

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PCI
PARA LA DETERMINACIÓN DE LA
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE
UN SECTOR DE LA AVENIDA GONZALES
PRADA

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. JOSE LUIS TAFUR COTRINA

ASESOR:

Mg. ENRIQUE DURAND BAZÁN

TRUJILLO – PERÚ
2021

DEDICATORIA:

Con mucho cariño para mis queridos padres quienes han estado conmigo en todo momento apoyándome incondicionalmente en todo lo necesario para cumplir con mis objetivos proyectados a nivel académico a si mismo por enseñarme a cultivar buenos valores en mi vida.

A Dios Todopoderoso y su infinito poder, por haberme dado la sabiduría para poder discernir y diferenciar lo malo de lo bueno, así mismo para darme la capacidad para haber tenido una formación educativa de acorde a lo que me había planteado en todo lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a Dios porque sin el nada de lo que pretendemos lograr de haría posible, y por guiar nuestros pasos a través de du espíritu santo

A mis padres por darme el soporte y el estímulo para haber podido desarrollar este proyecto.

A todos los Ingenieros que formaron parte de mi formación profesional, quienes se encargaron de fortalecer mis conocimientos para así poder haber desarrollado el presente trabajo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de Contenidos	Pág. 4
Índice de Tablas	Pág. 6
Índice de Gráficos	Pág. 7
Resumen	Pág. 8
Abstract	Pág. 9
I Introducción	Pág. 10
1.1. Realidad Problemática	Pág. 10
1.2. Formulación del Problema	Pág. 11
1.3. Justificación de la Investigación	Pág. 11
1.4. Objetivos	Pág. 12
1.4.1. Objetivos Generales	Pág. 12
1.4.2. Objetivos Específicos	Pág. 12
1.5. Antecedentes	Pág. 12
1.6. Bases Teóricas	Pág. 14
1.6.1. Pavimentos	Pág. 14
1.6.2. Paviments Condition Index.....	Pág. 15
1.6.3. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento	Pág. 19
1.6.4. Unidades de Muestreo	Pág. 20
1.6.5. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación	Pág. 21
1.6.6. Selección de las Unidades de muestreo para Inspección	Pág. 22
1.6.7. Selección de las Unidades de Muestreo Adicionales	Pág. 23
1.6.8. Evaluación de la Condición	Pág. 23
1.6.9. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo	Pág. 24
1.6.10. Manual de Daños de Calidad de Tránsito	Pág. 26
1.6.11. Manual de Daños en Vías con Superficie Asfáltica.....	Pág. 27
1.6.11.1. Piel de Cocodrilo	Pág. 27
1.6.11.2. Exudación.....	Pág. 28
1.6.11.3. Agrietamiento en Bloque	Pág.29
1.6.11.4. Abultamientos y Hundimientos	Pág. 30
1.6.11.5. Corrugación	Pág. 30
1.6.11.6. Depresión	Pág. 31
1.6.11.7. Grieta de Borde	Pág. 32
1.6.11.8. Grieta de Reflexión de Junta	Pág. 32
1.6.11.9. Desnivel Carril / Berma	Pág. 33
1.6.11.10. Grietas Longitudinales y Transversales.....	Pág. 34
1.6.11.11. Parcheo y acometidas de servicios Públicos.....	Pág. 35
1.6.11.12. Pulimento de Agregados	Pág. 36
1.6.11.13. Huecos	Pág. 36
1.6.11.14. Cruce de Vía Férrea.....	Pág. 37
1.6.11.15. Ahuellamiento	Pág. 38
1.6.11.16. Desplazamiento	Pág. 39
1.6.11.17. Grietas Parabólicas.....	Pág. 39
1.6.11.18. Hinchamientos	Pág. 40
1.6.11.19. Meteorización	Pág. 40
1.7. Definición de Términos Básicos	Pág. 42
1.7.1. Variable Única	Pág. 42

1.8. Formulación de Hipótesis	Pág. 41
1.8.1 Planteamiento de la Hipótesis	Pág. 41
II MATERIALES Y METODOS.....	Pág. 42
2.1.- Material	Pág. 42
2.2.- Material de Estudio.....	Pág. 42
2.2.1. Población	Pág. 42
2.2.2. Muestra	Pág. 42
2.3. Técnicas, Procedimientos e Instrumentos	Pág. 42
2.3.1. Para Recolectar Datos	Pág. 43
2.3.2. Para Procesar Datos	Pág. 46
2.4. Operacionalización de Variables	Pág. 46
III RESULTADOS.....	Pág. 47
3.1. Evaluación de los Modos de fallo en Cada Unidad de Muestra	Pág. 47
3.1.1. Unidad de Muestra 1.....	Pág. 47
3.1.2. Unidad de Muestra 2.....	Pág. 49
3.1.3. Unidad de Muestra 3.....	Pág. 50
3.1.4. Unidad de Muestra 4.....	Pág. 52
3.1.5. Unidad de Muestra 5.....	Pág. 53
3.1.6. Unidad de Muestra 6.....	Pág. 55
3.1.7. Unidad de Muestra 7.....	Pág. 56
3.1.8. Unidad de Muestra 8.....	Pág. 58
3.1.9. Unidad de Muestra 9.....	Pág. 59
3.1.10. Unidad de Muestra 10.....	Pág. 61
3.2. Evaluación del PCI por unidad de Muestra	Pág. 62
3.2.1. PCI de Unidad de Muestra 1.....	Pág. 61
3.2.2. PCI de Unidad de Muestra 2.....	Pág. 61
3.2.3. PCI de Unidad de Muestra 3.....	Pág. 62
3.2.4. PCI de Unidad de Muestra 4.....	Pág. 62
3.2.5. PCI de Unidad de Muestra 5.....	Pág. 63
3.2.6. PCI de Unidad de Muestra 6.....	Pág. 63
3.2.7. PCI de Unidad de Muestra 7.....	Pág. 64
3.2.8. PCI de Unidad de Muestra 8.....	Pág. 64
3.2.9. PCI de Unidad de Muestra 9.....	Pág. 65
3.2.10. PCI de Unidad de Muestra 10.....	Pág. 65
3.3. Evaluación de Modos de Falla de Tramo.....	Pág. 67
3.4. PCI de Unidad de Muestras	Pág. 68
IV. DISCUSION DE RESULTADOS	Pág. 68
V. CONCLUSIONES	Pág. 71
VI. RECOMENDACIONES	Pág. 72
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	Pág. 74
ANEXO A: TABLA DE REGISTROS	Pág. 75
ANEXO B: CURVA PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS	Pág. 85
ANEXO C: REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	Pág. 89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Rango de Calificación de PCI	Pág. 19
Tabla N° 2: Longitudes de Unidades de Muestreo	Pág. 20
Tabla N° 3: Niveles de Severidad para huecos	Pág. 37
Tabla N° 4: Operacionalización de Variable	Pág. 46
Tabla N° 5: Unidad de Muestra 1.....	Pág. 47
Tabla N° 6: Unidad de Muestra 2.....	Pág. 49
Tabla N° 7: Unidad de Muestra 3.....	Pág. 50
Tabla N° 8: Unidad de Muestra 4.....	Pág. 52
Tabla N° 9: Unidad de Muestra 5.....	Pág. 53
Tabla N° 10: Unidad de Muestra 6.....	Pág. 55
Tabla N° 11: Unidad de Muestra 7.....	Pág. 56
Tabla N° 12: Unidad de Muestra 8.....	Pág. 58
Tabla N° 13: Unidad de Muestra 9.....	Pág. 59
Tabla N° 14: Unidad de Muestra 10.....	Pág. 61
Tabla N° 15: Evaluación de la Muestra 1	Pág. 62
Tabla N° 16: Evaluación de la Muestra 2	Pág. 63
Tabla N° 17: Evaluación de la Muestra 3	Pág. 63
Tabla N° 18: Evaluación de la Muestra 4	Pág. 63
Tabla N° 19: Evaluación de la Muestra 5	Pág. 64
Tabla N° 20: Evaluación de la Muestra 6	Pág. 64
Tabla N° 21: Evaluación de la Muestra 7	Pág. 65
Tabla N° 22: Evaluación de la Muestra 8	Pág. 65
Tabla N° 23: Evaluación de la Muestra 9	Pág. 66
Tabla N° 24: Evaluación de la Muestra 10	Pág. 66
Tabla N° 25: Registro de Datos de la Muestra 1.....	Pág. 77
Tabla N° 26: Registro de Datos de la Muestra 2.....	Pág. 78
Tabla N° 27: Registro de Datos de la Muestra 3.....	Pág. 79
Tabla N° 28: Registro de Datos de la Muestra 4.....	Pág. 80
Tabla N° 29: Registro de Datos de la Muestra 5.....	Pág. 81
Tabla N° 30: Registro de Datos de la Muestra 6.....	Pág. 82
Tabla N° 31: Registro de Datos de la Muestra 7.....	Pág. 83
Tabla N° 32: Registro de Datos de la Muestra 8.....	Pág. 84
Tabla N° 33: Registro de Datos de la Muestra 9.....	Pág. 85
Tabla N° 34: Registro de Datos de la Muestra 10.....	Pág. 86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Capas de Pavimento Flexible Asfáltico.....	Pág. 16
Gráfico N° 2: Corte Transversal de Pavimento Flexible	Pág. 17
Gráfico N° 3: Componentes Principales del Sistema de Pavimento.....	Pág. 18
Gráfico N° 4: Formato de Exploración de Condición para Carreteras Con superficie asfáltica	Pág. 20
Gráfico N° 5: Formato de Exploración de Condición para superficies en Concreto Hidráulico	Pág. 21
Gráfico N° 6: Formato para las iteraciones del Cálculo del CDV.....	Pág. 26
Gráfico N° 7: Ubicación de la Muestra de Estudio	Pág. 44
Gráfico N° 8: Técnica e Instrumento para Registro de Datos	Pág. 44
Gráfico N° 9: Técnica e instrumento para Procesamiento de Datos	Pág. 45
Gráfico N° 10: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 1	Pág. 48
Gráfico N° 11: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 1	Pág. 48
Gráfico N° 12: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 2	Pág. 49
Gráfico N° 13: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 2.....	Pág. 50
Gráfico N° 14: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 3	Pág. 51
Gráfico N° 15: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 3.....	Pág. 51
Gráfico N° 16: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 4.....	Pág. 52
Gráfico N° 17: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 4.....	Pág. 53
Gráfico N° 18: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 5	Pág. 54
Gráfico N° 19: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 5.....	Pág. 54
Gráfico N° 20: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 6	Pág. 55
Gráfico N° 21: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 6.....	Pág. 56
Gráfico N° 22: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 7.....	Pág. 57
Gráfico N° 23: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 7.....	Pág. 57
Gráfico N° 24: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 8	Pág. 58
Gráfico N° 25: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 8.....	Pág. 59
Gráfico N° 26: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 9	Pág. 60
Gráfico N° 27: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 9.....	Pág. 60
Gráfico N° 28: Modos de Fallo de la Unidad de Muestra 10.....	Pág. 61
Gráfico N° 29: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 10.....	Pág. 62
Gráfico N° 30: Total Modos de Falla por Severidad	Pág. 67
Gráfico N° 31: Total Modos de Falla por Severidad, m2, my N°.....	Pág. 68
Gráfico N° 32: PCI de Unidad de Muestras	Pág. 68
Gráfico N° 33: Curvas para Pavimentos Asfálticos	Pág. 87
Gráfico N° 34: Curva de Corrección	Pág. 88

RESUMEN

El trabajo realizado consiste en determinar la calidad del pavimento flexible de un carril de un sector de la Avenida González Prada delimitada por la Avenida Industrial y la avenida América, ya que es una avenida con mucha carga de tránsito vehicular y también de personas que en algunos casos habitan en zonas colindantes y en otros de desplazan por laborar en alguna de las Industrias ubicadas en la Carretera Industrial.

Vale mencionar que se observa que por ser una zona de transición entre una carretera Industrial y una avenida de una Urbanización, al parecer esto predispone a los choferes a seguir manejando a alta velocidad con que venían trasladándose en la carretera, es por ello que se decidió hacer el estudio para determinar la condición del pavimento por seguridad de los vehículos y sobre todo de los transeúntes.

La determinación de la condición se realizó utilizando el método Pavement Condition Index (PCI) basado en la Norma ASTM D6433-07, y se siguió la secuencia de trabajo descrita: Primero, se realizó el levantamiento de información in situ donde se hicieron anotaciones en un formato de los tipos de falla, las severidades, cantidades y medidas de cada falla encontrada en cada unidad de muestreo definida; utilizando para ello instrumentos adecuados.

Segundo, se trasladó los datos a una hoja de cálculo en donde se determinó el valor del PCI para las 10 Unidades de muestra definidas según las recomendaciones de la metodología, una vez determinada el PCI de las unidades con ello se determinó el PCI de todo el tramo de estudio, resultando el PCI de valor cuantitativo equivalente a 56.9, quien se encuentra dentro del rango de valores que es calificado como Bueno.

También se desarrollaron gráficos y tablas dinámicas para tener una mejor visión y mapeo de los tipos de falla más críticas.

Finalmente, ya teniendo identificada estas fallas de mayor incidencia, se pueden plantear acciones correctivas que mejoren la condición del pavimento todo ello según la severidad de la falla y teniendo en cuenta las recomendaciones mencionadas en la Metodología aplicada.

Palabras claves:

Pavimento Flexible, Severidad, Índice de condición del pavimento

ABSTRACT

The work carried out consists of determining the quality of the flexible pavement of a lane in a sector of González Prada Avenue delimited by Industrial Avenue and América Avenue, since it is an avenue with a lot of vehicular traffic and also people who in some cases They live in neighboring areas and in others they move to work in one of the Industries located on the Industrial Highway.

It is worth mentioning that it is observed that since it is a transition zone between an Industrial highway and an avenue of an Urbanization, apparently this predisposes the drivers to continue driving at high speed with which they had been moving on the highway, that is why it was decided carry out the study to determine the condition of the pavement for the safety of vehicles and especially pedestrians.

The determination of the condition was carried out using the Pavement Condition Index (PCI) method based on the ASTM D6433-07 Standard, and the described work sequence was followed:

First, the information was collected in situ where annotations were made in a format of failure types, severities, quantities and measurements of each failure found in each defined sampling unit; using suitable instruments.

Second, the data was transferred to a spreadsheet where the PCI value was determined for the 10 sample Units defined according to the recommendations of the methodology, once the PCI of the units had been determined, with this the PCI of the entire unit was determined. study section, resulting in the PCI with a quantitative value equivalent to 56.9, which is within the range of values that is rated as Good.

Dynamic charts and tables were also developed to have a better vision and mapping of the most critical failure types.

Having identified these faults with the highest incidence, corrective actions can be proposed to improve the condition of the pavement, all according to the severity of the fault and taking into account the recommendations mentioned in the applied Methodology.

Keywords:

Flexible Pavement, Severity, Pavement Condition Index

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:

Mantener las pistas pavimentadas en un estado adecuado de servicio es cada vez un problema serio e inevitable para los municipios: en ellos se puede observar la ausencia de un sistema de gestión vial. No se tiene a detalle un inventario de la infraestructura disponible y ni los proyectos de inversiones a realizar. Ante esta realidad existe la imperiosa necesidad de mejorar la tecnología de los pavimentos en el Perú a fin que estos logren alcanzar la vida útil para la que fueron diseñados. Por eso para conocer las fallas y problemas de los pavimentos es necesario conocer a mayor profundidad la elaboración de expedientes técnicos, si se realiza con los estudios necesarios y con la responsabilidad y la posterior ejecución de las obras.

La vida útil de los pavimentos son como mínimo 5 años, sin embargo debido a factores como el uso de tecnología inadecuada tanto para la construcción de pavimentos como para su rehabilitación y mejoramiento, la negligencia durante el proceso constructivo, personal a cargo de la ejecución sin especialización, etcétera su periodo de vida se reduce a menos de un año; lo cual origina que el Estado Peruano invierta notoriamente en su reconstrucción, provocando un gasto público que es innecesario, así como imposibilita el crecimiento uniforme vialmente.

Esta realidad también afecta al departamento de La Libertad, además de estar sometida a factores climatológicos que afectan directamente a la estructura del pavimento, ya que si llega a infiltrarse el agua producida por las lluvias hasta llegar al terreno de fundación podría ocasionar cambios volumétricos y posteriormente la aparición de defectos superficial es en la capa de rodadura (Según Ministerio de Transportes y comunicaciones)

El sector de avenida Gonzáles Prada a evaluar en este proyecto, abarca desde la Avenida América hasta la Avenida Industrial. Esta avenida está ubicada entre las Urbanizaciones Santa María y las Casuarinas, además es una de las principales vías de ingreso a la ciudad ya que desemboca en la Avenida Industrial, por ella transitan en gran flujo de todo tipo de unidades vehiculares menores y mayores, por lo cual se considera de vital importancia realizar un diagnóstico de la calidad actual del pavimento, para así poder garantizar su buen desempeño y en su defecto difundir los resultados y solicitar la atención inmediata por parte de las autoridades pertinentes. Los riesgos a que conllevan la existencia de pavimentos en mal estado pueden desencadenar una serie de problemas que abarca desde el deterioro de los

componentes de las unidades vehiculares, lesiones en las personas que transitan y hasta la pérdida lamentable de vidas humanas por tratar de hacer una maniobra con el fin de evitar algún desperfecto del pavimento.(Según INEI)

Es por ello que el presente proyectos respaldado en la metodología norteamericana de Paviment Condition Index (PCI), considera realizar la determinación de la Condición del pavimento en el Sector de la avenida ya mencionada, para difundir resultados y realizar planes de acción en función a ellos.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PCI PARAN LA DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE UN SECTOR DE LA AVENIDA GONZALES PRADA

¿CUAL ES LA CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE UN SECTOR DE AV. GONZALES PRADA APLICANDO LA METODOLOGIA DEL PCI?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

1.3.1. Por el beneficio: Beneficiará a los transportistas para el mejor cuidado de sus vehículos, disminuyendo sus gastos económicos en reparación de repuestos y también para los transeúntes minimizando riesgos de lesiones y accidentes fatales.

1.3.2. Por la fuente de datos: Los datos se recopilarán en sitio de manera visual teniendo en cuenta con todos los cuidados para ello.

1.3.3. Por la utilidad metodológica: Esta investigación se respalda en una metodología que es una de las más completas en los modelos de Gestión vial existentes en la actualidad.

1.3.4. Por el resultado: De los resultados de esta investigación se sacarán conclusiones y se plantearán acciones correctivas de ser necesario.

1.4. OBJETIVOS:

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar el índice de condición del pavimento flexible de la avenida Gonzales Prada, ubicada entre la avenida américa y la Avenida Industrial utilizando la metodología de Paviment Condition Index.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar los modos de fallo en cada unidad de muestra.
- Determinar el modo de fallo con mayor densidad en cada unidad de muestra
- Determinar las severidades más frecuentes de cada modo de fallo en cada unidad de muestra
- Determinar los valores deducidos en cada unidad de muestra
- Plantear las acciones correctivas propuestas planteadas en la metodología, según los resultados obtenidos en cada unidad de muestra

1.5. ANTECEDENTES:

(Vicuña, 2015), en su tesis titulada: “Evaluación del estado estructural del pavimento flexible mediante la metodología del PCI Tramo Quichuay-Ingenio del Km 0+000 al 1+000 2014”, demuestra que por el análisis podemos determinar el estado real del pavimento y las fallas más perjudiciales para dicho estado y teniendo el valor del PCI es posible determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación (M&R) menos costoso y más eficiente, con eso el pavimento lograría un buen estado, para brindar comodidad y seguridad a los usuarios que es su principal función.

(Rodríguez, 2016)), en su tesis titulada: “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla”, Piura - Perú (2009): Pretende estimar la condición del pavimento flexible aplicando la metodología del PCI, para posteriormente con la información obtenida detallar el estado real del pavimento, que podrá servir para identificar la técnica adecuada para su recuperación y mantenimiento en próximas investigaciones. Luego de haber realizado el proceso en la Av. Luis Montero, que consta de dos tramos de 600 metros

lineales cada uno (ambos sentidos) seccionado de la siguiente manera: Tramo 1 con tres secciones y el tramo 2 con una sola sección se llegó a la conclusión que 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).

(Cantuarias, 2017) En la tesis: “Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida camino real de la urbanización la rinconada del distrito Trujillo” busca obtener un indicador que permita precisar la degradación o condición del pavimento flexible, esto se obtiene realizando la Aplicación del Método PCI para la Evaluación Superficial del Pavimento Flexible de la Avenida Camino Real del Distrito de Trujillo, con la finalidad de solicitar su intervención oportuna, seleccionando la técnica más adecuada de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción al estado del pavimento flexible. De acuerdo al Manual desarrollado por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela, el método Pavement Condition Index (PCI) basado en la Norma ASTM D6433-03.

(Cuba Alvarez, 2017), en su tesis titulada: “Evaluación Superficial del Pavimento Flexible Aplicando el Método del PCI en un tramo de la Av. República de Polonia – Distrito de San Juan de Lurigancho”, busca realizar la evaluación superficial del pavimento flexible en un tramo de la Av. República de Polonia aplicando el método (PCI), con el fin de conocer la condición del pavimento flexible existente.

(T.Herrera, 2018), en su tesis: “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado”, pretende proponer alternativas de intervención que permitan mejorar la condición operacional o estado del pavimento que actualmente presenta el carril segregado del corredor Javier Prado, considerando que esta importante vía es de uso exclusivo para los autobuses del sistema de transporte urbano implementados por la Municipalidad de Lima.

1.6. BASES TEORICAS

DEFINIR LA METODOLOGIA

Un método de evaluación del comportamiento del pavimento es el “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM D6433-03) o mejor conocido como “Método PCI” (Pavement Condition Index); que por medio de inspecciones visuales determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes.

1.6.1. PAVIMENTOS:

1.6.1.1. Definición: Estructura de las vías de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales elaborados o no, colocados sobre el terreno acondicionado, que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos:

- Con seguridad.
- Con comodidad
- Con el costo óptimo de operación
- Superficie uniforme.
- Superficie impermeable.
- Color y textura adecuados.
- Resistencia a la repetición de cargas.
- Resistencia a la acción del medio ambiente.
- Que no transmita a las capas inferiores esfuerzos mayores a su resistencia.

Es importante tener en cuenta que el pavimento puede revestirse con diferentes materiales, como piedras o maderas. El término, sin embargo, suele asociarse en algunos países al asfalto, el material utilizado para construir calles, rutas y otras vías de comunicación.

Las denominadas mezclas asfálticas y el hormigón son los materiales más habituales para crear el pavimento urbano, ya que tienen un buen rendimiento de soporte y permiten el paso constante de vehículos sin sufrir grandes daños.

En los últimos años se ha promovido el desarrollo de pavimento que sea sostenible y que respete el medio ambiente. En este sentido cabe mencionar la creación de pavimento que

combina el asfalto con el polvo de caucho que se obtiene a partir de neumáticos reciclados y la utilización del producto conocido como noxer, que tiene la capacidad de absorber la contaminación que producen los tubos de escape de los vehículos.

1.6.1.2. Tipos:

1.6.1.2.1. Pavimentos Asfálticos o Flexibles: Son aquéllos contruidos con materiales asfálticos y materiales granulares.

1.6.1.2.2. Pavimentos de Concreto o Rígidos: Pavimentos contruidos con hormigón de cemento portland y materiales granulares.

1.6.1.2.3. Otros: Adoquines, empedrados, suelo cemento Pavimentos Flexibles o Asfálticos. En general, están contruidos por una capa delgada de mezcla asfáltica contruida sobre una capa de base y una capa de sub-base las que usualmente son de material granular. Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada subrasante.

PAVIMENTOS FLEXIBLES O ASFÁLTICOS: En general, están contruidos por una capa delgada de mezcla asfáltica contruida sobre una capa de base y una capa de sub-base las que usualmente son de material granular. Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada subrasante.

Corte transversal.



Gráfico 1: Capas del Pavimento Flexible Asfáltico

La capa de rodadura de un pavimento flexible puede construirse con un hormigón bituminoso, mezclas de arena y betún, o mediante tratamientos superficiales con riegos bituminosos. Está sometida a los esfuerzos máximos y condiciones más severas impuestas por el clima y el tráfico. La capa de base se compone generalmente de áridos, que han sido tratados o no con cemento portland, cal, asfalto u otros agentes estabilizantes.

Esta capa tiene como principal función, la de soportar las cargas aplicadas y distribuir estas cargas a la sub-base o al terreno. La capa de sub-base se compone de materiales menor calidad y costo que los empleados en la capa de base. Se componen de materiales estabilizados o no, o de terreno estabilizado. Las sub-bases transmiten cargas al terreno y en algunos casos pueden actuar de colaborador del drenaje de las aguas del subsuelo y para prevenir la acción destructiva de las heladas.

PAVIMENTOS RÍGIDOS: Los pavimentos rígidos se integran por una capa (losa) de concreto de cemento portland que se apoya en una capa de base, constituida por grava; esta capa descansa en una capa de suelo compactado, llamada subrasante. La resistencia estructural depende principalmente de la losa de concreto.

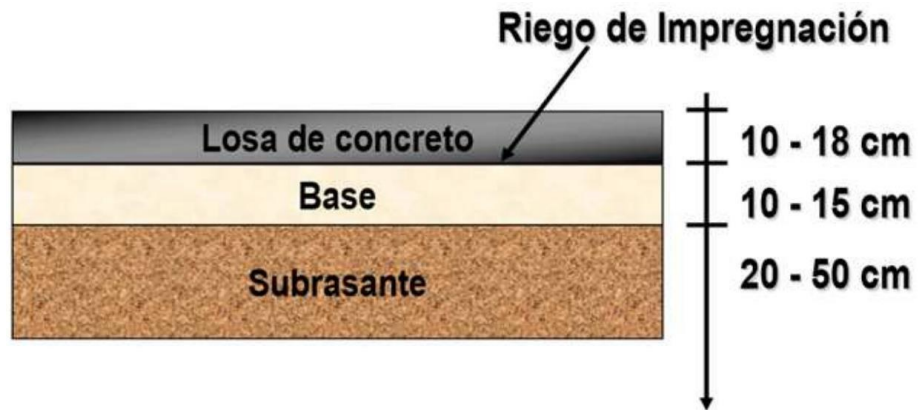


Gráfico 2: Corte transversal de Pavimento Flexible

Desarrollo natural de fisuras.

1. Fisuración inicial (transversal)
2. Fisuración intermedia (transversal)
3. Fisuración longitudinal

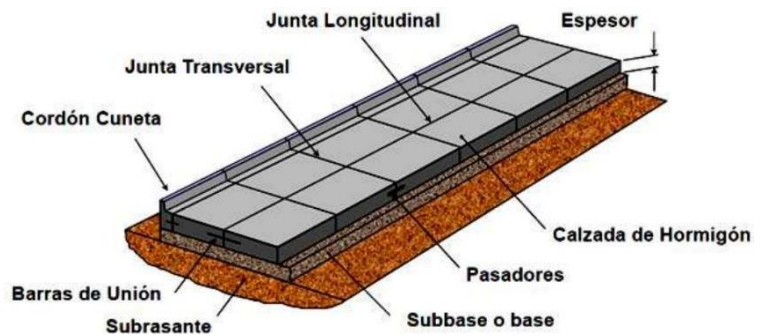
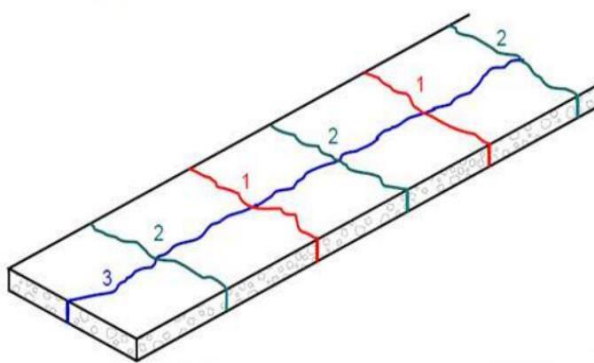


Gráfico 3: Componentes principales del sistema de Pavimento Flexible

1.6.2. PAVEMENT CONDITION INDEX(PCI) PARA PAVIEMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS:

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación. Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales.

El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

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

En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Tabla N° 1: Rangos de Calificación del PCI

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la

condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

1.6.3.- PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Las Figuras 1 y 2 ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA			
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No.	Daño	No.				Daño
1	Piel de cocodrilo.	11				Parqueo.
2	Exudación.	12				Pulimento de agregados.
3	Agrietamiento en bloque.	13				Huecos.
4	Abultamientos y hundimientos.	14				Cruce de vía férrea.
5	Corrugación.	15				Ahuellamiento.
6	Depresión.	16				Desplazamiento.
7	Grieta de borde.	17				Grieta parabólica (slippage)
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Gráfico 4. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

1.6.4.- 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:

- a 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 el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

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

Tabla N°2: Longitudes de Unidades de Muestreo

- b Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
<input type="text"/>			<input type="text"/>		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					...
					o o o o o
					1 2 3 4

Gráfico 5: Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico.

1.6.5.- DETERMINACION DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA EVALUCIÓN: 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 ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

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 ($e = 5\%$)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35)

En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deberán evaluarse.

1.6.6.- SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCION: 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:

$$i = \frac{N}{n} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

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

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.

1.6.7.- 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.

1.6.8.- EVALUACION 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:

Equipo.

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

Procedimiento:

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

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

1.6.9.- 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.

Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica:

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

- 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 ó por número según su tipo.
- 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.

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.

Etapas 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m) 2.

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

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

(Ecuación 3 para 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 .

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.

Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV. El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- a. Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
- b. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- c. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- 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.
- e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso. Etapa 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Pórtland:

Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos.

- a. Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02.
- b. Divida el número de LOSAS contabilizado en a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
- c. Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

Etapa 2. Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m)

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, como se describió anteriormente.

Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV. Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, pero usando la curva correspondiente a pavimentos de concreto.

Etapa 4. Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV. En la Figura 3 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”,

CDV.

PAVEMENT CONDITION INDEX
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

Gráfico 6. Formato para las iteraciones del cálculo del CDV.

1.6.10.- MANUAL DE DAÑOS CALIDAD DE TRÁNSITO (RIDE QUALITY)

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. A continuación, se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

L: (Low: Bajo). Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad.

M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

1.6.11.- MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO ASFÁLTICO

1.6.11.1.- 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

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

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

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

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

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

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

1.6.11.2.- EXUDACIÓN:

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.

L: 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.

H: 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 (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

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

1.6.11.3.- 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 3.0 m. 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.

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

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad. Medida Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un sólo 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

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

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

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

1.6.11.4.- ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS):

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. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.

2. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).

3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”). Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling).

Niveles de severidad

L: 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. H:

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

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

1.6.11.5.- CORRUGACIÓN:

Descripción: La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables.

Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

Niveles de severidad

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

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

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

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

1.6.11.6.- DEPRESIÓN:

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

Niveles de severidad.

Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo.

1.6.11.7.- GRIETA DE BORDE:

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

Niveles de severidad.

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

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

Opciones de reparación

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

M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

H: Parcheo parcial – profundo.

1.6.11.8.- GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND):

Descripción: Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica contruidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños. Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

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

M: Existe una de las siguientes condiciones

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

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Medida

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m

puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

Opciones de Reparación.

L: Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

1.6.11.9.- DESNIVEL CARRIL / BERMA.

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

Niveles de severidad.

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Medida

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

Opciones de reparación

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

1.6.11.10.- GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (NO SON DE REFLEXIÓN DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND):

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

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

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

está asociado con carga.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

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

M: Existe una de las siguientes condiciones:

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

H: Existe una de las siguientes condiciones:

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

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial.

1.6.11.11.- PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS:

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

Niveles de Severidad.

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

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad.

Requiere pronta sustitución.

Medida.

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un sólo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche.

1.6.11.12.-PULIMENTO DE AGREGADOS:

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

Niveles de severidad.

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

defecto.

Medida

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

Opciones de reparación

L, M, H: No se hace nada.

Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.

1.6.11.13.- HUECOS:

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

Niveles de severidad

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el Cuadro 13.1.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes.

Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

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

Tabla 3: Niveles de Severidad para huecos

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo.

1.6.11.14.- CRUCE DE VÍA FÉRREA:

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

Niveles de severidad

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad. M:

El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

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

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

1.6.11.15.- AHUELLAMIENTO:

Descripción: El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Niveles de severidad

Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

1.6.11.16.- DESPLAZAMIENTO:

Descripción: El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión). Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

Niveles de severidad

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los

desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

H: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

1.6.11.17.- GRIETAS PARABÓLICAS (SLIPPAGE):

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

Nivel de severidad

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

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

H: Existe una de las siguientes condiciones:

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

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Parcheo parcial.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.

1.6.11.18.- HINCHAMIENTO:

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

Nivel de severidad

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

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reconstrucción.

H: Reconstrucción.

1.6.11.19.- METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS:

Descripción: La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Niveles de severidad

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

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse

con una moneda.

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

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

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

1.7. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1.7.1.- VARIABLE ÚNICA:

Índice de condición del pavimento

1.8. FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS:

1.8.1. PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS:

La condición del pavimento de un tramo de la Avenida González Prada, utilizando la metodología de Pavement Condition Index, es Regular

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIAL:

a) **Materiales:** Pavimento de la Avenida Gonzales Prada del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, Material y equipos de Oficina, Cámara fotográfica digital y herramientas de medición.

b) **Humano:** Autor de la Investigación y Personal de Apoyo para toma de mediciones en campo.

c) **Servicios:** Servicio de transporte para traslado del personal a la zona de investigación.

2.2. MATERIAL DE ESTUDIO:

2.2.1.- POBLACIÓN.

Avenida Gonzales Prada del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.

2.2.2.- MUESTRA.

TAMAÑO DE LA MUESTRA:

Tramo comprendido entre av. América y carretera Industrial

TIPO DE MUESTREO:

Probabilístico

2.3.- TECNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS:

2.3.1.- PARA RECOLECTAR DATOS:

Se utilizó los formatos normalizados con el método de PCI, los cuales se detallan en el estudio integra de esta tesis.

La técnica de recopilación de la información utilizada es la de modo visual.

En la presente investigación se registrarán los datos empleando una guía metodológica del Pavement -condition Index, utilizando los formatos de registro existentes. En el primero se registran datos generales como: Nombre de la vía, código de la vía, fecha de evaluación, el

número de la unidad de evaluación, el nombre del evaluador y el área de la muestra. En el segundo se registra el número de fallas, el tipo de falla y su severidad de acuerdo a la realidad de la zona.

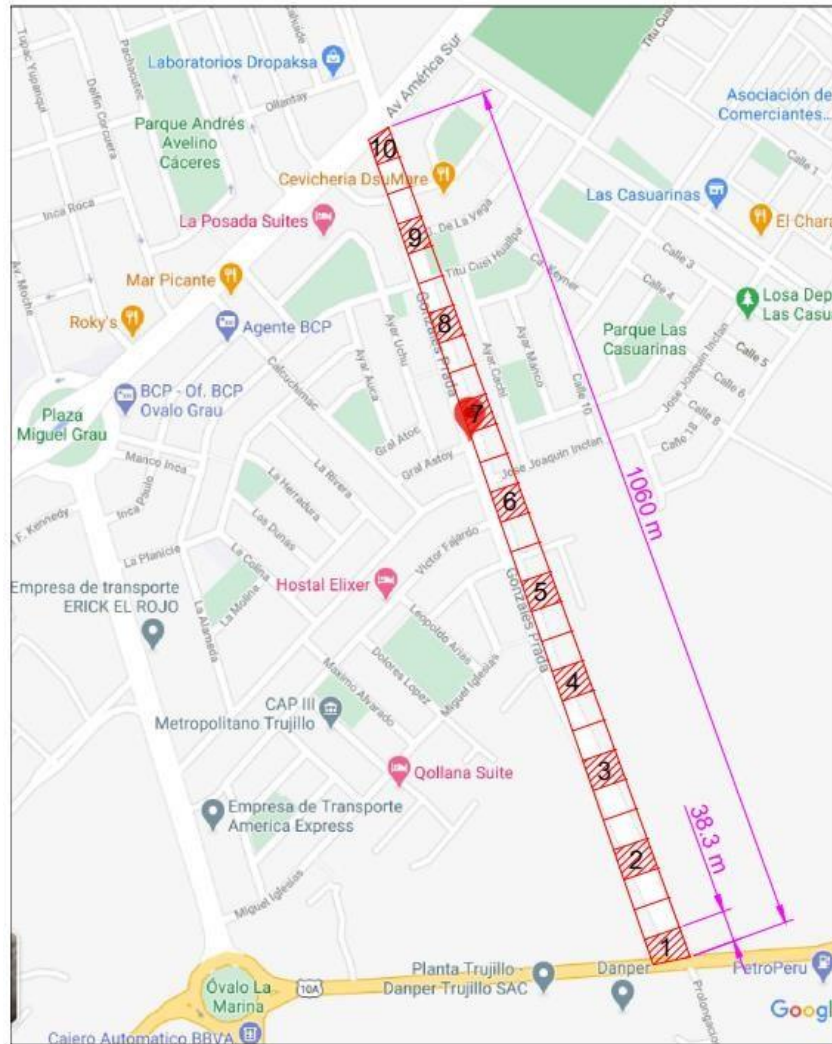


Gráfico 7: Ubicación de la Muestra de Estudio



Gráfico 8: Técnica e Instrumento para Registro de Datos

2.3.2.- PARA PROCESAR DATOS:

La presente investigación el procesamiento de los datos se realizarán de acorde a lo que plantea la metodología de Pavement condition Index.

Se utilizó aplicativo en Excel para el procesamiento de información recolectada y los resultados se muestran en el capítulo correspondiente.

La presente investigación se procesará la información utilizando algunas relaciones matemáticas y nomogramas que nos permitirán con los datos de entrada anotados en las hojas de registro obtener el valor de deducción, luego el valor de deducción corregido para finalmente indicar la condición del pavimento y poder categorizarla de acuerdo a la escala de calificación.

Utilizando la Estadística descriptiva para el análisis de la Información y el Software Excel.



Gráfico 9: Técnica e Instrumento para el Procesamiento de Datos

2.4.- OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	ITEMS
Condición del pavimento	Es el conjunto de capas de materiales destinados a soportar, distribuir y transmitir en cargar originadas por el tránsito en forma disipada hacia la capa de subrasante (Bingam, 1999).	Mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (índice de condición del pavimento) el cual mide el número de fallas y negligencias y emplea ábacos y nomogramas para determinar la condición del pavimento.	Tipos de fallas del pavimento. Severidad de fallas del pavimento. Densidad (%) Valor de deducción. numero de fallas	Cualitativo	Tipos de fallas 1) Piel de cocodrilo 2) Exudación 3)Grietas de contracción 4) Elevaciones 5)Corrugaciones 6) Depresiones 7)Grietas de borde 8) Desnivel de calzada 9) Grietas longitudinales 10) Baches y zanjas 11) Huecos 12) Ahuellamiento 13) Deformación por empuje 14) Hinchamiento, etc Severidad de falla Baja (L) Media (M) Alta (H) Densidad %: Valor de deducción: Numero de fallas:

Tabla 4: Operacionalización de la Variable

III. RESULTADOS

Se realizó el registro de datos y se procesaron datos en hoja estándar de metodología y se trasladaron a una hoja de cálculo Excel para simplificar el procesamiento de los datos y tener más confiabilidad en los cálculos realizados, ya con ello y con ayuda de los nomogramas, se realizaron algunos gráficos para ilustrar de manera más didáctica los modos de falla, densidad, valor deducido y PCI en cada unidad de muestra y finalmente se realizó un análisis global de todo el tramo.

3.1. EVALUACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO EN CADA UNIDAD DE MUESTRA

3.1.1. UNIDAD DE MUESTRA 1 (UM1):

MODOS DE FALLO	MEDIA	BAJA	TOTAL
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES		5	5
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO		5	5
METEORIZACIÓN	2	1	3
DEPRESIONES	3		3
DESNIVELCARRIL-BERMA	1		1
TOTAL	6	11	17

Tabla N°5: Unidad de Muestra 1

En la unidad de muestra 1, se encontraron 5 modos de fallo, siendo las grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (5 veces), así mismo el abultamiento y hundimiento (5 veces). Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 6 y 11 respectivamente.

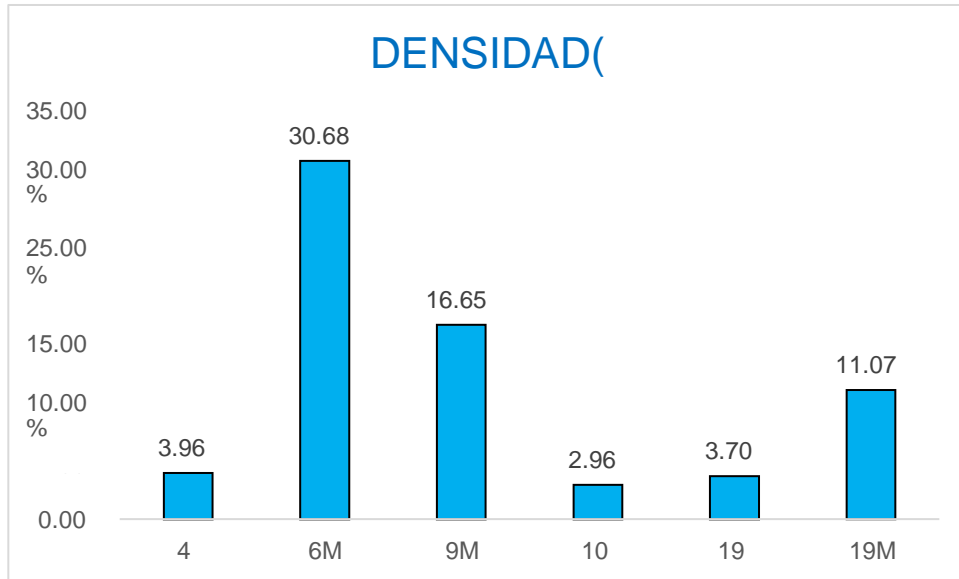


Gráfico 10: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 1

El modo de falla con mayor densidad son las depresiones con 30.68%



Gráfico 11: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 1

El modo de falla que generó el mayor valor deducido es las depresiones con el valor de 50.

3.1.2. UNIDAD DE MUESTRA 2 (UM2):

MODOS DE FALLO	MEDIA	BAJA	TOTAL
GRIETAS DE BORDE		5	5
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES		3	3
HUECOS		3	3
DEPRESIONES		3	3
PARCHES		2	2
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO		2	2
DESNIVEL CARRIL-BERMA	1		1
TOTAL	1	18	19

Tabla N° 6: Unidad de Muestra 2

En la unidad de muestra 2, se encontraron 7 modos de fallo, siendo las grietas de borde las que presentaron en mayor cuantía (5 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 1 y 18 respectivamente.

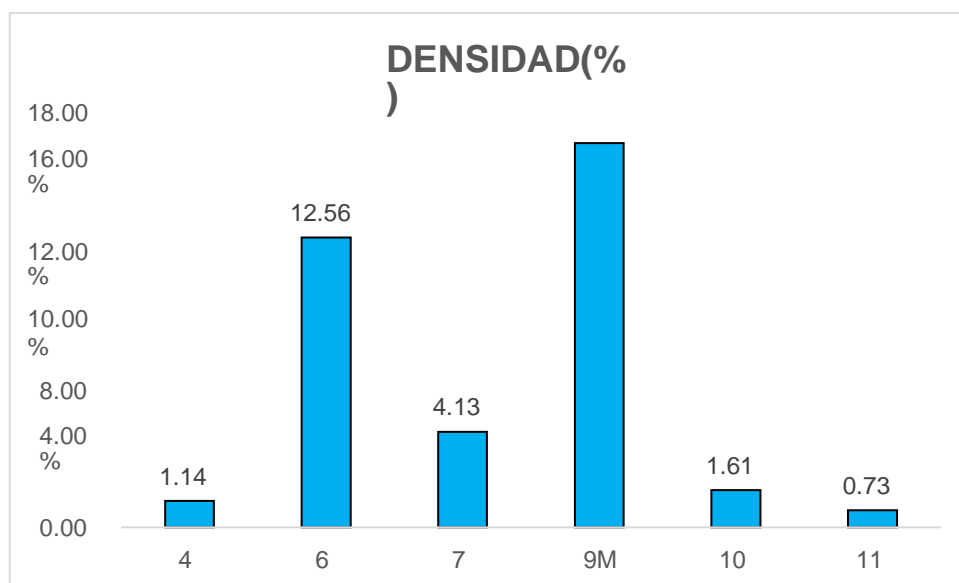


Gráfico 12: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 2

El modo de falla con mayor densidad son las de desnivel carril-berma con un 16.65%



Gráfico 13: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 2

El modo de falla que generó el mayor valor deducido es las depresiones con el valor de 37.

3.1.3. UNIDAD DE MUESTRA 3 (UM3):

MODOS DE FALLO	ALT A	MEDI A	BAJ A	TOTA L
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES		3	7	10
HUECOS		1	3	4
PARCHES			3	3
GRIETAS DE BORDE	2			2
PIEL DE COCODRILO		2		2
TOTAL	2	6	13	21

Tabla N° 7: Unidad de Muestra 3

En la unidad de muestra 3, se encontraron 5 modos de fallo, siendo las grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (10 veces). Se evidenciaron fallas con severidades altas, medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 2,6 y 13 respectivamente.

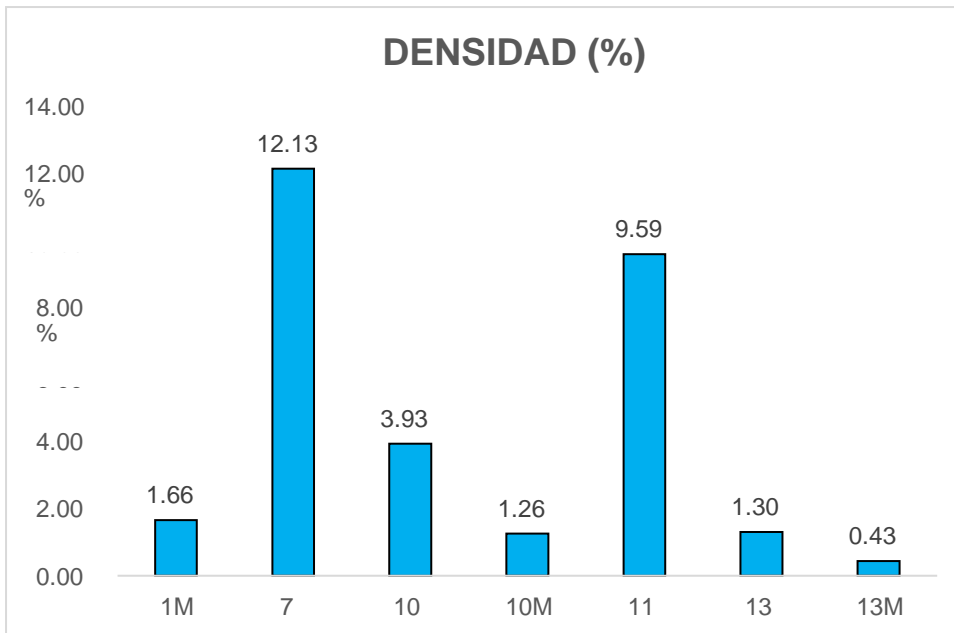


Gráfico 14: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 3

El modo de falla con mayor densidad son las de grietas de borde con un 12.13%



Gráfico 15: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 3

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son las grietas de borde con el valor de 28.

3.1.4. UNIDAD DE MUESTRA 4 (UM4):

MODO DE FALLA	MEDIA	BAJA	TOTAL
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	2	2	4
PARCHES	1	2	3
GRIETAS DE BORDE		2	2
HUECOS		2	2
METEORIZACIÓN	2		2
TOTAL	5	8	13

Tabla N° 8: Unidad de Muestra 4

En la unidad de muestra 4, se encontraron 5 modos de fallo, siendo las grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (4 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 5 y 8 respectivamente.

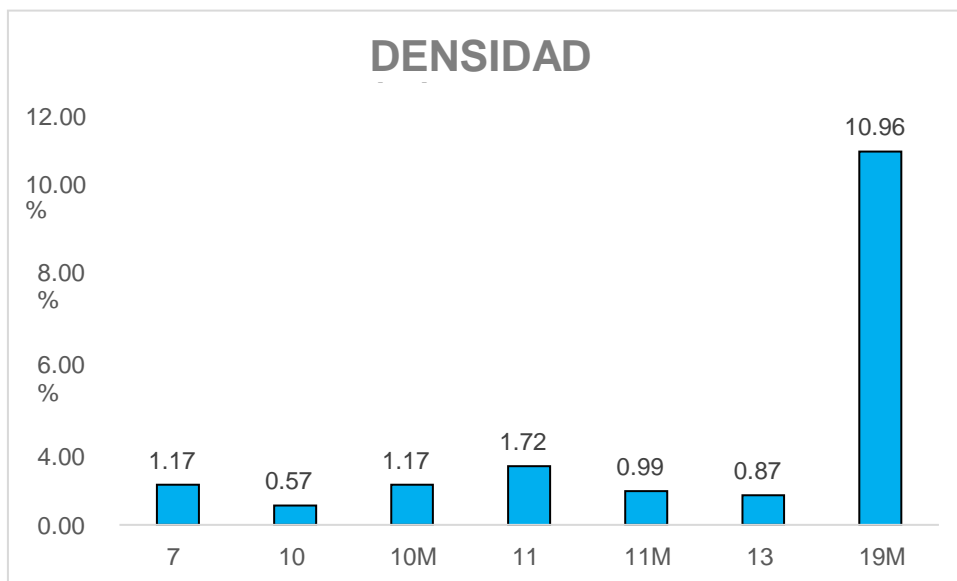


Gráfico 16: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 4

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 10.96%



Gráfico 17: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 4

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los huecos con el valor de 28.

3.1.5. UNIDAD DE MUESTRA 5 (UM5):

MODOS DE FALLO	ALT	MEDI	BAJ	TOTA
	A	A	A	L
METEORIZACIÓN	1	2	2	5
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES		4		4
PIEL DE COCODRILO		2		2
HUECOS	1			1
Total general	2	8	2	12

Tabla N° 9: Unidad de Muestra 5

En la unidad de muestra 5, se encontraron 4 modos de fallo, siendo las meteorizaciones las que presentaron en mayor cuantía (5 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades altas, medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 2,8 y 2 respectivamente.

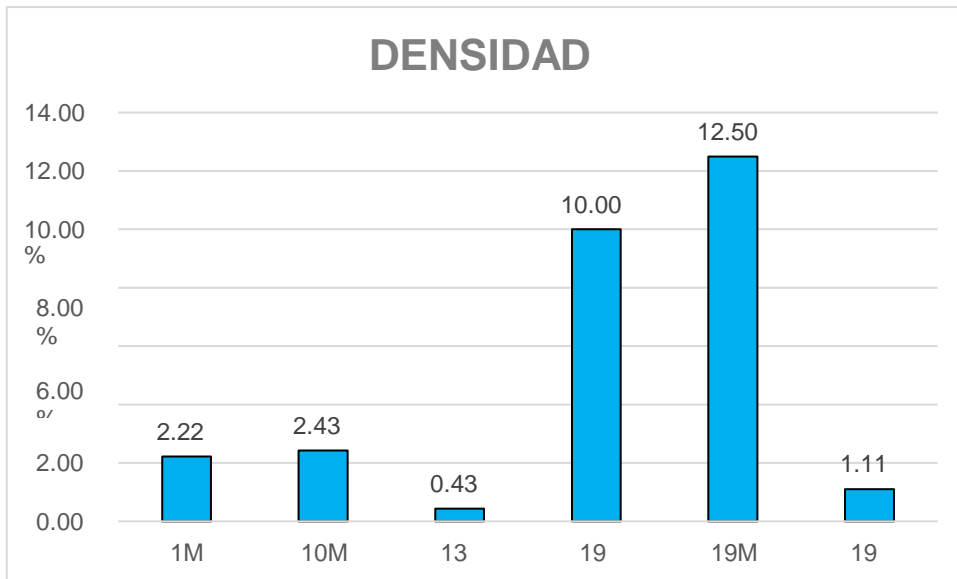


Gráfico 18: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 5

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 12.50%



Gráfico 19: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 5

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los huecos con el valor de 40.

3.1.6. UNIDAD DE MUESTRA 6 (UM6):

MODO DE FALLO	MEDI A	BAJ A	TOTA L
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	2	3	5
GRIETAS DE BORDE		2	2
PARCHES	1	1	2
HUECOS		2	2
METEORIZACIÓN		1	1
TOTA L	3	9	12

Tabla N° 10: Unidad de Muestra 6

En la unidad de muestra 6, se encontraron 5 modos de fallo, siendo grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (5 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 3 y 9 respectivamente.

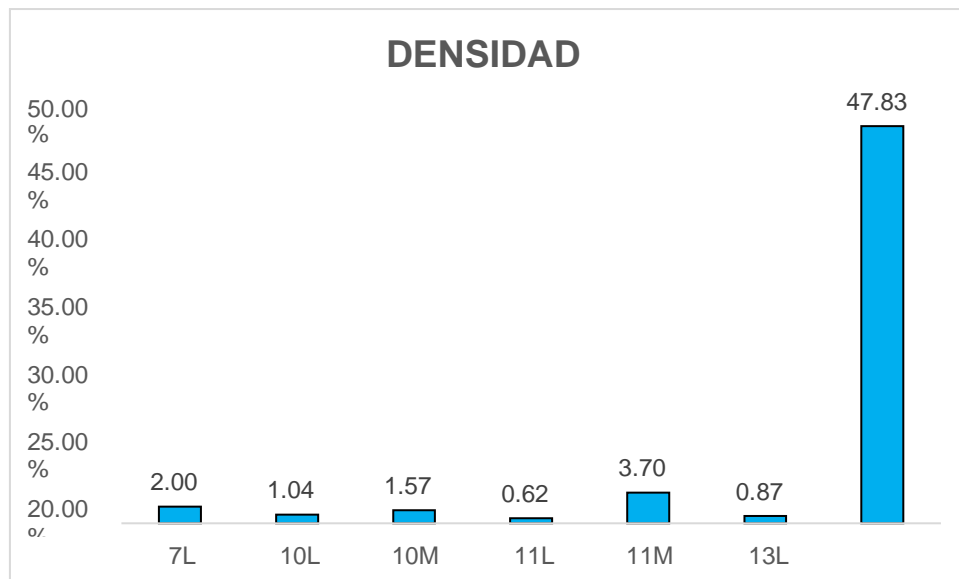


Gráfico 20: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 6

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 47.83%



Gráfico 21: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 6

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los parches con el valor de 22.5.

3.1.7. UNIDAD DE MUESTRA 7 (UM7):

MODO DE FALLA	MEDI A	BAJ A	TOTA L
GRIETAS DE BORDE	3	3	6
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES		4	4
PARCHES		2	2
METEORIZACIÓN		2	2
HUECOS		1	1
TOTAL	3	12	15

Tabla N° 11: Unidad de Muestra 7

En la unidad de muestra 7, se encontraron 5 modos de fallo, siendo grietas de borde las que presentaron en mayor cuantía (6 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 3 y 12 respectivamente.

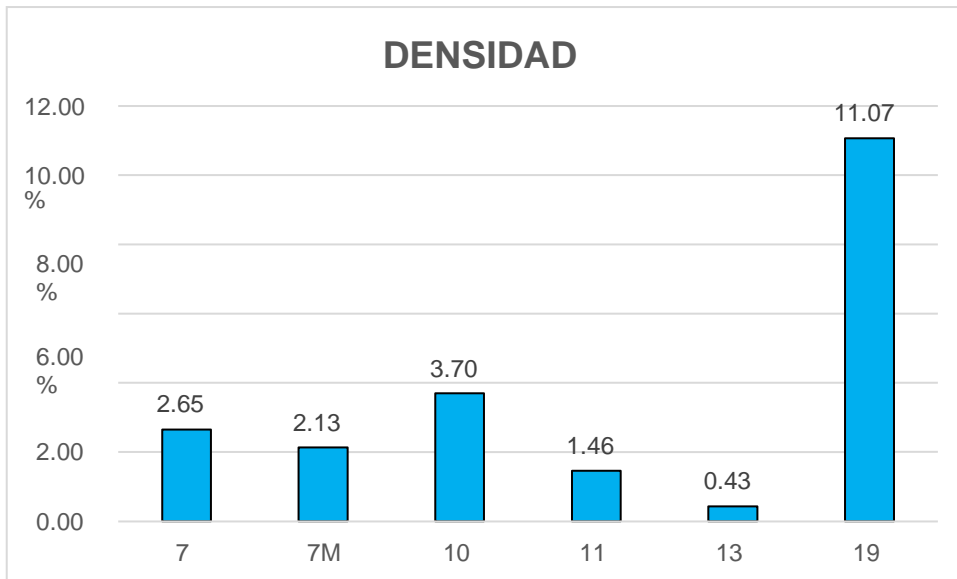


Gráfico 22: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 7

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 11.07%



Gráfico 23: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 7

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los huecos con el valor de 10.

3.1.8. UNIDAD DE MUESTRA 8 (UM8):

MODO DE FALLA	BAJA	TOTAL
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	5	5
METEORIZACIÓN	3	3
PIEL DE COCODRILO	1	1
AHUELLAMIENTO	1	1
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	1	1
GRIETAS DE BORDE	1	1
TOTAL	12	12

Tabla N° 12: Unidad de Muestra 8

En la unidad de muestra 8, se encontraron 6 modos de fallo, siendo grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (5 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades bajas, siendo la cantidad de ellas 12.

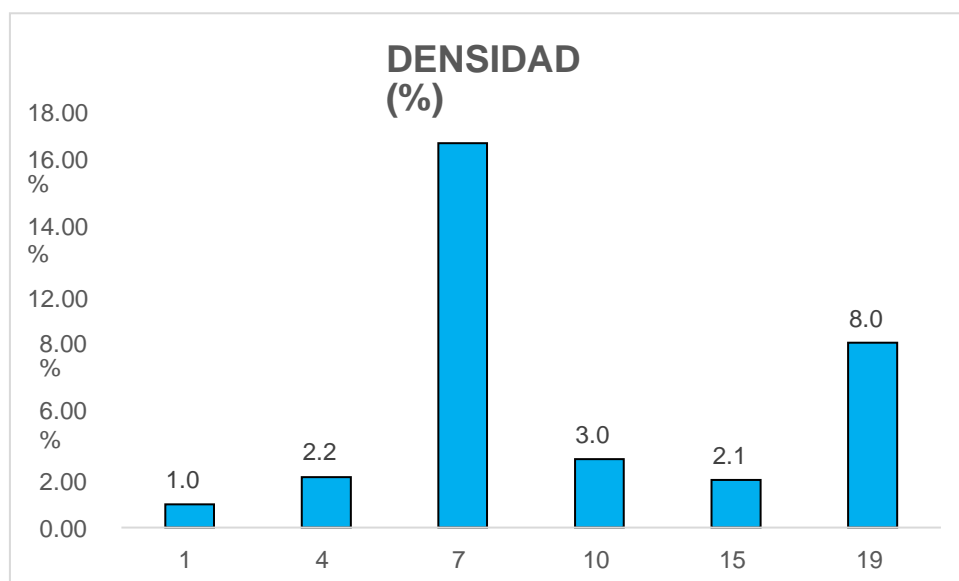


Gráfico 24: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 8

El modo de falla con mayor densidad son las grietas de borde con un 16.70%

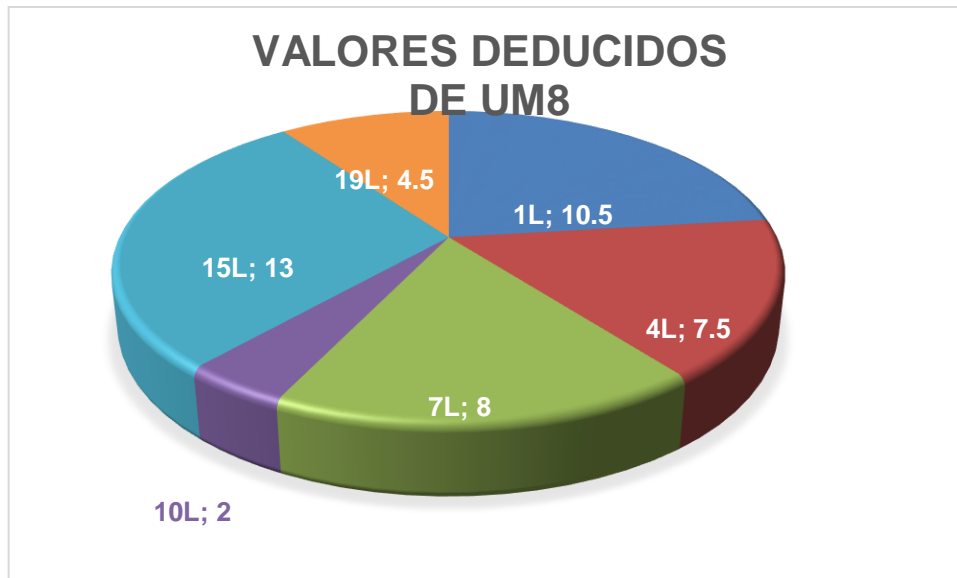


Gráfico 25: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 8

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los ahuellamientos con el valor de 13.

3.1.9. UNIDAD DE MUESTRA 9 (UM9):

MODO DE FALLA	MEDI A	BAJ A	TOTA L
GRIETAS DE BORDE		3	3
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	3		3
PIEL DE COCODRILO	1		1
HUECOS	1		1
METEORIZACIÓN		1	1
TOTAL	5	4	9

Tabla N° 13: Unidad de Muestra 9

En la unidad de muestra 9, se encontraron 5 modos de fallo, siendo grietas de borde las que presentaron en mayor cuantía (3 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 5 y 4 respectivamente.

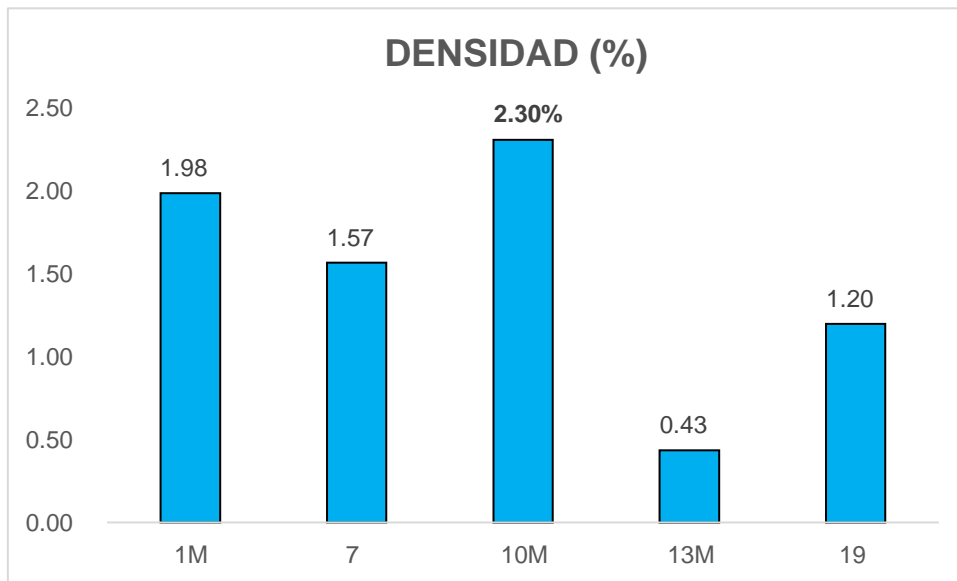


Gráfico 26: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 9

El modo de falla con mayor densidad son las grietas de borde con un 16.70%

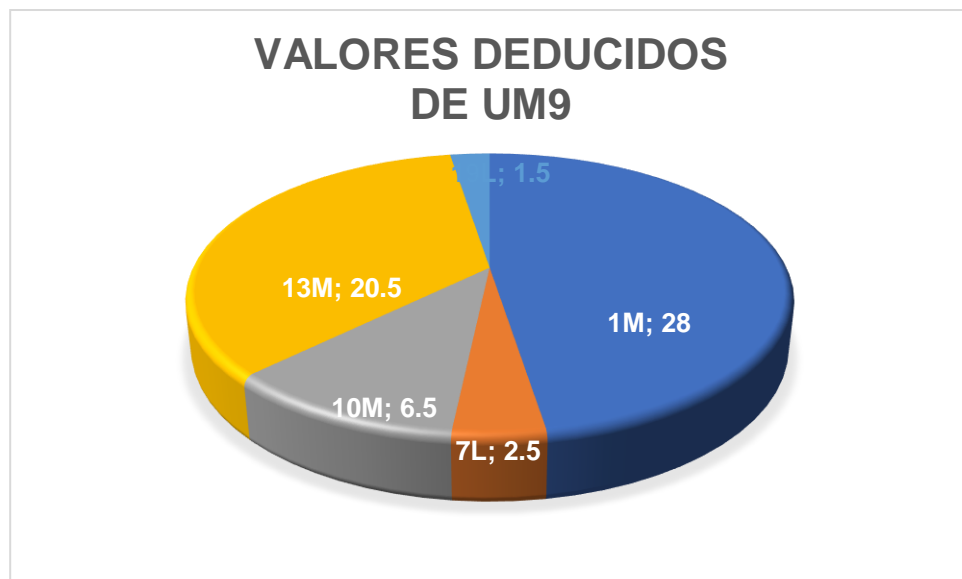


Gráfico 27: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 9

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son las pieles de cocodrilo con el valor de 28.

3.1.10. UNIDAD DE MUESTRA 10 (UM10):

MODO DE FALLO	MEDIA	BAJA	TOTAL
GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	3	3	6
GRIETAS DE BORDE		6	6
PARCHES	3		3
METEORIZACIÓN		3	3
HUECOS	1	1	2
PIEL DE COCODRILO	1	1	2
TOTAL	8	14	22

Tabla N° 14: Unidad de Muestra 10

En la unidad de muestra 10, se encontraron 6 modos de fallo, siendo grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (6 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 8 y 14 respectivamente.

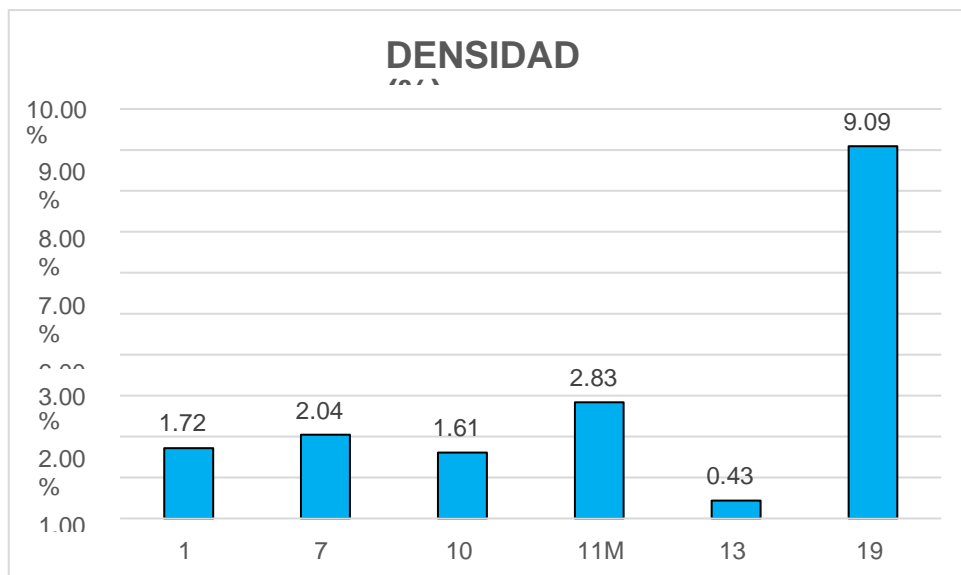


Gráfico 28: Modos de Falla de la Unidad de Muestra 10

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 9.09%



Gráfico 29: Valores deducidos de la Unidad de Muestra 10

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los parches con el valor de 18.5.

3.2. EVALUACIÓN DEL PCI POR UNIDAD DE MUESTRA:

3.2.1. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 1 (UM1):

máx	CDV	60
	PCI	40
CALIFICACIÓN		
MALO		

Tabla N° 15: Evaluación de Muestra 1

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 60, esto corresponde a un PCI fue de 40 y revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Malo.

3.2.2. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 2 (UM2):

	65
PCI	35
CALIFICACION	
MALO	

Tabla N° 16: Evaluación de Muestra 2

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 65, esto corresponde a un PCI fue de 35 y revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Malo.

3.2.3. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 3 (UM3):

CDV máx	59
PCI	41
CALIFICACION	
REGULAR	

Tabla N° 17: Evaluación de Muestra 3

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 59, esto corresponde a un PCI fue de 41 y revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Regular.

3.2.4. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 4 (UM4):

CDV máx	36
PCI	64
CALIFICACION	
BUENO	

Tabla N° 18: Evaluación de Muestra 4

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 36, esto corresponde a un PCI fue de 64 y

revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Bueno.

3.2.5. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 5 (UM5):

CDV máx	67
PCI	33
CALIFICACION	
MALO	

Tabla N° 19: Evaluación de Muestra 5

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 67, esto corresponde a un PCI fue de 33 y revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Malo.

3.2.6. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 6 (UM6):

CDV máx	37
PCI	63
CALIFICACION	
BUENO	

Tabla N° 20: Evaluación de Muestra 6

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 37, esto corresponde a un PCI fue de 63 y revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Bueno.

3.2.7. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 7 (UM7):

CDV máx	17
PCI	83
CALIFICACION	
MUY BUENO	

Tabla N° 21: Evaluación de Muestra 7

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 17, esto corresponde a un PCI fue de 83 y revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Muy Bueno.

3.2.8. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 8 (UM8):

CDV máx	20
PCI	80
CALIFICACION	
MUY BUENO	

Tabla N° 22: Evaluación de Muestra 8

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 20, esto corresponde a un PCI fue de 80 y revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Muy Bueno.

3.2.9. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 9 (UM9):

CDV máx	36
PCI	64
CALIFICACION	
BUENO	

Tabla N° 23: Evaluación de Muestra 9

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 36, esto corresponde a un PCI fue de 64 y revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Bueno.

3.2.10. PCI DE UNIDAD DE MUESTRA 10 (UM10):

CDV máx	34
PCI	66
CALIFICACION	
BUENO	

Tabla N° 24: Evaluación de Muestra 10

Se obtuvo un Valor deducido corregido máximo de 34, esto corresponde a un PCI fue de 66 y revisando los rangos del PCI le correspondiente descripción cualitativa de Bueno.

3.3. EVALUACIÓN DE MODO DE FALLOS DE TODO EL TRAMO

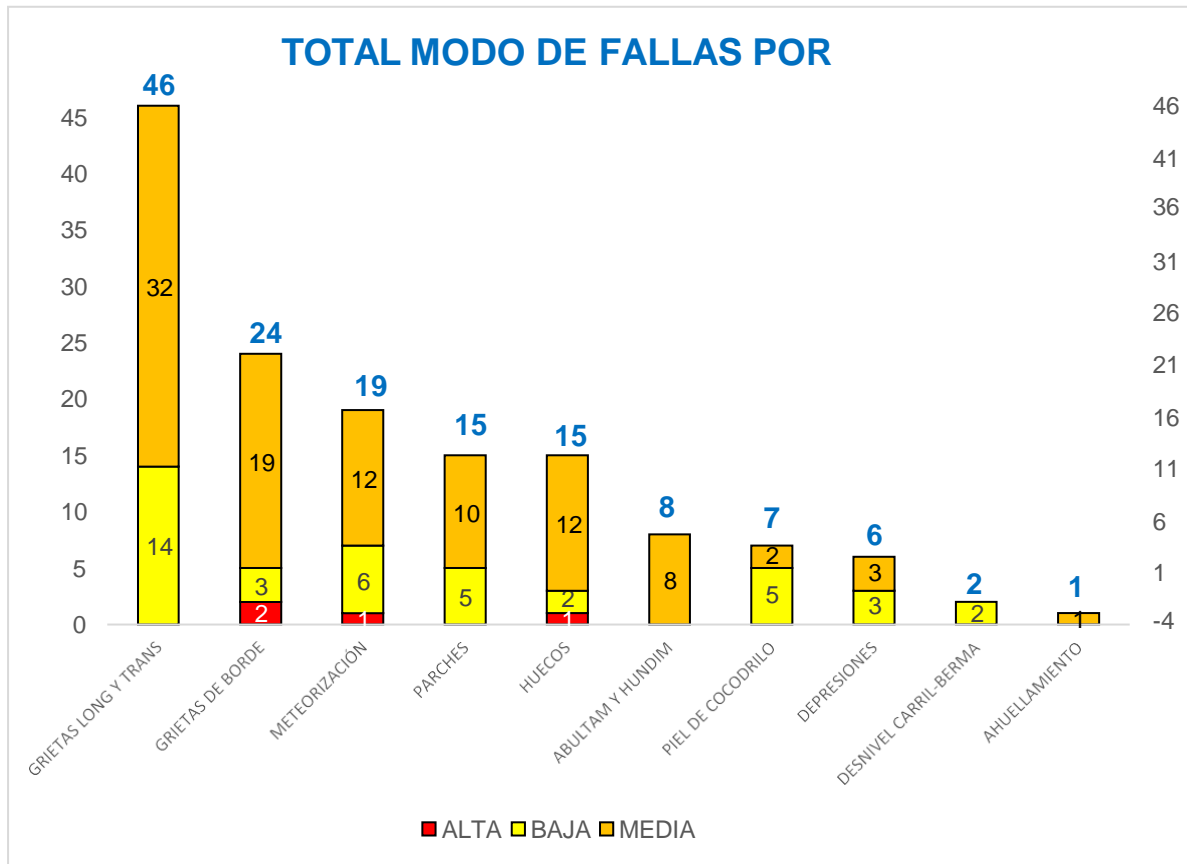


Gráfico 30: Total Modos de falla por Severidad

En todo el tramo el modo de fallo que se encontró más veces fue el de las grietas longitudinales y transversales, siendo un total de 46 veces de las cuales 14 fueron con severidad baja y 32 con severidad media.

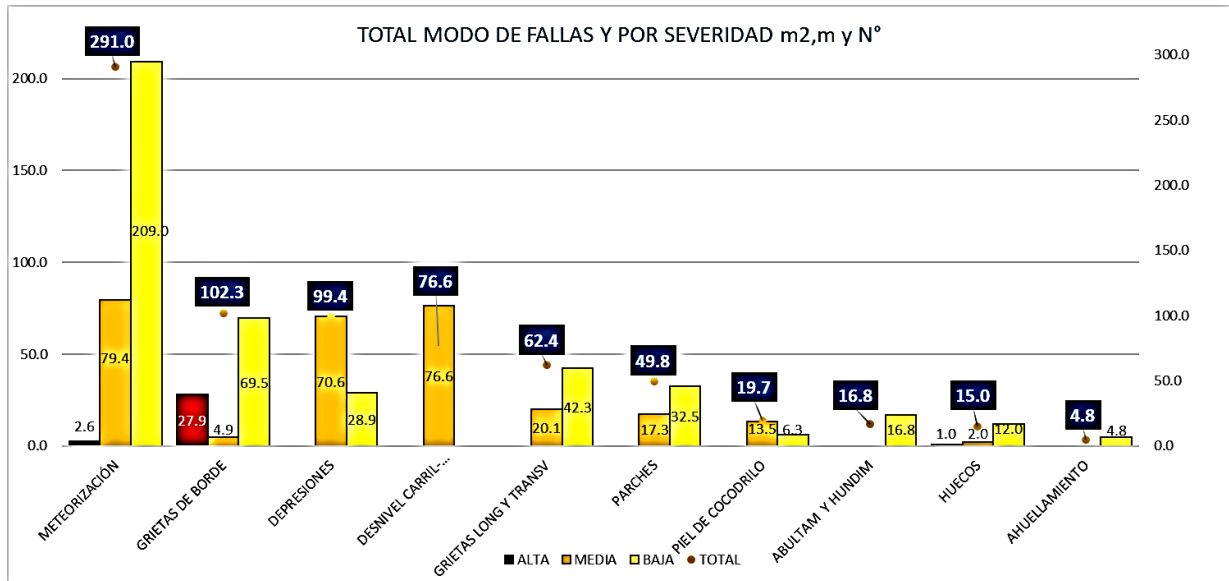


Gráfico 31: Total Modo de Fallas por Severidad m2, m y N°

En todo el tramo el modo de fallo que se encontró en más área fue el de la meteorización con un total de 291 m2, de los cuales 2.6 m2 fueron de severidad alta, 79.4m2 fueron de severidad media y 209 m2 fueron de severidad baja.

3.4. PCI DE UNIDAD DE MUESTRAS (UM1):

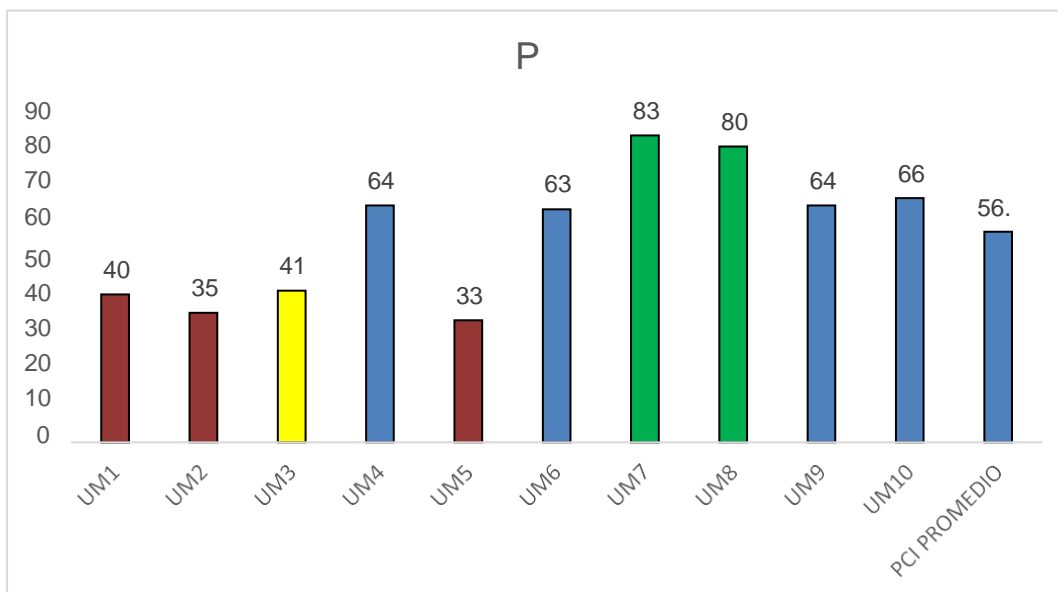


Gráfico 32: PCI de Unidad de Muestras

En todo el tramo el PCI mas alto fue el de la un idad de muestra 7 y el más bajo fue el de la unidad de muestra 5. El PCI promedio del tramo fue de 56.9, calificando como Bueno.

El modo de falla más preponderante fue la meteorización con severidad media con un total de 291 m² y la acción correctiva a tomar sería la de un tratamiento superficial de sellado.

También tenemos la existencia de 76.6 m² con el modo de falla desnivel carril-berma con una severidad media, en este caso la acción correctiva sería hacer el renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

Otro de los modos de fallo más resaltantes fueron las depresiones con un total de 70.6 m² de severidad media, en este caso la acción correctiva recomendada es realizar un parcheo superficial, parcial o profundo.

También tenemos grietas de borde con un total de 69.5 m² con severidad baja y se recomienda realizar un proceso de Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm. Además, también se identificaron 27.9 m² con grietas de borde con severidad alta, en estas zonas lo más recomendable es realizar el sellado de las grietas luego de un parcheo parcial.

Otro modo de fallo existente en la zona de estudio fueron los parches con 20.1 y 42,3 m² con severidad baja y media respectivamente, aquí la acción correctiva es la sustitución del parche.

En el caso de los 19.5 m² con modo de fallo piel de cocodrilo se recomienda proceder a realizar un parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth) previa sobre carpeta y reconstrucción.

También se identificaron 62.4 m de grietas longitudinales y transversales prevaleciendo las de severidad baja sobre las de severidad media, aquí la acción recomendada es hacer un sellado de la superficie.

Los 15 huecos encontrados ameritan labores de parcheo parcial o profundo según la severidad parcial en el caso de ser baja y profunda para el caso de severidades medias y alta.

IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la unidad de muestra 1, se encontraron 5 modos de fallo, siendo las grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (5 veces), así mismo el abultamiento y hundimiento (5 veces). Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 6 y 11 respectivamente.

El modo de falla con mayor densidad son las depresiones con 30.68%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido es las depresiones con el valor de 50.

En la unidad de muestra 2, se encontraron 7 modos de fallo, siendo las grietas de borde las que presentaron en mayor cuantía (5 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 1 y 18 respectivamente.

El modo de falla con mayor densidad son las de desnivel carril-berma con un 16.65%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido es las depresiones con el valor de 37.

En la unidad de muestra 3, se encontraron 5 modos de fallo, siendo las grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (10 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades altas, medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 2,6 y 13 respectivamente.

El modo de falla con mayor densidad son las de grietas de borde con un 12.13%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son las grietas de borde con el valor de 28.

En la unidad de muestra 4, se encontraron 5 modos de fallo, siendo las grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (4 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 5 y 8 respectivamente.

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 10.96%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los huecos con el valor de 28.

En la unidad de muestra 5, se encontraron 4 modos de fallo, siendo las meteorizaciones las que presentaron en mayor cuantía (5 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades altas, medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 2,8 y 2 respectivamente.

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 12.50%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los huecos con el valor de 40

En la unidad de muestra 6, se encontraron 5 modos de fallo, siendo grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (5 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 3 y 9 respectivamente.

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 47.83%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los parches con el valor de 22.5.

En la unidad de muestra 7, se encontraron 5 modos de fallo, siendo grietas de borde las que presentaron en mayor cuantía (6 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 3 y 12 respectivamente.

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 11.07%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los huecos con el valor de 10.

En la unidad de muestra 8, se encontraron 6 modos de fallo, siendo grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (5 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades bajas, siendo la cantidad de ellas 12 El modo de falla con mayor densidad son las grietas de borde con un 16.70%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los ahuellamientos con el valor de 13.

En la unidad de muestra 9, se encontraron 5 modos de fallo, siendo grietas de borde las que presentaron en mayor cuantía (3 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 5 y 4 respectivamente.

El modo de falla con mayor densidad son las grietas de borde con un 16.70%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son las pieles de cocodrilo con el valor de 28.

En la unidad de muestra 10, se encontraron 6 modos de fallo, siendo grietas longitudinales y transversales las que presentaron en mayor cuantía (6 veces).

Se evidenciaron fallas con severidades medias y bajas, siendo la cantidad de ellas 8 y 14 respectivamente.

El modo de falla con mayor densidad son las meteorizaciones con un 9.09%

El modo de falla que generó el mayor valor deducido son los parches con el valor de 18.5

En todo el tramo el modo de fallo que se encontró más veces fue el de las grietas longitudinales y transversales, siendo un total de 46 veces de las cuales 14 fueron con severidad baja y 32 con severidad media.

En todo el tramo el modo de fallo que se encontró en más área fue el de la meteorización con un total de 291 m², de los cuales 2.6 m² fueron de severidad alta 79.4m² fueron de severidad media y 209 m² fueron de severidad baja.

En todo el tramo el PCI más alto fue el de la unidad de muestra 7 y el más bajo fue el de la unidad de muestra 5. El PCI promedio del tramo fue de 56.9, calificando como Bueno.

V. CONCLUSIONES

Aplicando la metodología de Pavement Condition Index (PCI) se determinó la condición actual del pavimento flexible en el carril derecho de un tramo de la Avenida Gonzales Prada empezando el recorrido por la intersección con la Carretera Industrial y culminando con la intersección con la Avenida América

Aplicando la metodología del PCI se identificaron 10 modos de fallo de en las unidades de muestra inspeccionada de las 19 fallas que considera la Metodología. Siendo el modo de falla que se encontró más veces el de grietas con 46 veces, no obstante, el modo de falla que más impacto en área fue el de meteorización con 291 m² de área de impacto.

Mediante la aplicación del método PCI se dividió a la vía de estudio en 10 Unidades de Muestra, obteniendo las siguientes calificaciones para el PCI: UM1: Malo, UM2: Malo, UM3: Regular, UM4: Malo, UM5: Bueno, UM6: Bueno, UM7: Muy Bueno, UM8: Muy Bueno, UM9: Bueno y UM10: Bueno. El PCI promedio calificó como Bueno (PCI 56.9).

Se pueden plantear planes de acción en función a los modos de fallo más recurrentes y a su severidad ya que la Metodología es bondadosa y en su contenido nos menciona las posibles causas y las acciones a tomar según sea el caso.

VI. RECOMENDACIONES

Se plantean los planes de acción estipulados en documento de metodología asociados a los modos de falla que encontramos que fueron 10, las recomendaciones son:

5.1.- PIEL DE COCODRILO:

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

5.2.- ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS:

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

5.3.- DEPRESIÓN:

L: No se hace nada. M: Parcheo superficial, parcial o profundo. H: Parcheo superficial, parcial o profundo.

5.4.- GRIETA DE BORDE:

L: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm. M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo. H: Parcheo parcial – profundo.

5.5.- DESNIVEL CARRIL-BERMA:

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

5.6.- GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES:

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

5.7.- PARCHE:

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

5.8.- HUECOS:

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

5.9.-AHUELLAMIENTO:

L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta. M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta. H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

5.10.- METEROIZACIÓN:

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial. M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

5.11.- Se recomienda difundir el uso de esta metodología para la evaluación de las principales vías de nuestra ciudad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Camposano Jhessy y García Kenny “Diagnóstico del estado situacional de la Vía: Av. Argentina – Av. 24 de Junio por el método: índice de condición de pavimentos-2012” Huancayo-Perú (2015)

Rodríguez Edgar “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla”, Piura - Perú (2016)

Gamboa Karla Cálculo del Índice de condición aplicado en el pavimento flexible en la Av. Las Palmeras de Piura” Piura (2015)

Espinoza Tulio “Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concertó en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba”, Piura (2014)

Huamán Néstor “Especialista en pavimentos y miembro del Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú”, Lima (2012)

Consejos de directores de carreteras de iberia e Iberoamérica. “Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles” vol.12 (2002)

Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. “manual visual para la inspección de pavimentos flexibles” vol. 1 (2006)

ANEXO A

TABLAS DE REGISTRO

UNIDAD DE MUESTRA 1


MÉTODO PCI									
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO DE DATOS									
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada					Unidad de muestra: UM1				
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América									
Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina				Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Grietas de borde	12. Pulvimientos y agregados	17. Grietas						
3. Agrietamiento en bloques parabólicos	8. Grietas de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía férrea	19. Meteorización y Pulvimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO
4L	1.3	2.1	1.8	2.5	1.4		9.1	3.96%	8.5
6M	45	17.28	8.275				70.6	30.68%	50
9M	38.3						38.3	16.65%	11
10L	0.8	1.7	0.5	1.3	2.5		6.8	2.96%	0.5
19L	8.5						8.5	3.70%	3
19M	21.7	3.75					25.5	11.07%	18.5
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	50	18.5	11	8.5	3	0.5	91.5	6	44
2	50	18.5	11	8.5	3	2	93	5	48
3	50	18.5	11	8.5	2	2	92	4	52.5
4	50	18.5	11	2	2	2	85.5	3	54.3
5	50	18.5	2	2	2	2	76.5	2	57.5
6	50	2	2	2	2	2	60	1	60

Tabla N° 25: Registro de Datos Muestra 1

UNIDAD DE MUESTRA 2


MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO DE DATOS										
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada						Unidad de muestra: UM2				
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América										
Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina				Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Desplazamiento							
2. Exudación parabólicas	7. Grietas de borde	12. Pulvimientos y agregados	17. Grietas							
3. Agrietamiento en bloque	8. Grietas de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía férrea	19. Meteorización							
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	y Pulvimiento de agregados							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
4L	1.2	1.43					2.63	1.14%	5	
6L	8.75	9.6	10.54				28.89	12.56%	37	
7L	2.5	1.2	1.8	1.9	2.1		9.5	4.13%	4	
9M	38.3						38.3	16.65%	11	
10L	1.5	0.8	1.4				3.7	1.61%	1	
11L	1.28	0.4					1.68	0.73%	2	
13L	1	1	1				3	1.30%	25	
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV	
1	37	25	11	5	4	2	84	6	40	
2	37	25	11	5	4	2	84	5	43	
3	37	25	11	5	2	2	82	4	46	
4	37	25	11	2	2	2	79	3	49	
5	37	25	2	2	2	2	70	2	54	
6	50	2	2	2	2	2	60	1	65	

Tabla N° 26: Registro de Datos Muestra 2

UNIDAD DE MUESTRA 3


MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO DE DATOS										
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada					Unidad de muestra: UM3					
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América										
Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina			Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Grietas de borde	12. Pulvimientos y agregados	17. Grietas							
3. Agrietamiento en bloques parabólicos	8. Grietas de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía férrea	19. Meteorización							
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahueamiento	20. Pulvimiento de agregados							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
1M	1.12	2.7					3.82	1.66%	27.5	
7H	15.5	12.4					27.9	12.13%	28	
10L	1.5	1.8	0.8	1.1	2.6	0.8	9.05	3.93%	3.5	
10M	0.8	0.7	1.4				2.9	1.26%	4.5	
11L	8.5	10.4	3.15				22.05	9.59%	16.5	
13L	1	1	1				3	1.30%	21	
13M	1						1	0.43%	18	
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV	
1	28	27.5	21	18	16.5	4.5	3.5	119	7	58.5
2	28	27.5	21	18	16.5	4.5	2	117.5	6	57
3	28	27.5	21	18	16.5	2	2	115	5	59
4	28	27.5	21	18	2	2	2	100.5	4	57.5
5	28	27.5	21	2	2	2	2	84.5	3	53.5
6	28	27.5	2	2	2	2	2	65.5	2	47.5
7	38	2	2	2	2	2	2	50	1	49

Tabla N° 27: Registro de Datos Muestra

UNIDAD DE MUESTRA 4


MÉTODO PCI											
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO DE DATOS											
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada						Unidad de muestra: UM4					
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América											
Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina				Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Desplazamiento	2. Exudación	7. Grietas de borde	12. Pulvimientos y agregados	17. Grietas	3. Agrietamiento en bloques parabólicos	8. Grietas de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía férrea	19. Meteorización	5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahueamiento	y Pulvimiento de agregados				
FALLA	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
7L	1.5	1.2						2.7	1.17%	1.5	
10L	0.8	0.5						1.3	0.57%	1	
10M	1.5	1.2						2.7	1.17%	3.5	
11L	2.76	1.2						3.96	1.72%	4	
11M	2.28							2.28	0.99%	10	
13L	1	1						2	0.87%	20	
19M	23.4	1.8						25.2	10.96%	19.5	
N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	q	CDV	
1	20	19.5	10	4	3.5	1.5	1	59.5	7	25.5	
2	20	19.5	10	4	3.5	1.5	2	60.5	6	26	
3	20	19.5	10	4	3.5	2	2	61	5	29.5	
4	20	19.5	10	4	2	2	2	59.5	4	33	
5	20	19.5	10	2	2	2	2	57.5	3	36	
6	20	19.5	2	2	2	2	2	49.5	2	35.5	
7	20	2	2	2	2	2	2	32	1	32	

Tabla N° 28: Registro de Datos Muestra 4

UNIDAD DE MUESTRA 5


MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO DE DATOS										
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada						Unidad de muestra: UM5				
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América										
Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina						Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²		
1. Piel de cocodrilo		6. Depresiones			11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Grietas de borde			12. Pulvimientos y agregados			17. Grietas		
3. Agrietamiento en bloques parabólicos		8. Grietas de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía férrea			19. Meteorización		
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento			y Pulvimiento de agregados		
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
1M	3.6	1.5					5.1	2.22%	28.5	
10M	1.6	1.6	1.8	0.6			5.6	2.43%	6.5	
13H	1						1	0.43%	40	
19L	19.25	3.75					23	10.00%	5.5	
19M	12.24	16.5					28.74	12.50%	19.5	
19H	2.55						2.55	1.11%	17	
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV	
1	48	28.5	19.5	17	6.5	5.5	125	6	61	
2	48	28.5	19.5	17	6.5	2	121.5	5	63	
3	48	28.5	19.5	17	2	2	117	4	67	
4	48	28.5	19.5	2	2	2	102	3	64	
5	48	28.5	2	2	2	2	84.5	2	60	
6	48	2	2	2	2	2	58	1	58	

Tabla N° 29: Registro de Datos Muestra 5

UNIDAD DE MUESTRA 6

MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO DE DATOS										
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada					Unidad de muestra: UM6					
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América										
Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina					Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Grietas de borde	12. Pulvimientos y agregados	17. Grietas							
3. Agrietamiento en bloques parabólicos	8. Grietas de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía férrea	19. Meteorización							
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	20. Pulvimiento de agregados							
FALLA	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO
7L	3.4	1.2						4.6	2.00%	2.5
10L	0.5	0.45	1.45					2.4	1.04%	0.5
10M	1.5	2.1						3.6	1.57%	4.5
11L	1.43							1.43	0.62%	1
11M	8.5							8.5	3.70%	22.5
13L	1	1						2	0.87%	18
19L	110							110	47.83%	12
N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	q	CDV
1	22.5	18	12	4.5	2.5	1	0.5	60.5	7	26.5
2	22.5	18	12	4.5	2.5	1	2	60.5	6	26.5
3	22.5	18	12	4.5	2.5	2	2	61.5	5	30
4	22.5	18	12	4.5	2	2	2	61	4	33.5
5	22.5	18	12	2	2	2	2	58.5	3	37
6	22.5	18	2	2	2	2	2	48.5	2	36
7	22.5	2	2	2	2	2	2	32.5	1	32

Tabla N° 30: Registro de Datos Muestra 6

UNIDAD DE MUESTRA 7


MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO DE DATOS										
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada						Unidad de muestra: UM7				
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América										
Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina				Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²				
1. Piel de cocodrilo		6. Depresiones		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Desplazamiento				
2. Exudación		7. Grietas de borde		12. Pulvimientos y agregados		17. Grietas				
3. Agrietamiento en bloques parabólicos		8. Grietas de reflexión de junta		13. Huecos						
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Cruce de vía férrea		19. Meteorización y Pulvimiento de agregados				
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahueamiento						
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
7L	1.2	2.5	2.4				6.1	2.65%	3.5	
7M	1.6	1.8	1.5				4.9	2.13%	7.5	
10L	1.5	1.5	2.3	3.2			8.5	3.70%	3.5	
11L	0.96	2.4					3.36	1.46%	4.5	
13L	1						1	0.43%	10	
19L	21.7	3.75					25.45	11.07%	5.5	
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV	
1	10	7.5	5.5	4.5	3.5	3.5	34.5	6	12	
2	7.5	7.5	5.5	4.5	3.5	2	30.5	5	10	
3	7.5	7.5	5.5	4.5	2	2	29	4	16	
4	7.5	7.5	5.5	2	2	2	26.5	3	15	
5	7.5	7.5	2	2	2	2	23	2	16.5	
6	7.5	2	2	2	2	2	17.5	1	17	
7										
8										

Tabla N° 31: Registro de Datos Muestra 7

UNIDAD DE MUESTRA 8


MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO DE DATOS										
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada						Unidad de muestra: UM8				
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América										
Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina				Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²				
1. Píe de cocodrilo		6. Depresiones		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Desplazamiento				
2. Exudación		7. Grietas de borde		12. Pulimentos y agregados		17. Grietas				
3. Agrietamiento en bloques parabólicos		8. Grietas de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hinchamiento				
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Cruce de vía férrea		19. Meteorización				
5. Corrugación		10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahueamiento		y Pulimento de agregados				
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
1L	2.3						2.3	1.00%	10.5	
4L	5.04						5.04	2.19%	7.5	
7L	38.3						38.3	16.65%	8	
10L	0.8	1.7	0.5	1.3	2.5		6.8	2.96%	2	
15L	4.75						4.75	2.07%	13	
19L	13.5	2.97	1.95				18.42	8.01%	4.5	
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV	
1	13	10.5	8	7.5	4.5	2	45.5	6	18	
2	13	10.5	8	7.5	4.5	2	45.5	5	20	
3	13	10.5	8	7.5	2		41	4	20	
4	13	10.5	8	2			33.5	3	19	
5	13	10.5	2				25.5	2	17.5	
6	13	2					15	1	15	

Tabla N° 32: Registro de Datos Muestra 8

UNIDAD DE MUESTRA 9


MÉTODO PCI										
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO DE DATOS										
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada					Unidad de muestra: UM9					
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América										
Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina					Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Grietas de borde		12. Pulvimientos y agregados		17. Grietas					
3. Agrietamiento en bloque parabólicos	8. Grietas de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hundimiento					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma		14. Cruce de vía férrea		19. Meteorización y Pulvimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahuellamiento							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
1M	4.56						4.56	1.98%	28	
7L	1.5	1.3	0.8				3.6	1.57%	2.5	
10M	2.4	1.8	1.1				5.3	2.30%	6.5	
13M	1						1	0.43%	20.5	
19L	2.75						2.75	1.20%	1.5	
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV	
1	28	2.5	6.5	20.5	1.5		59	5	32.5	
2	28	2.5	6.5	20.5	2		59.5	4	32.6	
3	28	2.5	6.5	2	2		41	3	25	
4	28	2.5	2	2	2		36.5	2	26	
5	28	2	2	2	2		36	1	36	
6										
7										
8										

Tabla N° 33: Registro de Datos Muestra 9

UNIDAD DE MUESTRA 10


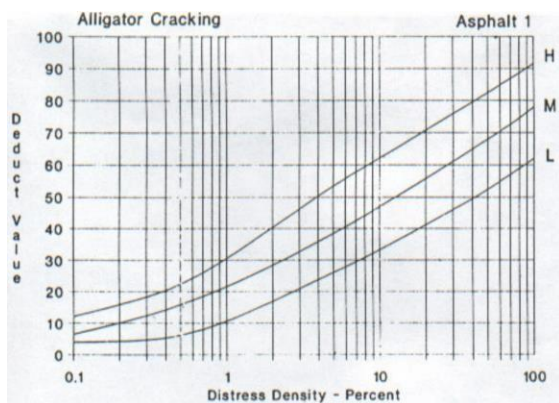
MÉTODO PCI											
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO DE DATOS											
Nombre de la vía: Avenida Gonzales Prada						Unidad de muestra: UM10					
Sección de vía: Av. Industrial-Av. América						Ejecutor: José Luis Tafur Cotrina		Fecha: 3/03/2020		Área: 230m ²	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Grietas de borde		12. Pulvimientos y agregados		17. Grietas						
3. Agrietamiento en bloques parabólicos	8. Grietas de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hundimiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma		14. Cruce de vía férrea		19. Meteorización						
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahueamiento		y Pulvimiento de agregados						
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO		
1L	3.96						3.96	1.72%	15.5		
7L	2.1	1.5	1.1				4.7	2.04%	2		
10L	1.5	1.3	0.9				3.7	1.61%	1.5		
11M	3.23	1.08	2.21				6.52	2.83%	18.5		
13L	1						1	0.43%	13.5		
19L	17.16	3.75					20.91	9.09%	8.5		
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV		
1	18.5	15.5	13.5	8.5	2	1.5	59.5	6	26		
2	18.5	15.5	13.5	8.5	2	2	60	5	29		
3	18.5	15.5	13.5	8.5	2	2	60	4	33		
4	18.5	15.5	13.5	2	2	2	53.5	3	34		
5	18.5	15.5	2	2	2	2	42	2	31		
6	18.5	2	2	2	2	2	28.5	1	28		
7											
8											

Tabla N° 34: Registro de Datos Muestra 10

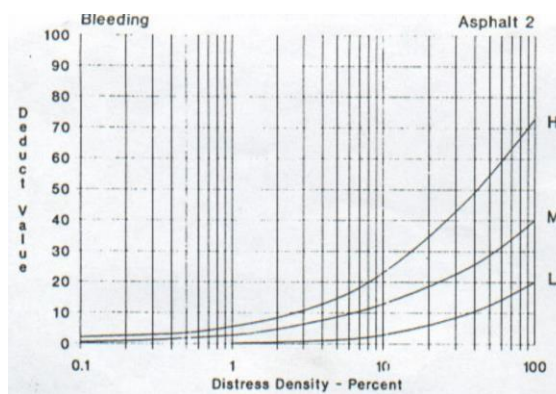
ANEXO B

CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

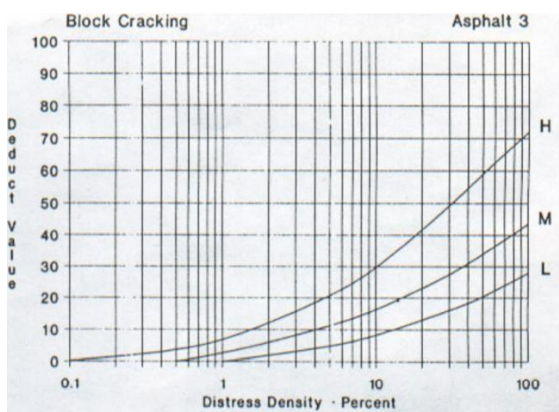
1. Piel de cocodrilo



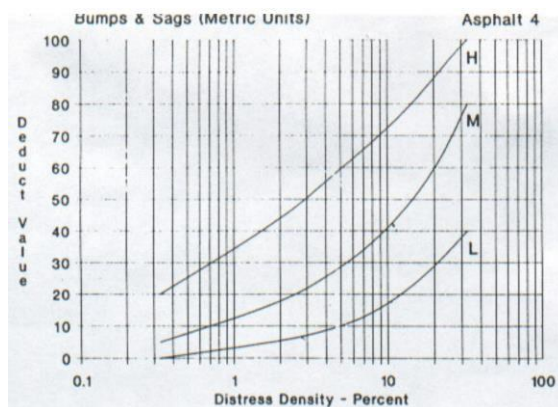
2. Exudación



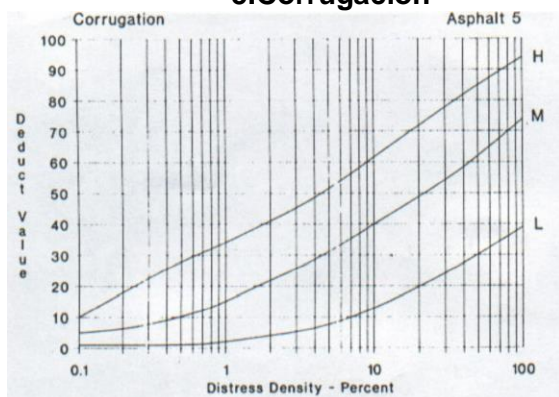
3. Agrietamiento en bloque



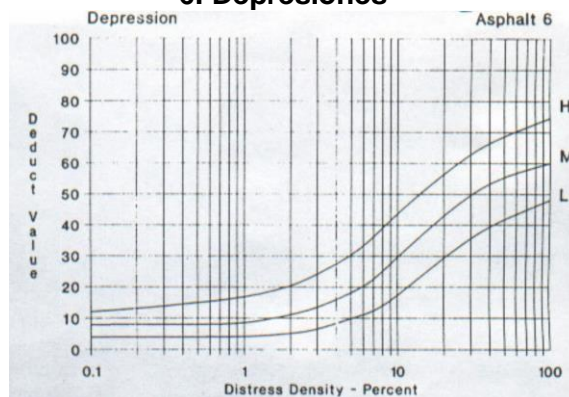
4. Abultamientos y hundimientos



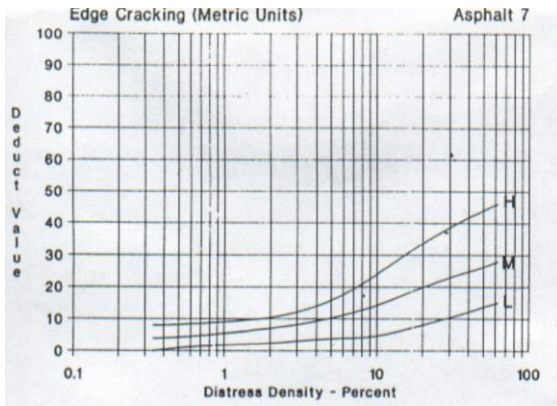
5. Corrugación



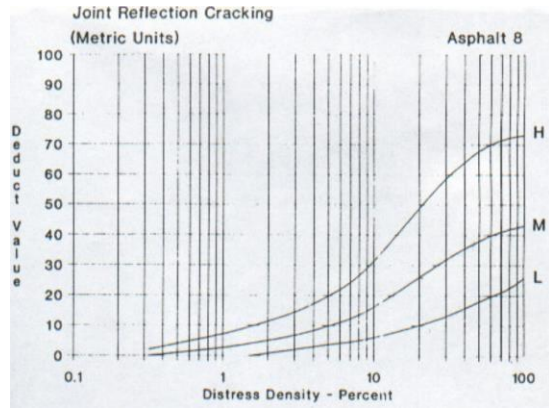
6. Depresiones



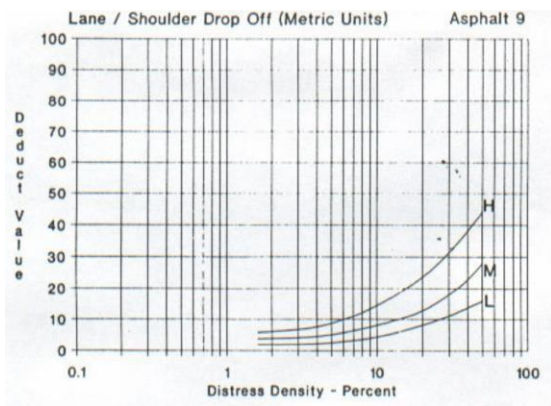
7. Grietas de borde



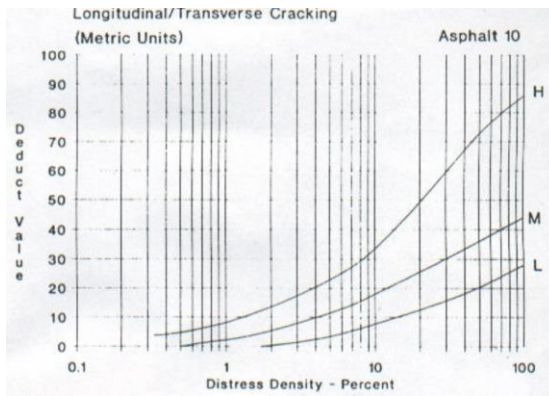
8. Grietas de reflexión de juntas



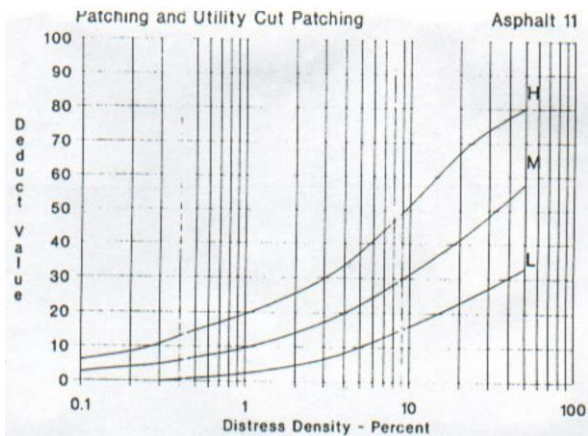
9. Desnivelcarril-berma



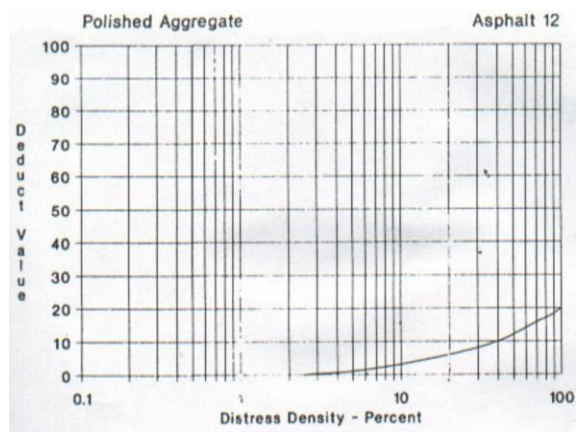
10. Grietas longitudinales y transversales



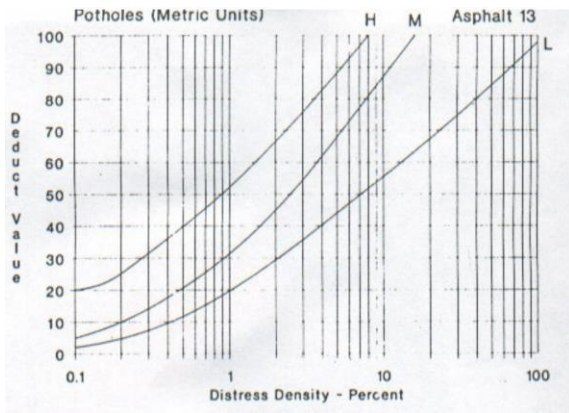
11. Parches



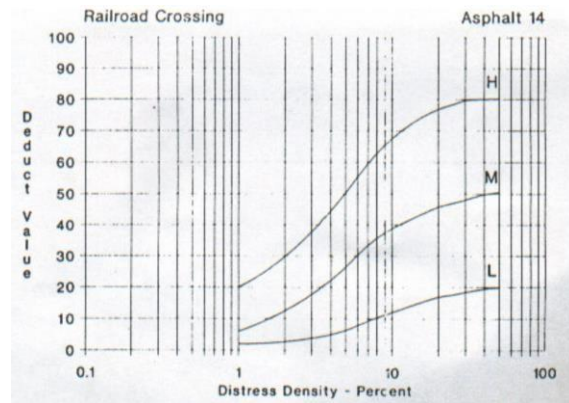
12. Pulimientos y agregados



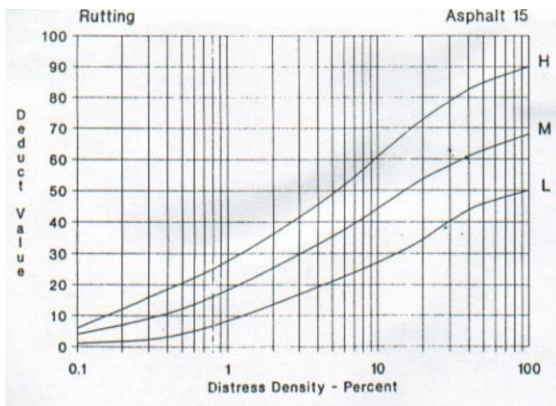
13. Huecos



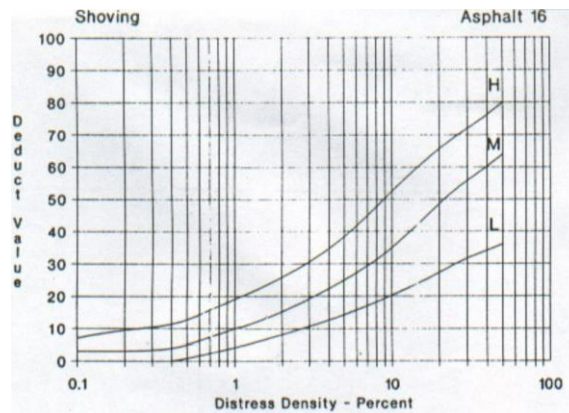
14. Cruces de vía férrea



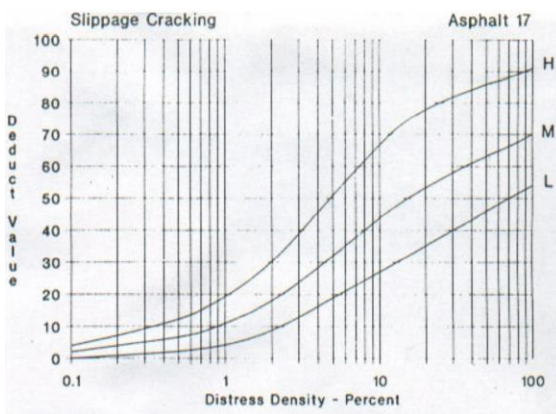
15. Ahuellamiento



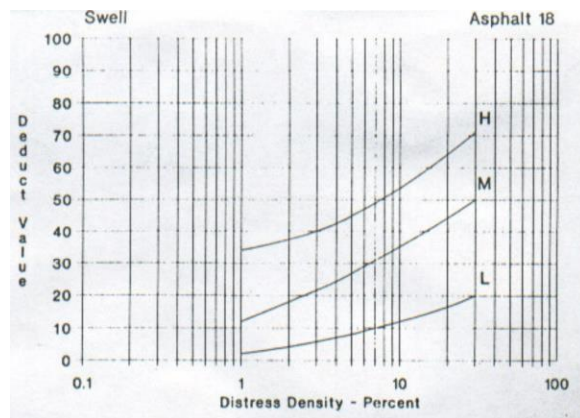
16. Desplazamiento



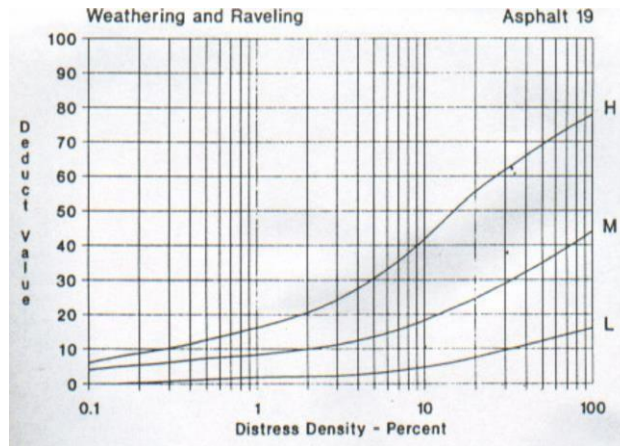
17. Grietas parabólicas



18. Hinchamiento



19.Meteorización



CURVA DE CORRECIÓN

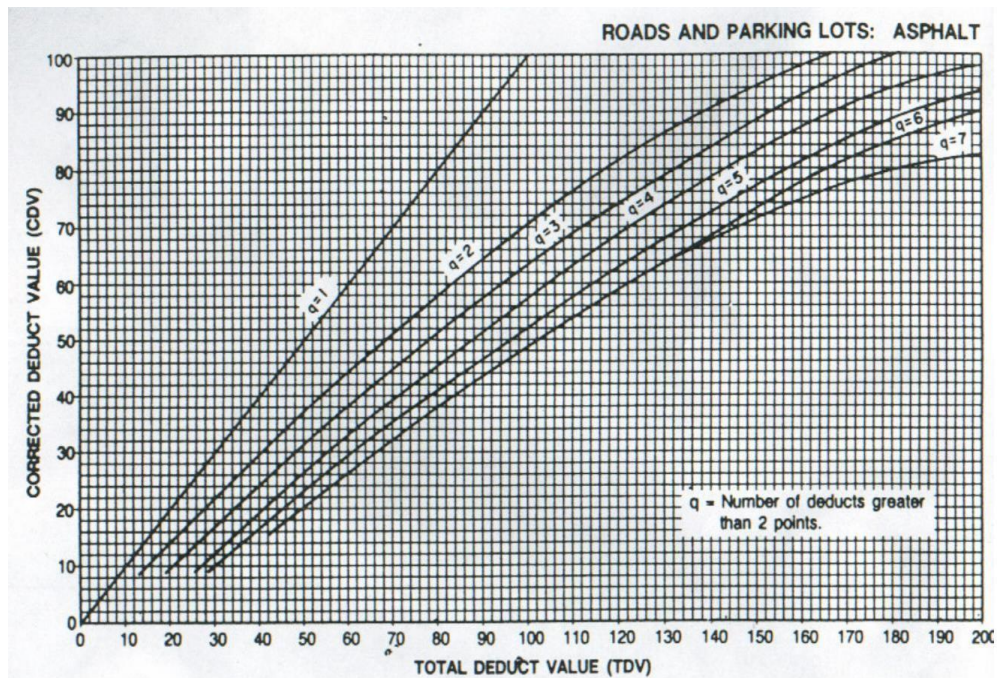


Figura 34: Curva de Corrección

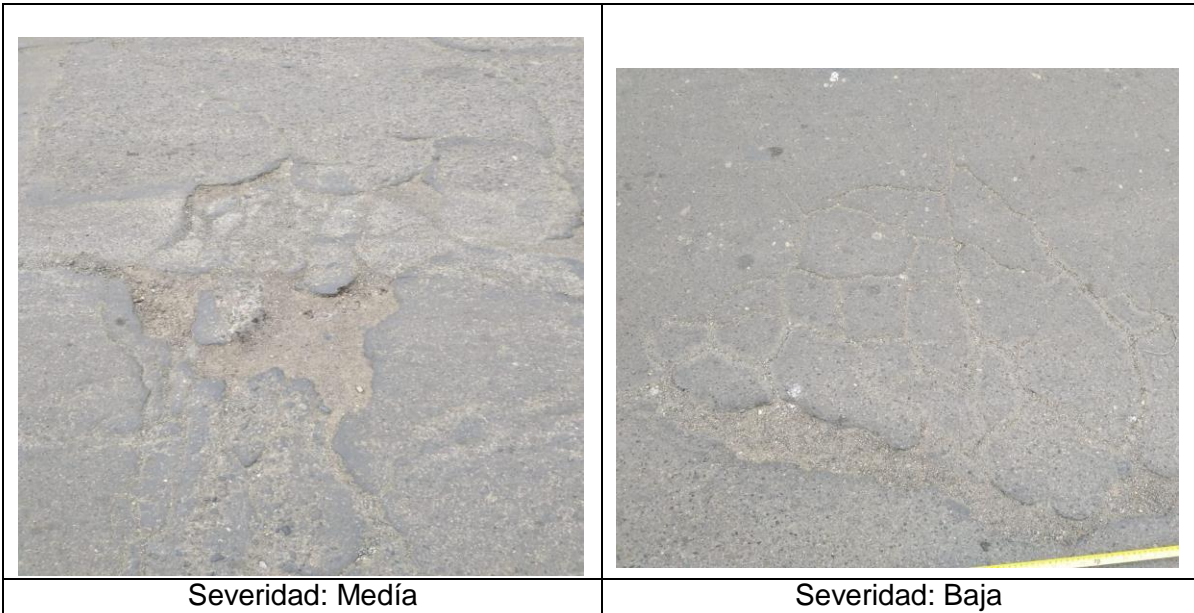
ANEXO C

REPORTE FOTOGRÁFICO

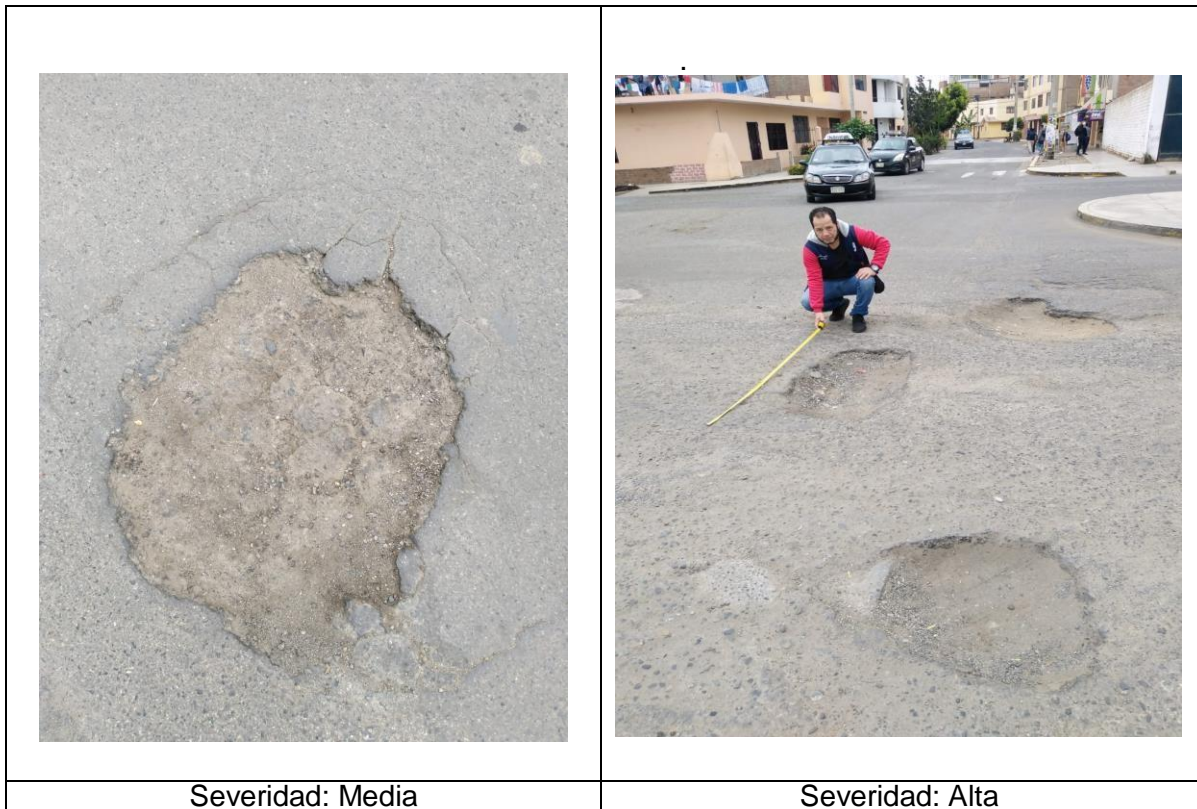
INICIO Y FIN DEL TRAMO

	
<p>Intersección Carretera Industrial con Avenida Gonzales Prada</p>	<p>Intersección Avenida América con Avenida Gonzales Prada</p>

1. PIEL DE COCODRILLO



13.HUECOS



19.METEORIZACIÓN

	
<p>Severidad: Medía</p>	<p>Severidad: Alta</p>

11.PARCHE Y PARCHES UTILITARIOS

	
<p>Severidad: Medía</p>	<p>Severidad: Baja</p>

7.GRIETAS DE BORDE



Severidad: Alta



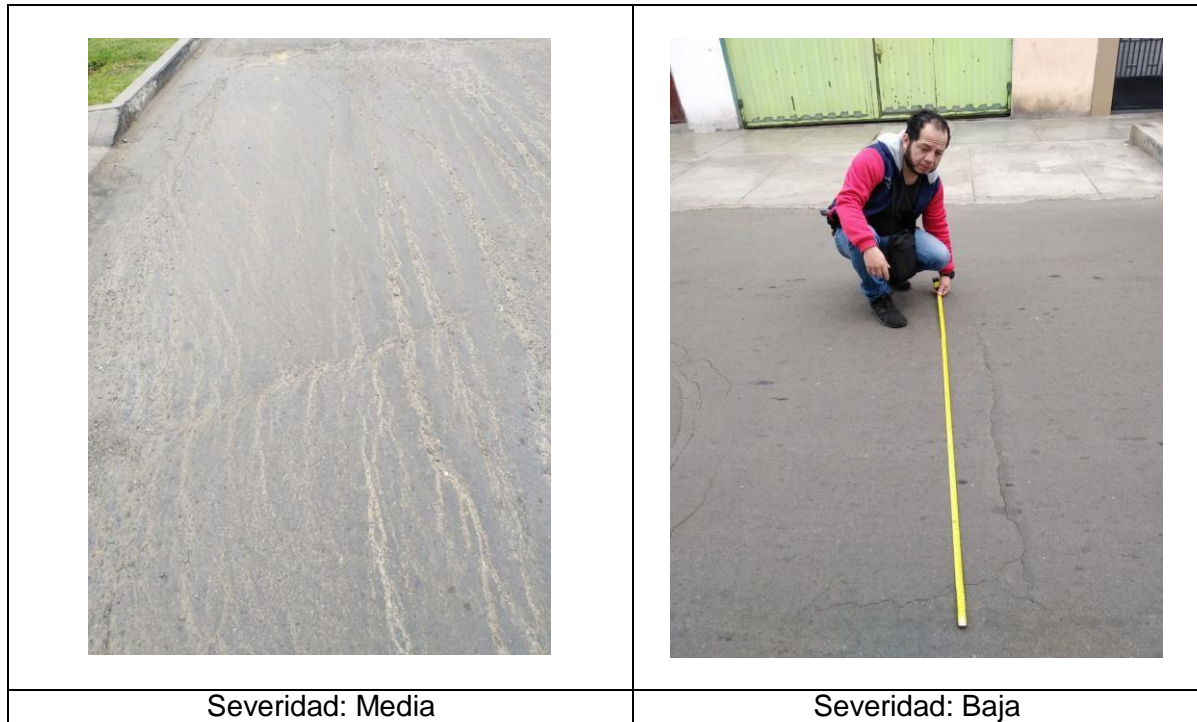
Severidad: Baja

6.DEPRESIONES



Severidad: Alta

10.GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



9.DESNIVEL CARRIL-BERMA



4.ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



Severidad: Media