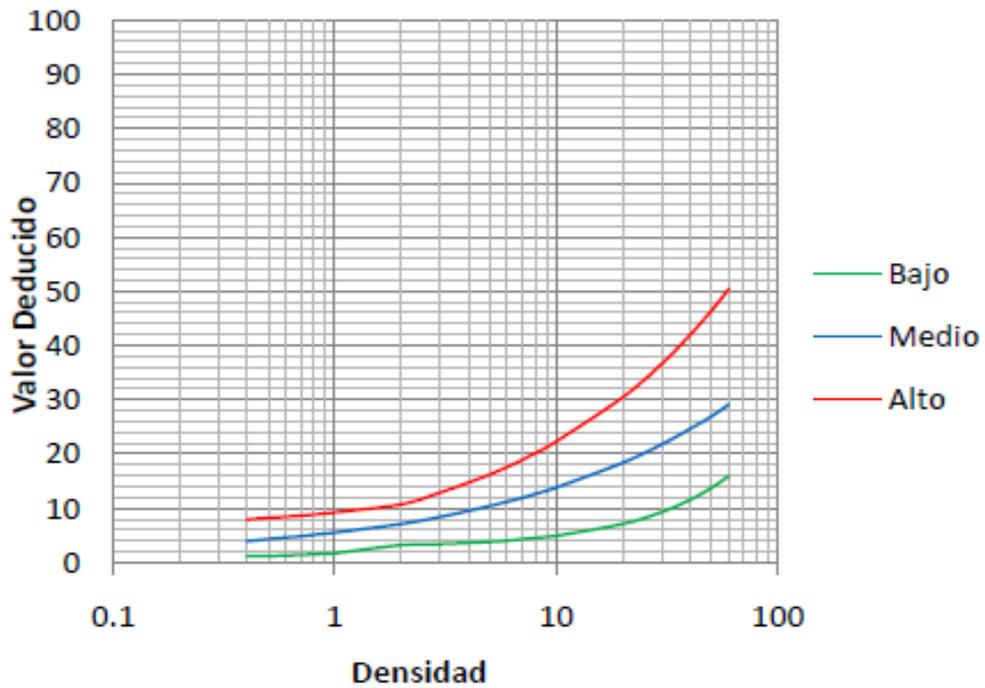
Curvas para Longitudinales y Transversales



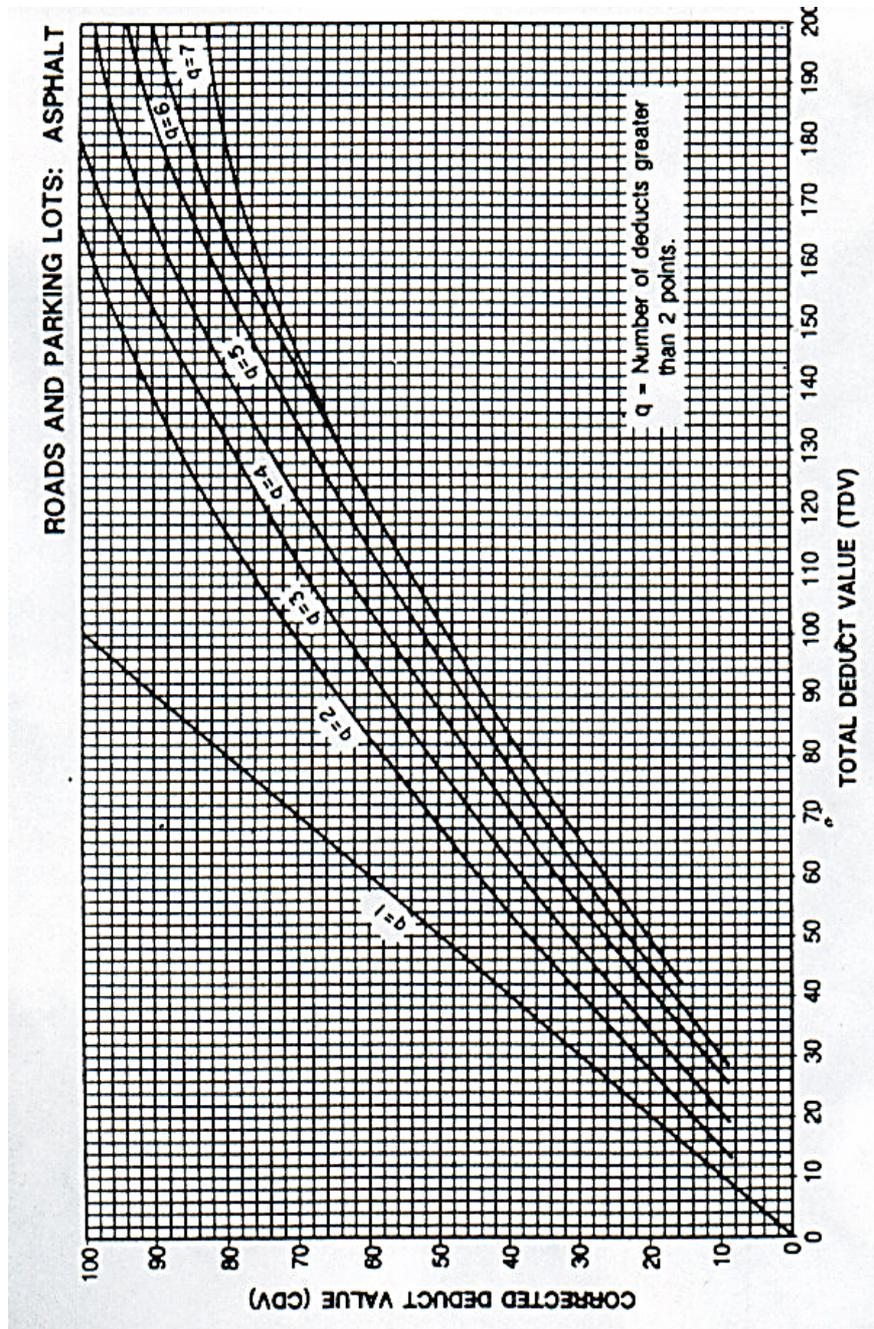
Curva para Parches Utilitario



Curvas para baches



Curva para evaluación del (CDV) corregido



## ANEXO N° 02. Fotografías de las Fallas

**Foto 3. Piel de cocodrilo.**

Severidad Alta (U4, Sección 2)



Severidad Media (U1, Sección 1)



Severidad Baja (U6, Sección 2)



### Foto 2. Exudación

Severidad baja ( U31, Sección 4)



### Foto 3. Fisura en Bloques

Severidad Alta ( U9, Sección 2)



Severidad Media ( U14, Sección 20)



#### Fotos 4. Abultamiento y Hundimientos

Severidad Alta



Severidad Baja



#### Foto 5. Corrugación

Severidad Media



**Foto 6. Depresión**

Severidad Alta



Severidad Media



**Foto 7. Fisuras de Borde**

Severidad Alta



Severidad Media



**Foto 9. Fisuras Longitudinales y Transversales**

Severidad Alta



Severidad Media U29



Severidad baja U40



Fisura longitudinal de severidad baja encontrada en la unidad de muestra U40, sección2. Esta falla tiene una longitud de 1.30 m.

**Foto 10. Parches**

Severidad Alta



Severidad Media



Severidad Baja



**Foto 11. Baches**



Bache de alta severidad, ubicado en la unidad de muestra U23, sección 4.



**Foto 12. Marcando las unidades de la muestra**

Señalizando las Unidades



Señalizando las unidades



Señalizando las unidades



**Foto 13. Tomando Medidas de las Fallas**

Falla corrugacion



Falla piel de cocodrilo

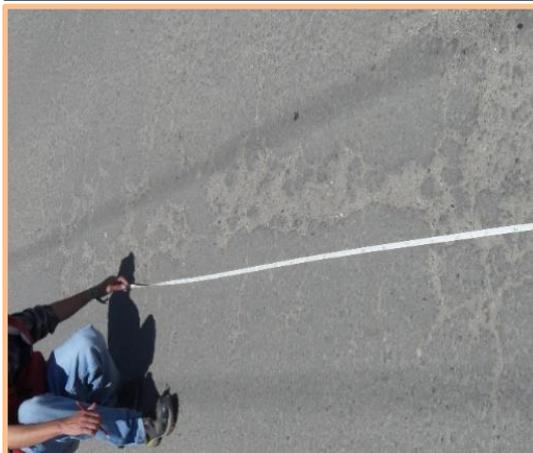


Fisuras en bloque

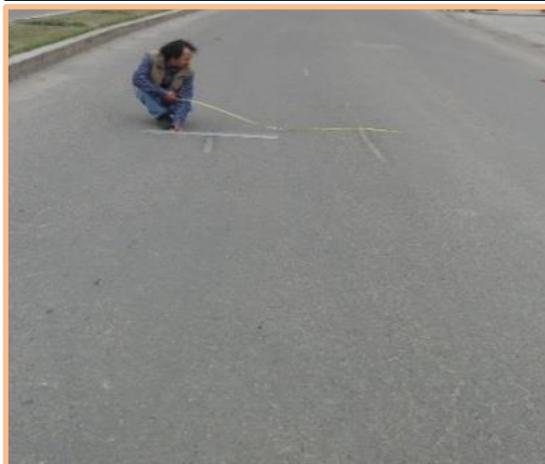


**Foto 14. Tomando medidas de las fallas**

Falla F. longitudinal, deforma el perfil de la via



Falla fisura transversal



**Foto 15. Registrando la medida de la falla**

Falla de bache



Tamaño de la falla



**Foto 16. Medidas del ancho de vía**



**Anexo N° 03. A-1. Hoja de registro**

METODO PCI		ESQUEMA							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04		Unidad de Muestra: U-33					
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 24/09/2014		Área: <u>228.75</u>					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por des					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido		17. Hinchamiento					
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches		18. Peladura por intemperismo					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento		desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
<b>1L</b>	6.21	1.4	1.92				9.53	4.17	23.8
<b>1M</b>	7.8						7.8	3.41	33.7
<b>2L</b>	0.29	0.08	0.03	0.16	0.02	0.02	0.6	0.26	0
<b>4L</b>	1.7	1.8	0.6				4.1	1.79	5.8
<b>5L</b>	59.4	13.2	23.1	33			128.7	56.26	32
<b>6L</b>	0.8	3.23	2.53	0.92	3.45	0.72	11.65	5.09	9.4
<b>6M</b>	0.88						0.88	0.38	7.9
<b>10H</b>	0.2						0.2	0.09	0

### Anexo N° 03. A-2. Hoja de registro

METODO PCI					ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la vía: Evitamiento Norte					Sección: 04		Unidad de muestra: U-34	
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.					Fecha: 25/09/2014		Área: 228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por des			
2. Exudación	7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque y	8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intemperismo			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento		desprendimiento de agregados			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.16	16	50	2.07	68.23	29.83	45.6	
2L	0.01	0.01	0	0	0.02	0.02	0	
4L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0	
5L	16.5	13.2	26.4	26.4	82.5	36.07	26.9	
6L	12.5	7.5	6.9	0.8	27.7	12.11	18.7	
10L	0.2	0.5			0.7	0.31	0	
14L	0.42				0.42	0.18	1.8	
18L	4.44				4.44	1.94	2.3	

### Anexo N° 03. A-3. Hoja de registro

METODO PCI				ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la vía: Evitamiento Norte				Sección: 04		Unidad de muestra: U-35		
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E				Fecha: 25/09/2014		Área: <u>228.75</u>		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por de					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento					
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por int.					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento						
FALLA	CANTIDAD			TOTAL		DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
<b>1L</b>	6.21	1.4	1.92	9.53		4.17	23.8	
<b>1M</b>	7.8			7.8		3.41	33.7	
<b>2L</b>	0.29	0.08	0.03	0.16	0.02	0.02	0.6	
<b>4L</b>	1.7	1.8	0.6				4.1	
<b>5L</b>	59.4	13.2	23.1	33			128.7	
<b>6L</b>	0.8	3.23	2.53	0.92	3.45	0.72	11.65	
<b>6M</b>	0.88						0.88	0.38

### Anexo A-4. Hoja de registro

METODO PCI					ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte					Sección: 04		Unidad de muestra: U-36		
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E					Fecha: 25/09/2014		Área: 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intem.						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados						
<b>5. Corrugación</b>	<b>10. Fisuras longitudinales y transversales</b>				<b>15. Desplazamiento</b>				
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
<b>1L</b>	9	25	10.3	13.39	57.69	25.22	43.5		
<b>2L</b>	0.12	0.14	0.02	0.01	0.03	0.32	0.14	0	
<b>4M</b>	0.8				0.8	0.35	5.4		
<b>5L</b>	39.6	46.2	13.2	19.8	118.8	51.93	31.1		
<b>6L</b>	3.6	19	0.8	0.3	0.86	0.39	24.95	10.91	17.1
<b>6M</b>	0.96				0.96	0.42	7.9		
<b>11L</b>	0.1				0.1	0.04	0		
<b>15L</b>	0.2				0.2	0.09	0		
<b>18L</b>	0.3				0.3	0.13	0.1		
<b>18M</b>	0.14				0.14	0.06	0		

### Anexo A-5. Hoja de registro

METODO PCI				ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte				Sección: 04			Unidad de muestra: U-37		
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha: 25/09/2014			Área: 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
<b>1L</b>	52.5	0.13	0.09	2.34	1.8	0.6	57.46	25.12	43.4
<b>2L</b>	0.11	0.33	0.14	0.02	0.01	0.01	0.62	0.27	0
<b>5L</b>	33	49.5	26.4	19.8			128.7	56.26	32
<b>6L</b>	1.24	1.2	1.72	1.45	2.4	0.55	8.56	3.74	7.7
<b>6M</b>	0.8						0.8	0.35	7.9
<b>11L</b>	0.02	0.01					0.03	0.01	0
<b>18L</b>	0.19	0.9					1.09	0.48	1.3
<b>18M</b>	0.12	0.04					0.16	0.07	0

### Anexo A-6. Hoja de registro

METODO PCI				ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: Evitamiento Norte				Sección: 04		Unidad de muestra: U-38	
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime				Fecha: 27/09/2014		Área: 228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por des				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
<b>1L</b>	7.38	8	5	0.05	20.43	8.93	31.4
<b>1M</b>	3.1	1.68			4.78	2.09	28.5
<b>2L</b>	0.04	0.14	0.01	0.02	0.02	0.2	0.43
<b>5L</b>	19.8	26.4	19.8	19.8	13.2		99
<b>6M</b>	1.2	3.3	2.4	7	5	6	24.9
<b>11L</b>	0.03						0.03
<b>11M</b>	0.05	0.02					0.07
<b>18L</b>	0.4	0.32	1.4				2.12

### Anexo A-7. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-39						
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 26/10/2014	Área: 228.75						
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemp.						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agre.						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO				
1L	2.24	0.54	6.16	8.94	3.91	23.2			
1M	0.72	0.25	11	1.32	0.35	13.64	5.96	39.7	
1H	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0			
2L	0.01	0.04	0.09	0.06	0.02	0.09	0.31	0.14	0
5L	39.6	46.2	26.4	26.4		138.6	60.59	32.8	
6L	2.86	3.6	1.75	0.8	5.4	0.5	14.91	6.52	11.3
6M	0.4						0.4	0.17	7.7
10M	0.3						0.3	0.13	0
11L	0.02						0.02	0.01	0

### Anexo A-8. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-40					
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 26/10/2014	Área: 228.75					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica.					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento					
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemp.					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agr.					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento						
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
<b>1L</b>	5.6	0.75	6.35	2.78	19.8			
<b>2L</b>	0.06	0.56	0.72	0.31	0			
<b>5L</b>	66	66	132	57.70	32.3			
<b>6L</b>	1	2	3	1.31	4.5			
<b>14L</b>	5	1.4	0.27	0.77	1.2	8.64	3.78	18.6
<b>18L</b>	0.38	0.72	1.1	0.48	1.3			
<b>18M</b>	0.14		0.14	0.06	0			

### Anexo A-9. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-41				
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 26/10/2014	Área: 228.75				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilit.	16. Fisura parabólica				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por int.				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de A.				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
2L	0.18	0.09	0.16	0.09	0.52	0.22	0
5L	26.4		19.8		46.2	19.83	20.3
6L	1.24	2			3.24	1.39	4.6
11L	2.1	3			5.1	2.19	4.8
17L	3.5				3.5	1.50	35.5
18L	7.2	24			31.2	13.39	6.1

### Anexo A-10. Hoja de registro

METODO PCI				ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: Evitamiento Norte				Sección: 04	Unidad de		U-42
muestra: Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha: 26/10/2014			228.75
Área:							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemper.				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agreg.				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>			<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
<b>2L</b>	1.2	0.09	0.16	1.45	0.634	0	
<b>5L</b>	33	26.4		59.4	25.967	23.2	
<b>6L</b>	1			1	0.437	3.9	
<b>11L</b>	9.18			9.18	4.013	8.6	
<b>17L</b>	0.6	0.9	0.45	1.95	0.852	0	
<b>18L</b>	41.25	26.4	14	33	114.65	50.120	12.4

### Anexo A-11. Hoja de registro

METODO PCI					ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte					Sección: 04		Unidad de muestra: U-43		
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.					Fecha: 26/10/2014		Área: 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemp.						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
<b>2L</b>	0.81	1.35	0.2	0.23	0.42	0.25	3.26	1.43	0.2
<b>5L</b>	19.8	13.2	13.2	16.5	52.8		115.5	50.49	30.8
<b>6L</b>	1.25	2.4	12.36	3.6	21.75		41.36	18.08	26.6
<b>11L</b>	0.32	0.01	0.31	0.87	0.04	5.44	6.99	3.06	6.6
<b>11M</b>	0.08						0.08	0.03	0
<b>18L</b>	21.6	3	6.3	10.3			41.2	18.01	7.4

### Anexo A-12. Hoja de registro

METODO PCI						ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: Evitamiento norte						Sección: 04		Unidad de		U-44
muestra: Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.						Fecha: 26/10/2014				228.75
Área:										
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión					11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabólica	
2. Exudación	7. Fisura de borde					12. Agregado pulido			17. Hinchamiento	
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta					13. Baches			18. Peladura por intemper.	
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma					14. Ahuellamiento			desprendimiento de agreg.	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales					15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO		
<b>2L</b>	0.02	0.01	0.12	0.01	0.02	0.02	0.2	0.09	0	
<b>5L</b>	6.6	19.8	13.2				39.6	17.31	18.5	
<b>6L</b>	14.71	9					23.71	10.37	16.4	
<b>10L</b>	1	0.5	2	0.5	0.9	0.5	5.4	2.36	0.8	
<b>11L</b>	1.44	3.22	4.16	3			11.82	5.17	10	
<b>11M</b>	0.64						0.64	0.28	5	
<b>18L</b>	57.09	10.38	99				166.47	71.45	14.2	

### Anexo A-13. Hoja de registro

METODO PCI				ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte				Sección: 04		Unidad de muestra: U-45			
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha: 26/10/2014		Área: <u>228.75</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
<b>2L</b>	0.06	0.02	0.03	0.12	0.9	0.2	1.33	0.58	0
<b>5L</b>	13.2	19.8	19.8	13.2			66	28.85	24.4
<b>6L</b>	1	1.5	8.4				10.9	4.77	9
<b>10L</b>	0.3	1.3	0.2	0.6	0.3	1.3	4	1.75	0
<b>11L</b>	0.64						0.64	0.28	0
<b>16L</b>	0.02	0.1					0.12	0.05	0
<b>18L</b>	82.5	33.99	7.21				123.7	54.08	12.8

### Anexo A-14. Hoja de registro

METODO PCI					ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte					Sección: 04		Unidad de muestra:		U-46
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.					Fecha: 20/10/2014		Área:		228.75
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión				11. Parches y parches de cortes utilitarios				16. Fisura parabólica
2. Exudación	7. Fisura de borde				12. Agregado pulido				17. Hinchamiento
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Baches				18. Peladura por intempe.
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma				14. Ahuellamiento				desprendimiento de agreg.
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
<b>2L</b>	0.56	0.13	0.02	0.04	0.05	0.12	0.92	0.40	0
<b>5L</b>	13.2	19.8	26.4				59.4	25.97	23.2
<b>6L</b>	1.62	7.2	3	6.6			18.42	8.05	13.3
<b>18L</b>	82.5	17.5	33.99	7.21			141.2	61.73	13.4

### Anexo A-15. Hoja de registro

METODO PCI					ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte					Sección: 04		Unidad de muestra: U-47		
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.					Fecha: 26/10/2014		Área: 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por d						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemper.						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agreg.						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
<b>2L</b>	0.05	0.12	0.22	0.03	0.15	0.68	1.25	0.55	0
<b>5L</b>	13.2	13.2	1.8	6			34.2	14.95	16.9
<b>6L</b>	0.74	5	3.2	3.5			12.44	5.44	9.9
<b>11L</b>	0.64	3.4					4.04	1.77	3.9
<b>11H</b>	0.41						0.41	0.18	8.6
<b>18L</b>	82.5	17.5	33.99	8.24			142.23	62.18	13.4

### Anexo A-16. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04		Unidad de muestra: U-47				
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 26/10/2014		Área: 228.75				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento					
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemper.					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agreg.					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento						
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
<b>2L</b>	0.19	0.16				0.35	0.15	0
<b>5L</b>	8.25	13.2	19.8			41.25	18.03	19
<b>6L</b>	1.5	1.48				2.98	1.30	4.4
<b>10L</b>	2.7	0.24	0.7	0.9	0.4	5.84	2.55	1.2
<b>10M</b>	3.2					3.2	1.40	3.2
<b>11M</b>	0.4	0.2				0.6	0.26	4.9
<b>18L</b>	60	2.64	33			95.64	41.81	11.5

### Anexo A-17. Hoja de registro

METODO PCI				ESQUEMA			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: Evitamiento Norte				Sección: 04		Unidad de muestra: U-48	
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha: 26/10/2014		Área: <u>228.75</u>	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemper. desprendimiento de agreg.				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
<b>2L</b>	0.6	0.02	0.16		0.78	0.34	0
<b>5L</b>	39.6	19.8	19.8	13.2	92.4	40.39	28.2
<b>6L</b>	3.6	4	2.4	2.25	13.45	5.88	10.5
<b>18L</b>	22.5	27.5	12.5	15.45	93.4	40.83	11.4

### Anexo A-18. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA					
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-49				
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 26/10/2014	Área: 228.75				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
<b>5L</b>	26.4	39.6	26.4	19.8	112.2	49.05	30.4
<b>6L</b>	1.4	3.12	1.1	7.21	12.83	5.61	10.1
<b>6M</b>	1.08				1.08	0.47	8
<b>11L</b>	76	7.37			83.37	36.45	29.6
<b>11M</b>	0.95				0.95	0.42	6
<b>18L</b>	55	52	26	22.66	155.66	68.05	13.9
<b>18M</b>	13				13	5.68	14.1

### Anexo A-19. Hoja de registro

METODO PCI				ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: Evitamiento Norte				Sección: 04		Unidad de muestra: U-50	
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha: 26/10/2014		Área: 228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemper.				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agreg.				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
<b>2L</b>	0.15	1.5		1.65	0.72	0	
<b>5L</b>	26.4	39.6	19.8	85.8	37.51	27.4	
<b>6L</b>	6.6	3.6		10.2	4.46	8.6	
<b>11L</b>	6.89			6.89	3.01	6.5	
<b>13L</b>	1			1	0.44	9.6	
<b>13M</b>	1			1	0.44	18.3	
<b>18L</b>	33	65	33	26.4	68.81	13.9	

### Anexo A-20. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04		Unidad de muestra: U-51		
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 26/10/2014		Área: 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica			
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemper.			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agreg.			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
2L	0.16			0.16	0.07	0
5L	33	19.8		52.8	23.08	21.8
6L	8	3		11	4.81	9.1
7H	7.2			7.2	3.15	13
11L	0.79			0.79	0.35	0
13L	1			1	0.44	9.6
13H	1			1	0.44	36.9
18L	3.63	91	49.5	144.13	63.01	13.5

### Anexo A-21. Hoja de registro

METODO PCI				ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte				Sección: 04		Unidad de muestra: U-52			
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime				Fecha: 26/10/2014		Área:		228.75	
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabólica		
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido			17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches			18. Peladura por intemper.		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento			desprendimiento de agreg.		
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Desplazamiento				
FALLA		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
2L	0.06	0.01	0.09	1	0.06	0.15	1.37	0.60	0
3L	1.6	1.56					3.16	1.38	0
5L	19.8	26.4	19.8				66	28.85	24.4
6L	17.5	8.24	4.8				30.54	13.35	20.3
7M	4.85						4.85	2.12	7.2
10L	0.8	1	6	3.3	3.25		14.35	6.27	5.2
10M	0.3						0.3	0.13	0
18L	52.5	15	33.99	21			122.49	53.55	12.7

### Anexo A-22. Hoja de registro

METODO PCI				ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: Evitamiento Norte				Sección: 04		Unidad de muestra: U-53	
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.				Fecha: 26/10/2014		Área: 228.75	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemper.				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agreg.				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
<b>2L</b>	0.08	0.16	0.3		0.54	0.24	0
<b>5L</b>	19.8	26.4	16.5	19.8	82.5	36.07	26.9
<b>6L</b>	9.4	0.6	3.5	3.2 8	26.7	11.67	18.1
<b>10L</b>	3.8	3.3	4.1	5.1 5.8	25.3	11.06	8.8
<b>10M</b>	5.7	3	1.4	1.2 2	14.8	6.47	13.2
<b>11L</b>	0.79				0.79	0.35	0
<b>18L</b>	137.5	33	22.66		193.16	84.44	14.9

### Anexo A-23. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-54			
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 28/10/2014	Área: 228.75			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica			
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemp.			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agreg.			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
2L	0.09	1.2		1.29	0.56	0
5L	19.80	33		52.8	23.08	21.8
6L	6.00	1.5	2.4	9.9	4.33	8.4
10L	1.30			1.3	0.57	0
10M	0.80	0.3	1	2.1	0.92	2.1
11L	0.25	3.5		3.75	1.64	3.6
11H	1.12			1.12	0.49	14.2
13H	1.00			1	0.44	36.9
18L	82.50	66	33	181.5	79.34	14.6

### Anexo A-24. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-55		
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 28/10/2014	Área: 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica		
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque intemperismo	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento			
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
5L	19.8	26.4	46.2	20.20	34.4
6L	7.2	5.22	12.42	5.43	27.2
11L	0.71	0.09	0.8	0.35	2.7
13M	1		1	0.44	38.1
13H	1		1	0.44	60
18L	16.48		16.48	7.20	8.9

### Anexo A-25. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04		Unidad de muestra: U-56	
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 28/10/2014		Área: <u>228.75</u>	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica		
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento			
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
<b>3M</b>	0.96		0.96	0.42	0.3
<b>4L</b>	1.19		1.19	0.52	2.8
<b>5L</b>	26.4	33	59.40	25.97	27.1
<b>6L</b>	7.20	4	11.20	4.90	11.8
<b>10L</b>	0.70	1      0.3	2.00	0.87	0.0
<b>10M</b>	0.70		0.70	0.31	0.0
<b>18L</b>	165		165	100	15.8

### Anexo A-26. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-57			
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 28/10/2014	Área: <u>228.75</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica			
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
<b>5L</b>	19.80	19.80	26.4	66	28.85	24.4
<b>6L</b>	3.00	2.60	3	8.6	3.76	7.7
<b>11L</b>	0.84	1.08	1.6	3.52	1.54	3.4
<b>17L</b>	1.20			1.2	0.52	0
<b>18L</b>	99.0	132		231	100.98	15.8

### Anexo A-27. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
<b>HOJA DE REGISTRO</b>			
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-58
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 28/10/2014	Área: 228.75
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento	
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>		<b>TOTAL DENSIDAD VALOR DEDUCIDO</b>
<b>5L</b>	26.4	33 19.8	79.2 34.62 26.5
<b>6L</b>	3	2 3.6	8.6 3.76 7.7
<b>11L</b>	0.64	0.98 1.23 1.19	4.04 1.77 3.9
<b>18L</b>	225.92		225.92 98.76 15.7

### Anexo A-28. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-59		
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 28/10/2014	Área: 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica		
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados		
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento			
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
5L	29.7	26.4	56.1	24.52	34.6
6L	4.5	2 2	8.5	3.72	16.8
18L	33		33	14.43	11.5

### Anexo A-29. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-60				
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 28/10/2014	Área: 228.75				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
<b>1L</b>	0.77	10.5	2.32	6	19.59	8.58	35.2
<b>1M</b>	3.25	0.49			3.74	1.64	30.4
<b>5L</b>	19.8	39.6	49.5		108.9	47.70	35
<b>6L</b>	6	6	12.42		24.42	10.70	24.3
<b>11M</b>	0.8	0.4			1.2	0.53	8.9
<b>18L</b>	14				14	6.13	4.7

### Anexo A-30. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-61						
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 28/10/2014	Área: 228.75						
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO				
1L	8	2.43	2.4	0.16	2.4	8	23.39	10.23	32
2L	0.6						0.6	0.26	0
5L	52.8	33	39.6	52.8			178.2	77.90	35.7
6L	10	10.8	7.6	33.9	3.2	4	69.5	30.38	34.5
10L	1.8						1.8	0.79	0
11L	0.38						0.4	0.17	0
13L	1						1	0.44	9.6
13M	1						1	0.44	18.3

### Anexo A-31. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Sección: 04 Fecha: 28/10/2014		Unidad de muestra: U-62 Área: 228.75					
1. Piel de cocodrillo deslizamiento	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica o por					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido		17. Hinchamiento					
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
1L	1.8				1.8	0.79	8.2		
2L	0.04	1.8	1.2		3.04	1.33	0.2		
5L	82.5	66	26.4	29.7	204.6	89.44	37.3		
6L	17.2	18	7.2	9	4	10.8	66.2	28.94	33.9
11L	0.79				0.79	0.35	0		

### Anexo A-32. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Evitamiento Norte Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Sección: 04 Fecha: 28/10/2014	Unidad de muestra: U-63 Área: <u>228.75</u>						
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO				
<b>1L</b>	7.49	7.2	14.69	6.42	28.1				
<b>2L</b>	0.16	0.6	0.76	0.33	0				
<b>5L</b>	33	39.6	39.6	26.4	138.6	60.59	32.8		
<b>6L</b>	6.4	4.2	3	12.6	11.4	3.6	41.2	18.01	26.5
<b>6M</b>	7.2						7.2	3.15	14.2

### Anexo A-33. Hoja de registro

METODO PCI		ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la vía: Evitamiento Norte		Sección: 04	Unidad de muestra: U-64		
Ejecutor: Rabanal Pajares, Jaime E.		Fecha: 28/10/2014	Área: 228.75		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica		
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento			
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento			
FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
<b>5L</b>	19.8	26.4	46.2	20.20	34.4
<b>6L</b>	7.2	5.22	12.42	5.43	27.2
<b>11L</b>	0.71	0.09	0.8	0.35	2.7
<b>13H</b>	1		1	0.44	60
<b>18L</b>	16.48		16.48	7.20	8.9

## **ANEXO 05. PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN**