



Universidad Científica del Perú - UCP

Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA
AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO
Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR (es):

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro

CANCHANYA INGA, Paulo César

ASESOR:

Mg. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva

San Juan Bautista – Maynas - Loreto – 2019

DEDICATORIA

A Dios por ser el que siempre me
guía y fortalece nuestra vida
personal y profesional.

Los autores

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestros padres por ser quienes han hecho posible la ejecución de esta investigación, asimismo a la Universidad Científica del Perú por habernos permitido ampliar y profundizar nuestras convicciones profesionales.

Los autores

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

FACULTAD
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Con Resolución Decanal N°394-2018-UCP-FCEI del 30 de julio de 2018, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación de Tesis a los Señores:

- | | |
|-------------------------------------|------------|
| • Ing. Mario Amador Vela Rodríguez | Presidente |
| • Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg. | Miembro |
| • Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio | Miembro |

En la ciudad de Iquitos, siendo las 18:30 horas del día miércoles 21 de agosto de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018"**

Presentada por los sustentantes:

MANUEL ALEJANDRO ARONES TUESTA y PAULO CESAR CANCHANYA INGA

Asesor: Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.

Como requisito para optar al título profesional de: **Ingeniero Civil**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: **APROBADO POR MAYORÍA**

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.

Presidente

Miembro

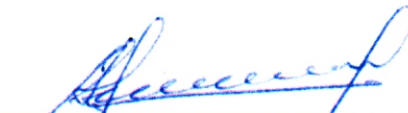
Miembro

CAUFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 - 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 - 15
	Desaprobado (a)	: 00 - 12

Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5. San Juan Bautista

Teléf. (065) 261092 - 261088

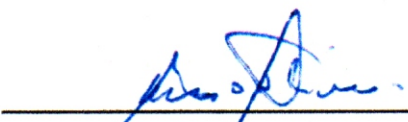
APROBACIÓN



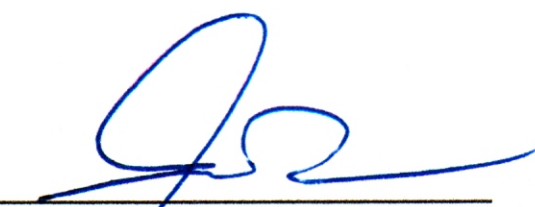
Ing. Mario Amador Vela Rodríguez
PRESIDENTE DEL JURADO



Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. Erlin Guillermo Cabanillas, Dr.
ASESOR.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
APROBACIÓN.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1.1. Problema general.....	14
1.1.2. Problemas específicos.....	15
1.2. Antecedentes del estudio.....	15
1.3. Bases teóricas.....	24
1.3.1. Pavimentos (Montejo Fonseca, 2006).....	24
1.3.2. El Pavimento Flexible.....	25
1.3.3. Resistencia estructural del pavimento.....	26
1.3.4. Diseño de Pavimentos.....	30
1.3.5. Factores de Diseño.....	30
1.3.6. Ciclo de vida de los pavimentos.....	32
1.3.7. Evaluación de Pavimentos.....	35
1.3.8. Criterios y aplicaciones para evaluar pavimentos.....	36
1.3.9. Procedimiento de Evaluación de la condición del Pavimento.....	37
1.3.10. Herramientas para la evaluación de pavimentos.....	40
1.3.11. Pasos para la evaluación de pavimentos.....	43
1.3.12. Fallas en pavimentos flexibles.....	43
1.3.13. Índice de condición del pavimento, PCI.....	71
1.3.14. Metodología para el cálculo del Índice de condición del pavimento, (PCI).....	72
1.3.15. Rugosímetro de MERLIN.....	72
1.3.16. Fundamentos Teóricos.....	73
1.3.17. Correlaciones D versus IRI.....	75

1.3.18.	Costos de los pavimentos flexibles	77
1.3.19.	Definición de Términos Básicos	77
1.4.	Hipótesis	81
1.5.	Variables	81
1.6.	Objetivo general	82
1.7.	Objetivos específicos.....	82
2.	CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	82
2.1.	Tipo y Diseño de investigación	82
2.2.	Población y muestra	83
2.2.1.	Población.....	83
2.2.2.	Muestra	83
2.3.	Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos	83
2.3.1.	Técnicas de Recolección de Datos	83
2.3.2.	Instrumentos de Recolección de Datos	84
2.3.3.	Procedimientos de Recolección de Datos.....	84
2.4.	Procesamiento de los Datos.....	85
3.	CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	85
3.1.	Datos generales del área de estudio.....	85
3.2.	Mapa de la zona.....	85
3.3.	Matriz de daños	86
3.4.	Determinación de daños, severidad, área y valores deducidos por tramos ..	87
3.5.	Ábacos para pavimentos de asfalto.....	99
3.6.	Cálculo de valores deducidos corregidos	104
3.7.	Valores deducidos corregidos por tramos y cálculo del PCI	105
3.8.	Resumen del Índice de Condición del Pavimento: PCI.....	167
3.9.	Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional IRI	168
3.10.	Discusión	178
4.	CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	179
4.1.	Conclusiones.....	179
4.2.	Recomendaciones.....	181
5.	CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
	CAPÍTULO VI: ANEXOS (Opcional).....	185
6.1	Instrumento de recolección de datos.....	185

6.2	Matriz de consistencia	188
-----	------------------------------	-----

ÍNDICE DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Tabla 1	Materiales de Sub-Base.....	28
Tabla 2	Materiales de Base	29
Tabla 3	Niveles de severidad para huecos.	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Figura 1</i>	<i>Piel de cocodrilo.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 2</i>	<i>Exudación.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 3</i>	<i>Agrietamiento en bloque.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 4</i>	<i>Abultamientos.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 5</i>	<i>Rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento</i>	<i>72</i>
<i>Figura 6</i>	<i>Metodología para hallar el Índice de Condición del Pavimento, PCI</i>	<i>72</i>

RESUMEN.

La presente tesis tiene como objetivo determinar y evaluar el pavimento en la AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018, teniendo como objeto principal la evaluación del pavimento flexible con los niveles de severidad en la avenida La Marina entre avenidas 28 de julio y Los Rosales en Punchana 2018.

Se trabajó identificando los deterioros cada 30 metros de longitud, alcanzando 40 unidades de muestreo, con lo que se ha determinado que el mayor tipo de daño a lo largo de la vía es el tipo PIEL DE COCODRILO, y el de menor daño es el tipo PARCHEO, ambas con severidad MEDIA.

Además, se ha desarrollado la evaluación del pavimento flexible, identificando los deterioros que presenta la avenida La Marina entre las avenidas 28 de julio con Los Rosales, en Punchana.

Se aplicó el rugosímetro de MERLIN, que arrojó como pavimento Malo, por las variaciones de la superficie.

Finalmente, se ha recomendado acciones de reparación sistemática, temporal y periódica a fin de que la entidad edil tome en cuenta para mantener una vía adecuada en bien de los usuarios del distrito.

PALABRAS CLAVE:

Pavimentos flexibles, daños en pavimentos, índice de condición de pavimento, índice de rugosidad internacional.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to determine and evaluate the pavement in AVENIDA LA MARINA BETWEEN AVENIDAS 28 JULY AND LOS ROSALES IN PUNCHANA 2018, with the main objective being the evaluation of flexible pavement with severity levels in La Marina Avenue between avenues 28 of July and Los Rosales in Punchana 2018.

Work was carried out identifying the deteriorations every 30 meters in length, reaching 40 sampling units, which has been determined that the greatest type of damage along the road is the type SKIN OF COCODRILE, and the least damaged is the type PATCHING, both with HIGH severity.

In addition, the evaluation of the flexible pavement has been developed, identifying the deteriorations presented by La Marina Avenue between the avenues July 28 with Los Rosales, in Punchana.

The MERLIN rugosimeter was applied, which was thrown as Bad pavement, due to surface variations.

Finally, systematic, temporary and periodic reparation actions have been recommended so that the municipal entity takes into account to maintain an adequate route for the good of the users of the district.

KEYWORDS:

Flexible pavements, pavement damage, pavement condition index, international roughness index.

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El diseño y la ejecución de un pavimento no es suficiente para garantizar la calidad de vida de este, siendo muchas veces olvidado por los gobiernos locales y regionales, el mantenimiento y rehabilitación de un pavimento debe ser rutinario para la prolongación de su vida útil, para ello es necesario realizar un diagnóstico vial constante. Es por ello que basado en la teoría de evaluación de pavimentos, el cual se basa en la inspección visual por unidades de muestreo del pavimento.

La problemática ligada a la presente investigación, nace ante la creciente situación y/o mal estado actual en el que se encuentran los pavimentos en la ciudad de Iquitos, la cual se vuelve dificultoso para el libre tránsito y se observa en sus principales calles y jirones, un deterioro inevitable de sus vías.

La historia de las modernas técnicas de construcción de caminos y puentes tiene sus inicios alrededor de 1850, con Tressaguet en Francia y John Metcalfe en el Reino Unido, quienes desarrollaron un método de construcción con base en la colocación de piedras largas, limitadas por piedras de tamaño progresivamente más pequeño.

Este tipo de caminos, junto con otros realizados con piedras, grava y arena, fueron diseñados para los bajos volúmenes y velocidades de los primeros vehículos, hasta que la industria automotriz, al ir creciendo a pasos agigantados, fue demandando mejores carreteras y caminos urbanos.

El reto, entonces, era buscar un material que resistiera pesadas cargas de manera eficiente y duradera: la solución se tradujo en lo que ahora llamamos la construcción de caminos pavimentados. Fue John Loundon MacAdam, a principios del siglo XIX quien desarrolló el sistema notablemente más económico que se usa en la actualidad.

La red vial urbana de la ciudad, presenta un creciente déficit en cuanto a su conectividad y apertura de nuevas vías, debido a que actualmente existen obras de mejoramientos en algunas calles, los cuales generan conflictos de movilidad, dificultad de transporte y mayor tiempo de recorrido para el transporte público y privado.

La vía en estudio tiene un inadecuado estado de conservación, presentando, además; uno de los principales problemas de todas las obras de infraestructura vial, en las que se observa fallas y deterioro, falta de mantenimiento y mejoramiento respecto a sus años de vida útil, aspectos suficientes que lo hicieron candidato de estudio para desarrollar un tema de investigación.

En los últimos años se ha evidenciado sobre la estructura en estudio un acelerado incremento de daños y lesiones en las losas de su pavimento relacionadas con fisuras, fricción, entre otras fallas superficiales a estudiar mediante pruebas y ensayos in situ durante el desarrollo del proyecto.

En ese sentido, se ha visto conveniente determinar la severidad de los deterioros que presenta la avenida La Marina.

1.1.1. Problema general

¿Cómo se relaciona la evaluación del pavimento flexible con los niveles de severidad en la avenida La Marina entra Avenidas 28 de julio y Los Rosales en Punchana 2018?

1.1.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo se desarrolla La evaluación del pavimento flexible de un pavimento, en Punchana 2018?
- b) ¿Cuáles son los tipos de deterioros que presenta la avenida La Marina entre las avenidas 28 de julio con Los Rosales en Punchana 2018?
- c) ¿Cuáles son las acciones de mantenimiento aplicables a la avenida La Marina entre las avenidas 28 de julio con Los Rosales en Punchana 2018?

1.2. Antecedentes del estudio

En la tesis de Juan Calizaya y Rodrigo Lluncor (2015), presentada en le Universidad Ricardo Palma, se desarrolla el contrato de conservación del corredor HUANCAMELICA – LIRCAY – HUALLAPAMPA – LA MEJORADA – ACOBAMBA – PUENTE ALLCCOMACHAY, se aplicó la tecnología del reciclado con suelo cemento un agente estabilizador y como capa de rodadura el micropavimento. Este ha logrado que el corredor eleve de categoría ha pasado de ser un camino no pavimentado a un pavimento básico.

Manejar adecuadamente problemas geotécnicos suscitados, controlando la calidad de los materiales, y cumplimiento correctamente los procesos constructivos, conllevan a tener un pavimento básico trabajando de manera satisfactoria.

En relación con el nivel de servicio de la Rugosidad, se viene cumpliendo satisfactoriamente con el IRI tolerable (3.5 m/km), para la etapa de conservación rutinaria después del periódico. Otorgándole a la vía un mejor nivel de serviciabilidad. (Calizaya Vivanco & Lluncor Gallo, 2015)

En la tesis: “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla”, de Edgar Daniel Rodríguez Velásquez (2009), Universidad de Piura, se ha determinado el estado en

que se encuentra la red de pavimento flexible de la Av. Luis Montero, que consta de dos tramos de 600 metros lineales cada uno (de acuerdo a los dos sentidos de vía existentes). El tramo 1 se divide en 3 secciones, mientras que el tramo 2 tiene una sola sección. Se inspeccionaron un total de 32 unidades de muestra (16 por tramo) obteniendo los siguientes resultados:

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

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

Agrupando los resultados en tramos, el tramo 1 (U1 - U16) presenta un PCI de 56, pavimento bueno; y el tramo 2 (U17-U32), un PCI de 43, pavimento regular.

Finalmente, tomando todas las unidades de muestra sin distinción de tramos, se calcula el PCI ponderado de los 1200 metros de la Av. Luis Montero, resultado igual a 49, es decir, que el estado real del pavimento de la vía analizada, es regular.

Esta condición del pavimento se debe gracias a las obras de reparación realizadas el año 2008 (bacheos y riego de liga en determinadas áreas) que han aminorado la formación de fallas como fisuras, baches,

depresiones, etc. mejorado la calidad del pavimento. Esto también ayudó a que no se registraran fallas como piel de cocodrilo, que suelen ser muy dañinas para el pavimento.

Las fallas más frecuentes encontradas son la peladura y la corrugación, ambas de nivel de severidad bajo. Todas las 32 unidades de muestra presentaron estos dos tipos de falla, pero con densidades variables.

Esto ayudó a que el PCI tenga un estado regular porque estas fallas no afectan al tránsito normal de vehículos. Las vibraciones dentro del vehículo son mínimas y no es necesario disminuir la velocidad. La peladura y la corrugación, no son percibidas por el conductor, pues no causa incomodidad.

A mayor valor deducido, mayor es el daño que las fallas producen al pavimento pues este valor indica el grado en que cada combinación de deterioro, nivel de severidad y cantidad, afectan a la condición del mismo. Por el contrario, un valor deducido de cero, quiere decir que el tamaño de la falla dentro de la unidad de muestra es despreciable, o muy pequeña como para ejercer un daño significativo al área de estudio.

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

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

En aquellas unidades de muestra donde se encontraron fallas estructurales (tales como baches, todo tipo de fisuras, depresiones y parches) con densidades mayores a 0.1% como mínimo, el valor del PCI obtenido fue bajo, es decir, el estado del pavimento era malo. No importa el nivel de severidad que tengan, incluso un nivel bajo causa un daño significativo a la pista. Este tipo de fallas afectan tanto a la estructura del pavimento (capas del paquete estructural) como a la serviciabilidad del mismo, pues el usuario no se siente cómodo ni seguro, al transitar sobre el pavimento deteriorado.

En las unidades de muestra donde se encontraron fallas funcionales (exudación, peladura), es necesario que las densidades sean elevadas y las fallas de alta intensidad, para que influyan en el deterioro del pavimento. Por el mismo hecho de ser fallas funcionales, es decir, de afectar sólo la serviciabilidad de la vía, no producen daño importante en las capas del paquete estructural. Si una falla funcional de baja severidad afecta a toda una unidad de muestra, el usuario puede transitar sobre el pavimento, sin mucha incomodidad.

Para mejorar el PCI promedio de una sección, de un tramo o de la avenida en general, es necesario incrementar el PCI individual de las unidades de muestra en peor estado a través de determinadas técnicas de reparación.

Las técnicas más apropiadas, a aplicar en las unidades de muestra anteriores serían: bacheo para baches profundos y depresiones, y un reemplazo de los parches deteriorados. Si se desea mejorar aún más la condición de la avenida se debe aplicar un riego de liga para reparar el problema de la corrugación y peladura, que son las fallas más frecuentes.

Dentro de los tipos de riego que pueden ser aplicados a este pavimento en particular, se encuentran las lechadas asfálticas o Slurry Seal y el riego pulverizado, también llamado Fog Seal. Ambos se pueden usar como

procedimientos preventivos o correctivos de la superficie del pavimento, para el tratamiento de vías urbanas.

Una lechada asfáltica es la combinación de agregado bien graduado con emulsión asfáltica, agua, filler y aditivos (en caso sean necesarios); la cual es aplicada en una fina capa para recubrir y proteger la carpeta. Con esta técnica se corrigen irregularidades superficiales menores (corrugaciones), se evita el desprendimiento de agregados y peladura, se mejora la resistencia al deslizamiento, se impermeabiliza la superficie del pavimento y se proporciona una superficie muy resistente al desgaste.

Un riego pulverizado, en cambio, es la aplicación ligera de una emulsión asfáltica a la superficie de un pavimento, pero sin el uso de agregados. Se utiliza principalmente para sellar superficies del pavimento que han comenzado a presentar desintegraciones como peladuras de severidad baja, debido al endurecimiento del cemento asfáltico cercano a la superficie. (Rodríguez Velásquez, 2009)

En la tesis de Medina Palacios & de la Cruz Puma (2005) titulada “Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI”, presentada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Se logra determinar que la vía evaluada en ambas secciones determinadas presenta una condición de pavimento regular, con lo cual el pavimento brinda adecuadas condiciones a los usuarios. Sin embargo, requiere ser intervenido inmediatamente, ya que está a punto de entrar a la condición malo. Los valores numéricos del PCI de las secciones son muy cercanos al límite inferior del rango de la condición Regular. La siguiente figura muestra que índices de condición de pavimento se encuentra en mayor proporción en la vía evaluada. (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015)

En la tesis “Deterioros en pavimentos flexibles” se llegó a las siguientes conclusiones: (Miranda Rebolledo, 2010)

- Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más Serviciabilidad y Confortabilidad a los conductores.
- La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema. Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente, Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, éstos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos continúan deteriorándose día a día, produciendo así una conducción peligrosa.
- Es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia. Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.
- Con respecto a los trabajos realizados en los sectores 1 y 2 de Valdivia alguna de las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fue la adecuada ya que no emplearon los criterios adecuados al tipo de falla con su solución respectiva, y los trabajos efectuados tienen que tener mayor inspección por parte del mandante.
- Corresponde definir legalmente un único organismo público responsable de la reparación, conservación y reposición de pavimentos, que tenga asignados recursos para ello en forma directa, para lo cual se requiere con urgencia actualizar la antigua legislación sobre pavimentación urbana.

Del mismo modo en la tesis “Estudio del ahuellamiento en la carretera IIRSA norte, tramo 6, sector óvalo Cáceres-Dv. Sullana” (Romero Rojas, 2012), concluye, enunciando lo siguiente:

- La aparición de ahuellamientos en pavimentos asfálticos es un fenómeno normal en la mezcla asfáltica. Durante el análisis del ahuellamiento en el tramo de estudio se ha comprobado que el

ahuellamiento, dentro del margen estimado, se ha producido de manera gradual, mientras no tuvo desencadenantes que lo elevaran.

- Con respecto a los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos, se ha encontrado que la variabilidad en los espesores de los estratos es mínima, así como en sus principales propiedades a lo largo de todo el tramo en estudio. Las propiedades de los estratos como la densidad, el contenido de humedad, los índices de plasticidad y el CBR de los materiales que conforman la estructura del pavimento, cumplen con los requerimientos de una subestructura para un pavimento con estas características. Tampoco se han registrado deformaciones en los estratos inferiores (base, sub-base o sub-rasante). No se ha registrado el nivel freático a la profundidad excavada durante los trabajos. Por tanto, se concluye que la deformación permanente en el pavimento no es consecuencia de un problema en los materiales de fundación.
- Se ha encontrado que el tráfico real (número de ejes equivalentes, EAL's) es mayor al tráfico de diseño. Esto se ha obtenido como resultado de evaluar los sobrepesos de los ejes de distintos tipos de camiones y la presión de inflado de ellos. Asimismo, se ha comprobó que en las zonas de tráfico pesado, el ahuellamiento era mayor que en las zonas de vehículos ligero. Por lo tanto, se puede concluir que uno de los factores que incrementa el ahuellamiento es la sobrecarga de los vehículos, principalmente de los pesados.
- Por otro lado, respecto a las velocidades del flujo vehicular, los valores de mayor deformación permanente, son aquellos que coinciden con las zonas que contienen reductores de velocidad “no normalizados”, zona de parada/estacionamiento, entre otros. Los valores de deformación permanente plástica y el proceso rápido de evolución en dichos puntos, evidencia que la presencia de estos elementos de control de velocidad, son un factor muy importante en la aparición y desarrollo del ahuellamiento.
- El cemento asfáltico (PEN 60/70) utilizado en la rehabilitación y construcción en la Carretera IIRSA Norte Tramo 6, Sector Óvalo Cáceres – Dv. Sullana, tiene un punto de ablandamiento menor a la

temperatura crítica en el asfalto en este proyecto, lo cual representa otro factor que acelera el proceso del ahuellamiento y hace concluir que es indispensable evaluar este parámetro en el diseño de un pavimento asfáltico principalmente en zonas cálidas como el norte del Perú.

- En referencia a lo antes mencionado, se podría decir que específicamente en este proyecto, los factores que incrementan el ahuellamiento son tres: sobrecargas en los ejes de vehículos pesados (EAL's mayor al de diseño), velocidades bajas por elementos de control de tránsito y el cemento asfáltico que no satisface las condiciones climáticas de la zona de proyecto. Estos factores son determinantes en la performance del pavimento, por lo que deberían tomarse en cuenta para un futuro diseño.
- Además, como parte del estudio realizado, se puede concluir que debido a la realidad del tráfico en las carreteras del Perú y sobre todo en vías de primer orden que cruzan zonas urbanas, utilizar la metodología AASHTO 93 para el diseño del pavimento asfáltico no garantiza una buena performance del pavimento puesto que no considera factores importantes en el diseño, como son: la velocidad de flujo vehicular, la temperatura de la zona del proyecto (por ende la temperatura a la que será expuesto el pavimento) y las cargas pesadas lentas sobre el pavimento. Por lo antes mencionado, según la realidad de nuestro país, no es lo mismo realizar un diseño de pavimento asfáltico con el Método AASHTO 93 ó 97 que con el Método SUPERPAVE, el cual sí considera los factores antes mencionados e inclusive otros criterios más (tráfico elevado, pendientes pronunciadas, entre otros)

En la tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, presentada por el Bach. Juan Rubén Cárdenas Riveros, de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, se evaluó cada una de las patologías del pavimento flexible, determinando la obtención del índice de integridad estructural "PCI" y la condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortez, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región

Ayacucho al mes de agosto del año 2016; cuyo objetivo principal estuvo relacionada con el estudio de las patologías en cada unidad de muestra y determinación del PCI para dichas unidades permitiéndonos determinar la condición operacional de la superficie de rodadura en el tramo vial estudiado; para lo cual se tomó de base las investigaciones nacionales e internacionales relacionadas a la presente investigación, que aportó a dar solución a la problemática de la investigación. (Cárdenas, 2016).

La metodología utilizada en el presente trabajo fue del tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterarla, predominantemente cuantitativo porque permitió generar datos de campo para su evaluación y con un nivel de diseño de investigación no experimental, porque estudia el problema y analiza sin recurrir a un análisis de laboratorio y transversal porque se analiza en el periodo agosto 2016.; finalmente se concluyó que los primeros 500 metros de la avenida Carlos la Torre Cortez presentó un índice de integridad estructural de 34, clasificado en la escala de gradación como un pavimento en estado malo. (Cárdenas, 2016).

El método PCI determinó que a presencia de patologías en cada unidad maestra son similares, con existencia de una falla funcional acentuada motivo de la investigación en el pavimento flexible del tramo elegido, concluyendo con un reporte de valor promedio de $PCI = 34$, clasificando al pavimento en estado de conservación MALO, según la tabla de clasificación de fallas y que para su puesta en operación requiere de permanentes mejoras que generan mayores gastos de mantenimiento para un pavimento cuya vida útil del proyecto ha superado los 15 años de servicio, y cuyos mantenimientos periódicos no se han proyectado con regularidad.

Por los resultados obtenidos se recomendó, realizar evaluaciones de manera periódica, en base a una programación secuencial con frecuencias de 12 meses y elaborar la curva de comportamiento de los pavimentos en la provincia de Huanta, estas evaluaciones deben ser tomadas como una herramienta indispensable para la toma de decisiones en el mediano plazo y proyectar estudios de inversión para tener la

continuidad de generar condiciones de servicialidad óptimas en vías de articulación dentro y fuera de la extensión urbana. (Cárdenas, 2016).

Acorde con Yelena Hernández-Atencia, en Caracterización patológica de los pavimentos en las rutas de buses y vías principales de Ibagué, se concluye que dentro de las principales patologías que se encontraron y de mayor presencia en las rutas están los descascaramientos de la carpeta de rodadura, los mismos se presentan por deficiencias en la selección y mezcla de los materiales pétreos. Quedó demostrado que el 80% de los pavimentos inventariados se encuentran en mal estado (regular + deficiente); de estos el 25% tiene un I_s superior o igual a 5, que comparado con el área total afectada es bajo, esto indica que se debe prestar mayor atención a los daños de severidad media por presentar un alto porcentaje de afectación en las vías (55%). En cuestión de meses la simple afectación se convierte en fallas de mayor importancia, generando mayores costos de intervención al involucrar, con el tiempo, la estructura del pavimento. Asimismo, se colige que las patologías más frecuentes en los pavimentos de la ciudad son la piel de cocodrilo, la fisuración en bloque y los parches. Las principales vías con las que cuenta la ciudad poseen sistemas de drenajes de aguas lluvias ineficientes e insuficientes para los requerimientos actuales. El principal agente de deterioro, que se encuentra presente en la mayoría de ellas, es el manejo de las aguas; aunque existen los sumideros, estos se encuentran con las rejillas completamente tapadas por falta de un adecuado y rutinario mantenimiento. (Hernández - Atencia, 2015)

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Pavimentos (Montejo Fonseca, 2006)

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten

a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, edemas de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de, mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

1.3.2. El Pavimento Flexible

Resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de

pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.

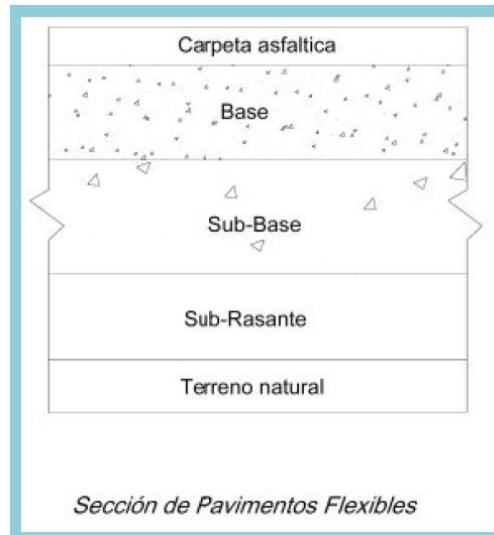


Gráfico 1 Sección de pavimentos flexibles

Sobre la capa subrasante se construye el pavimento flexible, que está compuesto por sub - base, base y carpeta asfáltica. El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito.

1.3.3. Resistencia estructural del pavimento

Debe soportar las cargas impuestas por el tránsito que producen esfuerzos normales y cortantes en la estructura. En los pavimentos flexibles se consideran los esfuerzos cortantes como la principal causa de falla desde el punto de vista estructural. Además de los esfuerzos cortantes también se tienen los producidos por la aceleración, frenaje de los vehículos y esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura.

1.3.3.1. Durabilidad

La durabilidad está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desee dar al camino, depende de la importancia de este.

Hay veces que es más fácil hacer reconstrucciones para no tener que gastar tanto en el costo inicial de un pavimento.

1.3.3.2. Requerimientos de conservación

Los factores climáticos influyen de gran manera en la vida de un pavimento. Otro factor es la intensidad del tránsito, ya que se tiene que prever el crecimiento futuro. Se debe de tomar en cuenta el comportamiento futuro de las terracerías, deformaciones y derrumbes. La degradación estructural de los materiales por carga repetida es otro aspecto que no se puede dejar de lado. La falta de conservación sistemática hace que la vida de un pavimento se acorte.

1.3.3.3. Comodidad

Para grandes autopistas y caminos, los métodos de diseño se ven afectados por la comodidad que el usuario requiere para transitar a la velocidad de proyecto. La seguridad es muy importante al igual que la estética.

1.3.3.4. Base y Sub - base

Aunque las bases y las sub - bases tienen características semejantes, las sub - bases son de menor calidad. La sub - base es la capa de material que se construye directamente sobre la terracería y su función es:

- Reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base.
- Proteger a la base aislándola de la terracería, ya que, si el material de la terracería se introduce en la base, puede sufrir cambios volumétricos generados al cambiar las

condiciones de humedad dando como resultado una disminución en la resistencia de la base.

- Proteger a la base impidiendo que el agua suba por capilaridad.
- Transmitir y distribuir las cargas a las terracerías.

Las características de calidad que se buscan en los materiales de sub – base, se muestran en la siguiente tabla:

MATERIALES DE SUB-BASE	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
Limite liquido máximo	25%
Limite plástico máximo	6%
Compactación mínima	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	50 mín.
Equivalente de arena, en porcentaje	30 mín.

Tabla 1 **Materiales de Sub-Base**

La base es la capa de material que se construye sobre la sub - base. Los materiales con los que se construye deben de ser de mejor calidad que los de la sub – base, la función de la base son:

- Tener la resistencia estructural para soportar las presiones transmitidas por los vehículos.
- Tener el espesor suficiente para que pueda resistir las presiones transmitidas a la sub - base.

- Aunque exista humedad la base no debe de presentar cambios volumétricos perjudiciales.

Las características de calidad que se buscan en los materiales para base, se muestran a continuación:

Materiales de Base	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
Limite líquido, en porcentaje (máx.)	25%
Índice plástico máximo	6%
Partículas alargadas u lageadas máximo	35%
Compactación	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	100 min
Equivalente de arena, en porcentaje	50 min
Índice de durabilidad en porcentaje	40min

Tabla 2 Materiales de Base

1.3.3.5. Terracería.

Se llama terracería al conjunto de obras compuestas de cortes y terraplenes, formadas principalmente por la sub-rasante y el cuerpo del terraplén, constituida generalmente por materiales no seleccionados y se dice que es la subestructura del pavimento. Cuando se va a construir un camino que presente un TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) mayor a 5000 vehículos, es necesario que se construya bajo la sub-rasante una capa conocida como sub-yacente; la cual deberá tener un espesor mínimo de 50 cm.

1.3.4. Diseño de Pavimentos

En el proceso de modelación y diseño de pavimentos flexibles existen criterios subjetivos sobre algunos de los parámetros. Se observa una tendencia a la aplicación de fórmulas empíricas por parte de los diseñadores, derivadas de algunas experiencias particulares, sin tener en cuenta patrones establecidos por entidades como por ejemplo la SHELL, AASTHO y otras que desarrollaron métodos de cálculo de uso común en el medio.

El diseño de un pavimento consiste en establecer una estructura para una duración dada, bajo las solicitaciones del tránsito y las características de la subrasante.

Para determinar los espesores de las capas de la estructura del pavimento se utilizan tres clases de metodologías las cuales se enuncian a continuación:

1.3.5. Factores de Diseño

1.3.5.1. Transito

Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem), esperadas en el carril de diseño el más solicitado, que determinara la estructura del pavimento de la carretera) durante el periodo de diseño adoptado. La repetición de las cargas de tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las solicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zona de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc.

1.3.5.2. Subrasante

De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento-retracción). Los cambios de volumen de un suelo de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar grandes daños en las estructuras que se apoyen sobre éste, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá tomarse la precaución de impedir las variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura. Otra forma de enfrentar este problema es mediante la estabilización de este tipo de suelo con algún aditivo, en nuestro medio los mejores resultados se han logrado mediante la estabilización de suelos con cal.

1.3.5.3. Clima

Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura.

Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante especialmente. Este parámetro también influye en algunas actividades de construcción tales como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de capas granulares y asfálticas.

En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en

el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía.

1.3.5.4. Materiales

Los materiales disponibles son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender al volumen disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio, condicionado en buena medida por la distancia de acarreo. Por otra parte, se deberá considerar los materiales básicos de mayor costo: ligantes y conglomerantes especialmente.

El análisis de los costos de construcción debe complementarse con una prevención del comportamiento del pavimento durante el periodo de diseño, la conservación necesaria y su costo actualizado y, finalmente, una estimación de futuros refuerzos estructurales, renovaciones superficiales o reconstrucciones.

Deberá tenerse en cuenta, además, los costos del usuario relacionados con su seguridad y con las demoras que se originan en carreteras relativamente congestionadas por los trabajos de conservación y repavimentación.

1.3.6. Ciclo de vida de los pavimentos

Los pavimentos son inversiones importantes que exigen mantenimiento y reparación a lo largo de su vida para mantener los estándares de calidad prolongar su vida útil.

Durante muchos años se demandó a organismos estatales la construcción de nuevos caminos, haciendo a un lado, una labor igual de importante como es la conservación de los mismos, en muchos casos debido a la no asignación de recursos y a conceptos erróneos como el que se suponga que durante el periodo de diseño de un pavimento no es necesario conservarlos, sino que deben ser reconstruidos después del tiempo fijado.

En la actualidad ha aumentado la necesidad de conservar su adecuado funcionamiento.

Los pavimentos sufren deterioros constantes debido a las solicitaciones externas (lluvia, tránsito, etc.), el efecto que estas producen es permanente y puede resultar en un pavimento intransitable.

El deterioro de un pavimento se da desde una etapa inicial, con un deterioro casi imperceptible hasta el deterioro total. Es por ello que los pavimentos se proyectan para que sirvan un determinado número de años, esta proyección es denominada ciclo de vida útil.

El ciclo de vida del pavimento puede clasificarse en cuatro etapas, estas son:

Etapas 1: Construcción

En esta etapa, el estado del pavimento es excelente y cumple con los estándares de calidad necesarios para satisfacer a los usuarios. El costo en el que se ha incurrido hasta esta etapa es la construcción del paquete estructural.

Etapas 2: Deterioro imperceptible

El pavimento ha sufrido un desgaste progresivo en el transcurso del tiempo, el deterioro en esta etapa ya existe pero es poco visible y no es apreciable por los usuarios. Generalmente el mayor daño se produce en la superficie de rodadura debido al tránsito y clima.

Para disminuir el deterioro o desgaste se hace necesario aplicar una serie de medidas de mantenimiento y conservación, si no se efectúan la vida útil del pavimento se reduce drásticamente.

El camino sigue estando en buenas condiciones y sirviendo adecuadamente a los usuarios, el costo del mantenimiento anual esta alrededor del 0.4 a 0.6% del costo de construcción. El estado del camino varía desde excelente a regular.

Etapas 3: Deterioro acelerado

Después de varios años, los elementos del pavimento están cada vez más deteriorados, la resistencia al tránsito se ve reducida.

La estructura básica del pavimento está dañada, esto lo podemos constatar por las fallas visibles en la superficie de rodadura.

Esta etapa es corta, ya que la destrucción es bastante acelerada. El estado del camino varía desde regular hasta muy pobre.

Etapas 4: Deterioro total.

Esta última etapa puede durar varios años y constituye el desgaste completo del pavimento. La transitabilidad se ve seriamente reducida y los vehículos empiezan a experimentar daños en sus neumáticos, ejes, etc.

Los costos de operación de los vehículos aumentan y la vía se hace intransitable para autos.

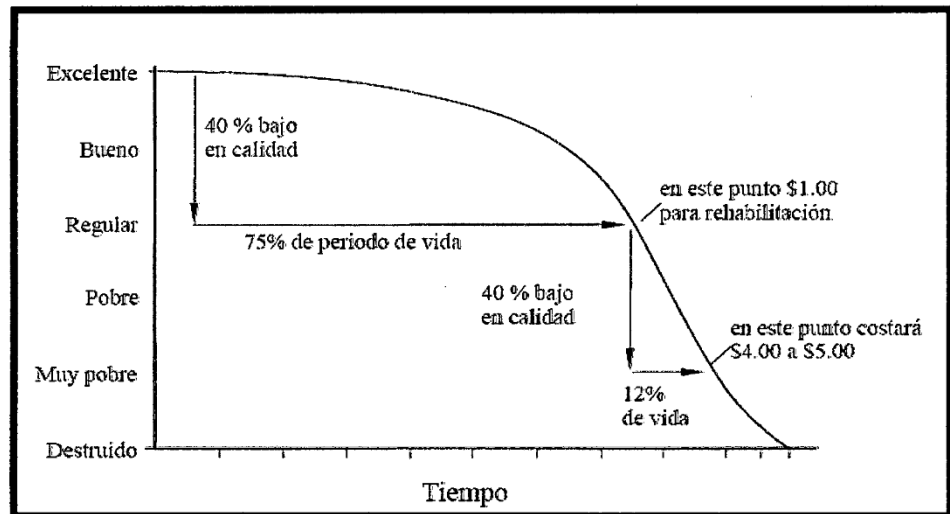


Gráfico 2 Ciclo de vida del pavimento

Fuente: (Comisión económica para América Latina y el Caribe, 1994)

1.3.7. Evaluación de Pavimentos

La incidencia de factores de diversos orígenes determina alteraciones de la superficie de rodamiento de los pavimentos que afectan la seguridad, comodidad y velocidad con que debe circular el tránsito vehicular presente y futuro.

La finalidad fundamental de todo proceso de mantenimiento o refuerzo de los pavimentos en servicio, es corregir los defectos mencionados para alcanzar un grado de transitabilidad adecuado durante un periodo de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión necesaria.

Las causas de los defectos mencionados son de distinto origen y naturaleza; entre las que cabe destacar las siguientes:

- Elevado incremento de las cargas circulares y de su frecuencia con respecto a las previstas en el diseño original,
- Deficiencias durante el proceso constructivo en la calidad real de los materiales en espesores o en las operaciones de construcción, particularmente en la densificación de las capas.

- Diseños deficientes (ejemplos: empleo de métodos de diseño que resultan inadecuados en la actualidad: incorrecta valoración de las características de los materiales empleados, incorrecta evaluación del tránsito existente y previsto durante el periodo de diseño del pavimento).
- Factores climáticos regionales desfavorables (ejemplos. Elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencia de drenaje superficial o profundidad prevista)
- Deficiente mantenimiento por escasez de recursos económicos disponibles, equipos, maquinaria especializada y personal capacitado.
- Problemas de aprovisionamiento en algunas zonas del país, por agotamiento de materiales adecuados en las proximidades de los puntos de empleo, obligando a mayores distancias de acarreo. A veces la limitante es legal, por razones urbanísticas y aun ambientales.

Existe una necesidad perentoria de optimizar el empleo de materiales (agregados pétreos y ligantes), maquinaria, mano de obra especializada y recursos económicos en las tareas de construcción y conservación de la red de carreteras, poniendo énfasis, además no tanto en construir nuevos tramos como si en conservar la red existente.

1.3.8. Criterios y aplicaciones para evaluar pavimentos

La evaluación de pavimentos tiene varios usos y se pueden distinguir cuatro grandes áreas de aplicación: estudios de rehabilitación de pavimentos, control de calidad, investigación, y gestión de pavimentos. En éstas se emplean equipos similares y lo que varía es el propósito de la evaluación.

En el caso de los estudios de rehabilitación, el objetivo es determinar las causas de falla de un pavimento para proponer las medidas correctivas necesarias. Si el análisis se realiza como parte

de las actividades del proceso de control de calidad de obra, el fin es determinar si se acepta o rechaza el asfalto. Cuando se trata de investigación, el procedimiento se realiza con el propósito de estudiar su comportamiento para desarrollar y/o calibrar modelos mecanístico-empíricos de desempeño. En el área de gestión, el objeto es conocer del estado del pavimento e identificar las intervenciones que se requieren realizar dentro de esa etapa.

1.3.9. 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.

A continuación, se muestra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos: (Coy Pineda, 2017)

Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
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

Según Ceron & Vasques, (2006, p. 18) Se debe realizar un trabajo de campo donde se identifican los tipos de daños, clasificándolos de acuerdo con su severidad, clase y extensión de los mismos, registrándolos en el formato adecuado, clasificándolos en las unidades de muestreo según el tipo de pavimento que para este caso es un pavimento asfáltico.

Al completar el trabajo de inspección visual in situ, esa información de daños se utiliza para calcular el PCI.

Al finalizar el trabajo de campo, la recopilación de daños se utiliza para calcular el PCI; el cálculo del índice se puede realizar por medio de programas por computador o manualmente, teniendo en cuenta los valores deducidos de cada daño, la severidad y la cantidad de daños recopilados. (Cerón Bermúdez & Vásquez Torres, 2006)

Etapas 1. Calculo de los valores deducidos

1a. Se totaliza cada tipo y nivel de severidad de daño y registrándolo en la columna Total del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud o por unidad según su tipo.

1b. 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.

1c. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas **“Valor Deducido del Daño”**.

Etapas 2. Calculo de número máximo admisible valores deducidos (m)

2a. 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 *Etapas 4*. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

2b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

2c. Determine el Número máximo admisible de valores deducidos (m), utilizando la siguiente Ecuación

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

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 .

2d. 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.

Etapas 3. Calculo del máximo valor deducido corregido CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

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

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

1.3.9.1. Unidades de Muestreo

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

- 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 ± 93.0 m²**. En el Cuadro siguiente se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

Ancho de Calzada (m)	Longitud de 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

1.3.9.2. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación

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

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

1.3.10. Herramientas para la evaluación de pavimentos

En lo que respecta a las herramientas utilizadas en la evaluación de pavimentos, hay diversos equipos de auscultación y diagnóstico. Es necesario distinguir aquellos de evaluación superficial de los estructurales. El primer tipo involucra medir la serviciabilidad del

pavimento y puede realizarse con equipos tipo respuesta como el bump integrator, perfilómetros láser, nivelación de precisión u otros más simples como el Merlin. La elección de uno u otro depende del grado de precisión requerido así como la extensión de los tramos. En el caso de la evaluación estructural mediante ensayos no destructivos, el estándar es la medición de deflectometría empleando el deflectómetro de impacto o Falling Weight Deflectometer (FWD) con cuyas mediciones puede realizarse un análisis de retro-cálculo para obtener los módulos de resiliencia de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento. En el estudio de deflexiones es posible identificar zonas débiles dentro del tramo para lo cual pueden emplearse programas como el Modulus. Existe también el analizador sísmico de pavimentos que brinda información similar al FWD, pero su funcionamiento se basa en principios distintos.

Un equipo de aplicación múltiple en la evaluación de pavimentos es el georadar o Ground Penetrating Radar (GPR). Esa máquina consta de una antena que va montada en una camioneta que recorre la carretera a velocidad normal y que permite auscultar el pavimento a profundidades entre 50 a 75 centímetros, dependiendo del tipo de antena utilizada. El GPR se usa para determinar espesores de las capas de pavimento e identificar defectos en la de asfalto o en la base granular. El principio de funcionamiento se basa en el coeficiente dieléctrico de los materiales: puesto que cada material tiene un coeficiente distinto, el georadar puede diferenciar los diversos tipos de material de acuerdo al tiempo de rebote de la onda emitida. Así, por ejemplo, las capas de mezcla asfáltica en caliente presentan un coeficiente dieléctrico que varía entre cinco y siete, las capas de concreto portland recién construidas entre 10 y 20, y bases granulares saturadas tienen valores de coeficiente dieléctrico mayores a 16. Problemas por presencia de agua o exceso de humedad en las capas son fácilmente detectados por el GPR y pueden observarse en los

perfiles denominados Colormap que se generan a partir de las mediciones obtenidas en campo.

En el área de control de calidad, el georadar se utiliza para detectar cambios en el coeficiente dieléctrico de los materiales que componen la capa de pavimento. Hay especificaciones técnicas que están incorporando estos parámetros para aceptarlo o rechazarlo. Por ejemplo, en Texas, si la variación en este coeficiente es mayor a 0,4 en una capa de mezcla asfáltica, ésta se encontraría fuera de especificaciones. Hay inclusive técnicas de análisis que, basadas en datos recolectados con el georadar, pueden determinar el porcentaje de vacíos en la mezcla asfáltica. Análisis comparativos con probetas extraídas en campo han evidenciado una buena correlación con los valores obtenidos a partir de información recolectada con el georadar.

Otro equipo considerado como tecnología de avanzada y que es utilizado en el control de calidad es el densímetro no nuclear Pave Tracker que sirve para controlar el nivel de compactación en obra y que no presenta riesgo alguno al operador. También existen otros desarrollos infrarrojos que son útiles para detectar segregación en la mezcla asfáltica en caliente al momento de la colocación.

Una mención aparte merece los equipos de relevamiento de fallas que emplean cámaras de video combinados con tecnología láser, en un esfuerzo por automatizar la toma y procesamiento de los datos. En estos casos, el nivel de precisión está sujeto no sólo a las características de la tecnología utilizada durante este proceso sino a la metodología que se emplee para recolectar e interpretar la información. En el área de gestión de pavimentos se busca estandarizar el uso de estos equipos para facilitar la toma de datos a nivel de toda la red de carreteras. Sin embargo, en muchos casos, las agencias de transportes aún siguen relevando fallas y realizando inventario vial mediante inspección visual.

1.3.11. Pasos para la evaluación de pavimentos

En general, independientemente de la zona de aplicación, es posible resumir el proceso de evaluación de pavimentos en siete pasos:

1. Recopilar información previa sobre el tramo en evaluación.
2. Realizar inspección visual.
3. Efectuar relevamiento con georadar.
4. Hacer deflectometría.
5. Analizar resultados obtenidos de los pasos 1 al 4. Si el propósito de la evaluación de pavimentos es analizar un tramo con problemas, los resultados serán útiles para esbozar una hipótesis sobre las posibles causas de falla.
6. Realizar prospecciones en campo para tomar muestras de los materiales, y hacer ensayos de laboratorio según se requiera. De tratarse de un tramo con problemas, los resultados confirmarían o descartarían la hipótesis formulada en el paso 5 sobre las posibles causas de falla.
7. Definir las acciones a tomar a partir del análisis de los resultados obtenidos en los pasos anteriores.

Es importante destacar que, si bien es cierto que actualmente se cuenta con una amplia gama de equipos y herramientas de análisis para la evaluación de pavimentos, nada puede reemplazar la experiencia de un ingeniero experto en el tema. Su criterio es irremplazable al momento de interpretar la información recolectada y decidir qué acciones tomar para rehabilitar o preservar los pavimentos. (Chang Albitres, 2019)

1.3.12. Fallas en pavimentos flexibles

Se entiende por falla al conjunto de daños que presenta un pavimento y que disminuyen la serviciabilidad y funcionalidad del mismo, frecuentemente estas fallas se presentan debido a un mal diseño o defectos constructivos. Estas fallas pueden clasificarse en:

- Fallas funcionales. Como su nombre lo indica, se produce una falla en la capacidad funcional del pavimento, es decir, se pierde la función inicial de diseño.

Están estrechamente ligadas a la carpeta asfáltica, se pierde la calidad de la superficie de rodadura y no se tiene una adecuada fricción superficial. Se pueden detectar por simple inspección visual.

- Fallas estructurales: Son fallas graves, ya que involucran al paquete estructural, se originan cuando se produce la falla estructural en una o varias capas del pavimento, lo que ocasiona el rompimiento del mismo.

Estos deterioros afectan significativamente la capacidad de soportar las solicitaciones para las cuales fue diseñado inicialmente el pavimento, tales como: cargas impuestas por el tráfico y condiciones ambientales. Estas fallas pueden detectarse por simple inspección visual, aunque en algunos casos se hace necesario realizar ensayos destructivos y/o ensayos no destructivos.

En el catálogo de fallas se consideran las siguientes:

1. Piel de cocodrilo
2. Exudación
3. Agrietamiento en bloque.
4. Abultamientos (Bumps) y Hundimientos (Sags)
5. Corrugación
6. Depresión
7. Grieta de borde
8. Grieta de reflexión de junta

9. Desnivel carril / berma
10. Grietas longitudinales y transversales
11. Parcheo y acometidas de servicio publico
12. Pulimento de agregados
13. Huecos
14. Cruce final de vía férrea
15. Ahuellamiento
16. Desplazamiento
17. Grietas parabólicas
18. Hinchamiento
19. Meteorización / desprendimiento de agregados

1.3.12.1. Falla por insuficiencia estructural

Es una deficiencia del pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de éste. Las fallas por insuficiencia estructural se dan en pavimentos contruidos con material inapropiado en cuanto a resistencia. Se pueden utilizar materiales con buena calidad, pero espesores insuficientes. Esta falla se produce por la combinación de la resistencia al esfuerzo cortante de cada capa y sus espesores.

En su etapa más avanzada, la falla estructural se manifiesta en la obstrucción generalizada del pavimento, a la que se asocia precisamente el índice de servicio, no necesariamente implica una falla estructural inmediata, ya que lo primero es consecuencia de su incapacidad para soportar las cargas del proyecto.

1.3.12.2. Falla por defectos constructivos

Este tipo de falla se da en pavimentos bien proporcionados y con materiales de buena calidad pero que en su construcción se cometieron errores, como es la baja

compactación de la sub rasante, no cumplir con el espesor establecido, falta de afinidad del material pétreo, etc.

1.3.12.3. Falla por fatiga

Pavimentos que originalmente estuvieron bien proporcionados y contruidos, con el paso del tiempo y la continua repetición de cargas sufren efectos de fatiga, degradación estructural, pérdida de resistencia y acumulan deformaciones.

Aparte de estos tres grupos, también se agrupan por su origen, es decir por el modo en que suceden y se manifiestan. Se separan en tres nuevos grupos que son: por fracturamiento, por deformación y por desintegración. Se relacionan con el efecto del tránsito, las características y estructuración del pavimento y el apoyo que proporciona la terracería.

Las fallas por insuficiencia estructural, defecto constructivo o fatiga pueden ser a fin de cuentas causadas por el fracturamiento, la deformación y la desintegración.

Las fallas o deterioros se clasifican teniendo en cuenta su origen: superficiales o estructurales.

Como resultado tenemos cuatro categorías:

Agrietamientos o roturas.

Deformaciones.

Desprendimientos.

Afloramientos o movimientos de material.

Los desprendimientos y afloramientos son producto de fallas funcionales y como tales se presentan en las capas superiores del pavimento. Los agrietamientos o roturas y

deformaciones dan indicios de fallas estructurales y se presentan en las capas inferiores del pavimento.

1.3.12.4. Agrietamientos o roturas

El desempeño de los pavimentos a largo plazo revela que el origen de las fallas se debe a múltiples causas. Las fallas por agrietamiento pueden ser indicio de fallas estructurales, ya sea por deficiencia en el diseño, calidad de los materiales, errores constructivos, o una combinación de estos factores.

Los agrietamientos en pavimentos asfálticos son señal de fatiga de la carpeta, producto de la acumulación de esfuerzos horizontales de tensión generados por el tránsito. Estos agrietamientos o roturas son originados en la capa inferior, propagándose hacia arriba, siendo visibles cuando el daño ya ha aparecido.

[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 .

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 este 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.

[2] Fisuras o grietas 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 (o 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 sobrecarpeta.

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

[3] Grieta de reflexión de junta

Descripción

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. 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 Portland, 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 1 O.O 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 1 O.O 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.

[4] 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 (o 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.

[5] Grietas longitudinales y transversales

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 (o 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.

[6] Fisuras parabólicas o por desplazamiento

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.

1.3.12.5. Deformaciones

Las deformaciones son imperfecciones que se forman a lo largo de la trayectoria longitudinal del pavimento. Son el producto de la aplicación constante de cargas provenientes del tránsito.

Es uno de los tipos de falla que resulta más preocupante, ya que, en la mayoría de los casos, representan fallas estructurales.

I. Abultamientos y hundimientos

Descripción

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

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

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

II. 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.

III. 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 hidroplaneo.

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 {o 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.

IV. 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.

V. Parches y cortes utilitarios

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.

VI. 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.

VII. 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.

VIII. 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.

1.3.12.6. Desprendimientos

Son un tipo de falla funcional, se presenta en las capas superiores del pavimento, generalmente involucra el desplazamiento de partículas.

Si estas fallas no son tratadas a tiempo pueden afectar las capas inferiores del pavimento haciendo de este, un problema aún más grave.

A. Peladura y Desprendimiento de Agregados

Descripción

La peladura 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 (o 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.

B. Baches

Descripción

Los baches son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento (carpeta asfáltica), 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 baches de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con la tabla N° 02.

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.

Tabla 3 Niveles de severidad para huecos.

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

(Cerdegren, 1987)

Medida

Los baches 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.

C. Agregado pulido

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.

1.3.12.7. Afloramiento y otros

Se presentan en la carpeta asfáltica, se reconoce por la presencia de manchas en la superficie.

i. 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 (o 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).

1.3.12.8. Fallas más frecuentes

1.3.12.9. Piel de cocodrilo:

Opciones de reparación:

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

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

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



Figura 1 Piel de cocodrilo.

1.3.12.10. Exudación:

Opciones de reparación:

B: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

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

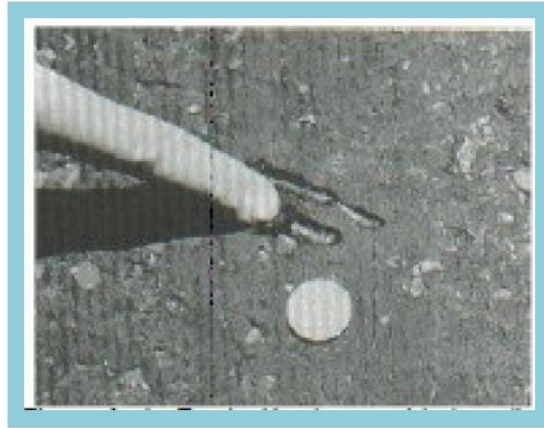


Figura 2 Exudación.

1.3.12.11. Agrietamiento en bloque

Opciones de reparación:

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

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

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

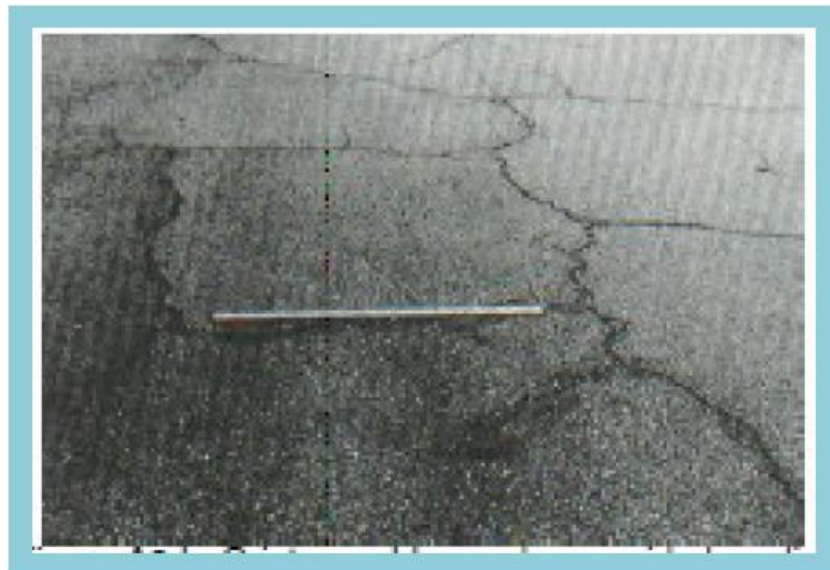


Figura 3 Agrietamiento en bloque.

1.3.12.12. Abultamientos y hundimientos



Figura 4 Abultamientos

1.3.13. Índice de condición del pavimento, PCI

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.

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.

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

Figura 5 Rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento

1.3.14. Metodología para el cálculo del Índice de condición del pavimento, (PCI)

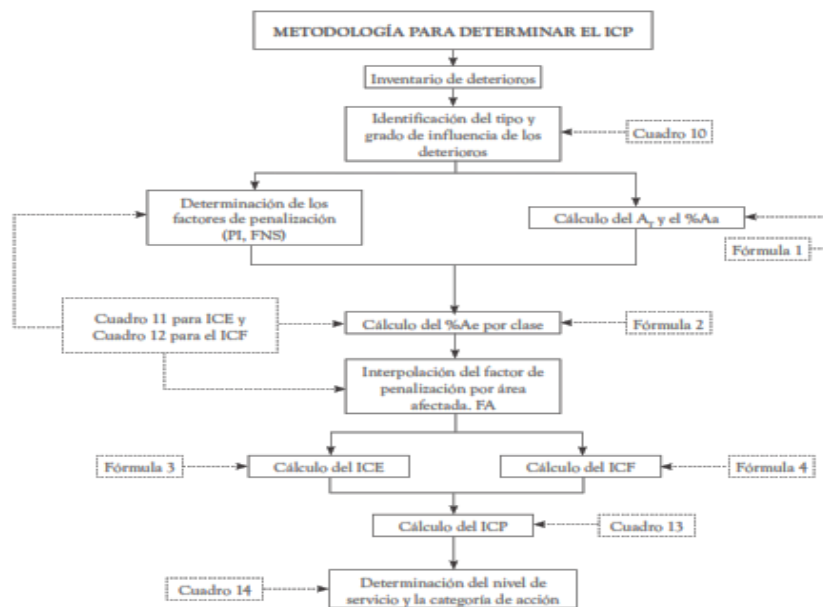


Figura 6 Metodología para hallar el Índice de Condición del Pavimento, PCI

1.3.15. Rugosímetro de MERLIN

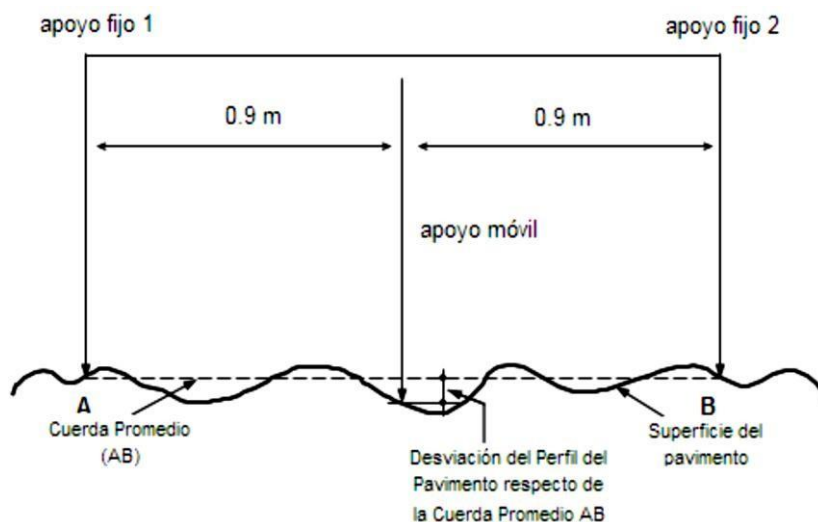
El Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) desarrolló el Rugosímetro MERLIN (acrónimo de la terminología inglesa Machine for Evaluating Roughness using low-cost Instrumentation), basándose en el principio del perfilómetro

estático, con el objetivo de obtener un equipo de bajo costo, fácil manejo y un método de análisis simple con resultados confiables. (Laura Hirpahuanca, 2016)

1.3.16. Fundamentos Teóricos

La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio. La Figura siguiente; ilustra cómo el MERLIN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante. EL desplazamiento es conocido como “la desviación respecto a la cuerda promedio”.

Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio.

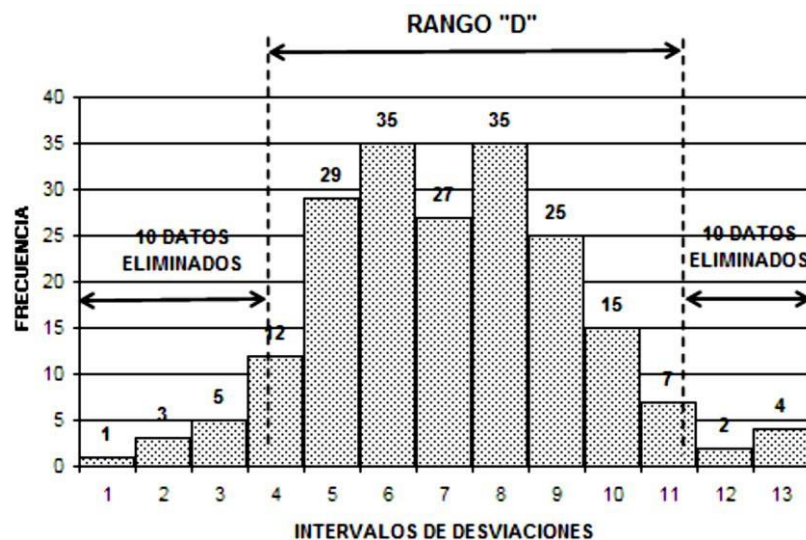


Fuente: Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999.

La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un

intervalo constante entre cada medición. Para dichas condiciones se tiene que, a mayor rugosidad de la superficie mayor es la variabilidad de los desplazamientos. Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad (Ver Figura 18). El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el Rango de la muestra (D), determinado luego de efectuar una depuración del 10% de observaciones (10 datos en cada cola del histograma). El valor D es la rugosidad del pavimento en “unidades MERLIN”.

Histograma de la distribución de frecuencias de una Muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.



Fuente: Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999.

El concepto de usar la dispersión de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio, como una forma para evaluar la rugosidad de un pavimento no es nuevo ni original del TRRL. Varios parámetros de rugosidad precedentes, tal como el conocido Quarter-car Index (QI), han sido propuestos por otros investigadores basándose en el mismo concepto, los que son analizados en la referencia. (Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999).

1.3.17. Correlaciones D versus IRI

Para relacionar la rugosidad determinada con el MERLIN con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es el parámetro utilizado para uniformizar los resultados provenientes de la gran diversidad de equipos que existen en la actualidad, se utilizan las siguientes expresiones:

- a) Cuando $2.4 < \text{IRI} < 15.9$, entonces $\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 D$ (1)
- b) Cuando $\text{IRI} < 2.4$, entonces $\text{IRI} = 0.0485 D$ (2)

La expresión 1 es la ecuación original establecida por el TRRL mediante simulaciones computarizadas, utilizando una base de datos proveniente del Ensayo Internacional sobre Rugosidad realizado en Brasil en 1982. La ecuación de correlación establecida es empleada para la evaluación de pavimentos en servicio, con superficie de rodadura asfáltica, granular o de tierra, siempre y cuando su rugosidad se encuentre comprendida en el intervalo indicado.

La expresión 2 es la ecuación de correlación establecida de acuerdo a la experiencia peruana y luego de comprobarse, después de ser evaluados más de 3,000 km de pavimentos, que la ecuación original del TRRL no era aplicable para el caso de pavimentos asfálticos nuevos o poco deformados. Se desarrolló entonces, siguiendo la misma metodología que la utilizada por el laboratorio británico, una ecuación que se emplea para el control de calidad de pavimentos recién construidos.

El Rugosímetro MERLIN, es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo. Fue introducido en el Perú por el Ing. Pablo del Águila en 1993, existiendo en la fecha (Junio 1999) más de 15 unidades

pertenecientes a otras tantas empresas constructoras y consultoras.

De acuerdo con la clasificación del Banco Mundial los métodos para la medición de la rugosidad se agrupan en 4 clases, siendo los de Clase 1 los más exactos (Mira y Nivel, TRRL Beam, perfilómetros estáticos). La Clase 2 agrupa a los métodos que utilizan los perfilómetros estáticos y dinámicos, pero que no cumplen con los niveles de exactitud que son exigidos para la Clase 1. Los métodos Clase 3 utilizan ecuaciones de correlación para derivar sus resultados a la escala del IRI (Bump integrator, Mays meter). Los métodos Clase 4

permiten obtener resultados meramente referenciales y se emplean cuando se requieren únicamente estimaciones gruesas de la rugosidad.

El método de medición que utiliza el MERLIN, por haber sido diseñado este equipo como una variación de un perfilómetro estático y debido a la gran exactitud de sus resultados, califica como un método Clase 1. La correlación de los resultados obtenidos con el MERLIN, con la escala del IRI, tiene un coeficiente de determinación prácticamente igual a la unidad ($R^2=0.98$). Por su gran exactitud, sólo superado por el método topográfico (mira y nivel), algunos fabricantes de equipos tipo respuesta (Bump Integrator, Mays Meter, etc.) lo recomiendan para la calibración de sus rugosímetros.

El MERLIN es un equipo de diseño simple. Las figuras 19 y 20; presentan un esquema ilustrativo del instrumento. Consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados lateralmente dos soportes inclinados, uno en el lado derecho para

fijar el equipo sobre el suelo durante los ensayos y otro en el lado izquierdo para descansar el equipo. El elemento horizontal se proyecta, hacia la parte trasera, con 2 manijas que permiten levantar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda en forma similar a una carretilla. (Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999). (Del Águila Rodríguez, 1999)

1.3.18. Costos de los pavimentos flexibles

Según la base de datos del Gobierno Regional de Loreto, se tiene los costos aplicables a la selva peruana

Se presenta parte del presupuesto del proyecto “Bacheo y reposición de mortero asfáltico en las calles y pasajes del distrito de Belén – Maynas – Loreto”, tal como sigue

BACHEOS CON MORTERO ASFÁLTICO EN ZONAS DESNIVELADAS Y FISURADAS

Fabricación de mortero asfáltico (Bacheo en zona crítica)	m3	32,01	1 371,25	43 893,71
Riego de liga sobre mortero rígido o mortero asfáltico (Bacheo)	m2	145,51	4,96	721,73
Transporte de carpeta asfáltica (Bacheo)	m3	32,01	62,19	1 990,70
Colocación de mortero asfáltico (Bacheo)	m3	32,01	123,50	3 953,24

50 559,38

1.3.19. Definición de Términos Básicos

FISURAS

Las Fisuras son aperturas longitudinales que afectan la capa exterior del elemento constructivo. En cambio, las grietas son aperturas más anchas y profundas, que afectan todo el espesor del paramento u otro elemento constructivo.

Aparecen por movimientos de los materiales; éstos pueden deberse a causas mecánicas, químicas o higrotérmicas.

Si los materiales que componen un elemento constructivo, tienen movimientos equivalentes en cuanto a tipo y magnitud, no hay incidencia que afecte al conjunto, en cambio, si trabajan en forma diferente, terminan produciéndose fisuras.

PAVIMENTO

Capa lisa, dura y resistente de asfalto, cemento, madera, adoquines u otros materiales con que se recubre el suelo para que esté firme y llano.

Material con que se pavimenta un suelo. "pavimentos cerámicos; el antiguo pavimento de piedra ha sido sustituido por el asfalto".

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DE ESPESORES

Los pavimentos son diseñados para obtener en forma económica un buen comportamiento durante una larga vida de servicio. Diversos factores deben analizarse para obtener el diseño del más bajo costo anual. Estos factores son:

- Tránsito considerando las cargas por eje o rueda y su frecuencia
- Resistencia de los materiales
- Subrasante
- Drenaje
- Acción de las heladas
- Vida útil para el diseño

TRÁNSITO En el análisis de las cargas actuantes, se deben tener en cuenta el peso u número de vehículos que van a circular durante la vida útil del pavimento. No es posible llegar al conocimiento exacto de estos números ya que el mismo resulta cambiante a través del tiempo, pudiéndose hacer solamente estimaciones en base a hipótesis más o menos ajustadas a la realidad.

DRENAJE

Merece una consideración especial el drenaje adecuado del pavimento, tanto superficial como subterráneo. El agua superficial debe ser evacuada a través de cunetas o desagües pluviales. Con respecto al drenaje subterráneo hay que tomar precauciones necesarias para que el nivel de la napa se encuentre suficientemente alejado del pavimento y en caso contrario, utilizar capas drenantes que resulten menos susceptibles a la presencia de agua. Con este objeto, en algunos casos resulta aconsejable la colocación de capas relativamente gruesas de arena; o capas alternativas drenantes de arena e impermeables de suelo para cortar la capilaridad y facilitar la compactación.

VIDA ÚTIL PARA EL DISEÑO

Conociendo las condiciones del tránsito, el pavimento puede ser diseñado para la vida de servicio que se desee. Debe establecerse el volumen y peso del tránsito futuro previsible.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE

El Cálculo para el diseño se basa en el módulo elástico-dinámico del suelo. Como su medición por medio de los métodos vibratorios resulta engorrosa en consecuencia no apto para el trabajo de rutina, se utilizan las correlaciones obtenidas para el CBR y para el ensayo de carga. Por las razones apuntadas anteriormente se aconseja utilizar el ensayo de CBR.

Como consecuencia de su rigidez, el pavimento de hormigón tiene considerable resistencia de flexión denominada también de viga y alta capacidad para distribuir las cargas. Las presiones sobre el suelo o material debajo del pavimento, son muy pequeñas por la distribución de las cargas sobre una amplia superficie. Se deduce en consecuencia que los pavimentos de hormigón no requieren subrasantes resistentes.

CALIDAD DEL HORMIGÓN

La elección de materiales y su dosificación para elaborar hormigones tiene por fin obtener:

- 1) durabilidad satisfactoria para las condiciones de servicio previstas
- 2) resistencia a la flexión deseada.

Cuando se necesitan condiciones especiales de durabilidad, se aconseja la incorporación de aire al hormigón, la que además de mejorar la durabilidad del hormigón endurecido, mejora las condiciones del hormigón plástico al:

- 1) prevenir la segregación de los materiales
- 2) aumentar su trabajabilidad
- 3) disminuir la exudación
- 4) reducir la cantidad de agua necesaria para obtener una satisfactoria trabajabilidad

JUNTAS

Las juntas tienen por fin mantener las tensiones que soporta el pavimento de hormigón, dentro de los límites admisibles, previniendo la formación de fisuras y grietas irregulares.

JUNTAS LONGITUDINALES

Se instalan para controlar el agrietamiento longitudinal, espaciándose a intervalos de 2,5 a 4,0 m, coincidiendo generalmente con las líneas divisorias de trochas de tránsito. No es aconsejable superar el intervalo de 4,0 m a menos que la experiencia local indique que el pavimento con esas condiciones ha observado comportamiento satisfactorio.

La profundidad de la ranura superior de estas juntas no debe ser inferior al cuarto del espesor del pavimento. Estas juntas llevan normalmente barras de unión que impiden la separación de sus bordes. Para más de cuatro trochas es conveniente intercalar una junta longitudinal machihembrada o ensamblada de bordes libres.

JUNTAS TRANSVERSALES

Estas juntas denominadas de contracción, controlan el agrietamiento transversal al disminuir:

- 1) las tensiones de tracción que se originan cuando la losa se contrae
- 2) Las tensiones que causa el alabeo producido por diferenciales de temperatura y de contenido de humedad en el espesor de la losa.

JUNTAS DE EXPANSIÓN

Su objeto es disminuir las tensiones de compresión, proveyendo un espacio entre losas, que permita el movimiento del pavimento cuando se expande.

Cuando las juntas de contracción están adecuadamente separadas, la necesidad de las juntas de expansión depende, en gran medida de la temperatura ambiente predominante durante la construcción y de las características de expansión del agregado grueso empleado.

FATIGA

Cuando las continuas aplicaciones de las cargas producen tensiones que no exceden del 50% del módulo de rotura (coeficiente de seguridad igual o mayor a 2) el hormigón soportará un número ilimitado de tales tensiones sin que ocurran fallas por fatiga. Cuando las tensiones producidas exceden el 50% del módulo de rotura (coeficiente de seguridad comprendido entre 1 y 2) queda limitado el número de repeticiones de las tensiones para que el hormigón no experimente fallas por fatiga.

1.4. Hipótesis

Hi: La evaluación del pavimento flexible influye significativamente en los niveles de severidad en la avenida La Marina entra Avenidas 28 de julio y Los Rosales en Punchana 2018

Ho: La evaluación del pavimento flexible NO influye significativamente en los niveles de severidad en la avenida La Marina entra Avenidas 28 de julio y Los Rosales en Punchana 2018

1.5. Variables

LA VARIABLE INDEPENDIENTE (X):

La evaluación del pavimento flexible de pavimentos

LA VARIABLE DEPENDIENTE (Y):

Los niveles de severidad

1.6. Objetivo general

Relacionar la evaluación del pavimento flexible con los niveles de severidad en la avenida La Marina entre Avenidas 28 de julio y Los Rosales en Punchana 2018

1.7. Objetivos específicos

- a) Identificar el desarrollo de la evaluación del pavimento flexible de un pavimento, en Punchana 2018
- b) Establecer los tipos de deterioros que presenta la avenida La Marina entre las avenidas 28 de julio con Los Rosales en Punchana 2018
- c) Determinar las acciones de mantenimiento aplicables a la avenida La Marina entre las avenidas 28 de julio con Los Rosales en Punchana 2018

2. CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y Diseño de investigación

Según Rebeca Landeau, se tiene:

- a. Según la finalidad: Es Investigación tecnológica, porque, resuelve problemas prácticos de la vida cotidiana.
- b. Según su Carácter: Es Investigación No experimental, porque realiza no manipulación activa y control sistemático de variables para controlar los fenómenos y estudiar las relaciones de causalidad. (Landeau, 2007)

El diseño de investigación constituye el plan y la estructura de la investigación, y se concibe de determinada manera para obtener respuestas a las preguntas de investigación. El plan es el esquema o programa general de la investigación; incluye un bosquejo de lo que el investigador hará, desde formular las hipótesis y sus implicaciones operacionales hasta el análisis final de los datos. La estructura de la investigación resulta más difícil de explicar, ya que el término estructura presenta dificultad para ser definido claramente y sin ambigüedades. (Kerlinger, 2002)

El diseño de esta investigación es No experimental descriptivo

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población.

Para la presente investigación el universo está dado por todas las vías del distrito de Punchana.

2.2.2. Muestra

La muestra está considerada por la avenida La Marina, en el tramo desde la avenida 28 de julio con la avenida Los Rosales, el número de grietas encontradas en las cuadras estudiadas.

Se usó el Muestreo intencional u opinático: en el que la persona que selecciona la muestra es quien procura que sea representativa, dependiendo de su intención u opinión, siendo por tanto la representatividad subjetiva. Se escogió las grietas visibles.

2.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos

2.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

Se utilizó la evaluación visual y toma de datos como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo.

Para la realización de la investigación se utilizó la técnica de la observación visual como paso fundamental, luego la identificación, clasificación, posterior análisis y evaluación de cada una de las lesiones patológicas que afectan el pavimento asfáltico de la avenida La Marina, entre 28 de julio y Los Rosales.

2.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de información se empleó una ficha técnica de evaluación como instrumento de recolección de datos, en la cual se registró las lesiones patológicas de acuerdo a su tipo, área de afectación y nivel de severidad.

Además, durante la recolección de datos se empleó los siguientes equipos y herramientas: Cámara fotográfica para registrar cada una de las lesiones, wincha para medir las longitudes y las áreas de los daños, regla para establecer las dimensiones de fisuras y grietas, etc.

Para determinar el índice de rugosidad, se empleó el rugosímetro de MERLIN, dividiendo el área a evaluar en 3 partes, cada una con una longitud de 400 metros.

2.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

Se verificó in situ la zona en estudio, cuyo procedimiento es el siguiente:

Se hizo un levantamiento topográfico de la zona

Se identificó todas las grietas en los paños respectivos

Se midió el área correspondiente a cada grieta.

Se realizó tomas fotográficas de cada una de las grietas numerándolas.

Se analizó el tipo de grieta.

Se determinó la rugosidad según los datos obtenidos con el rugosímetro de MERLIN.

2.4. Procesamiento de los Datos

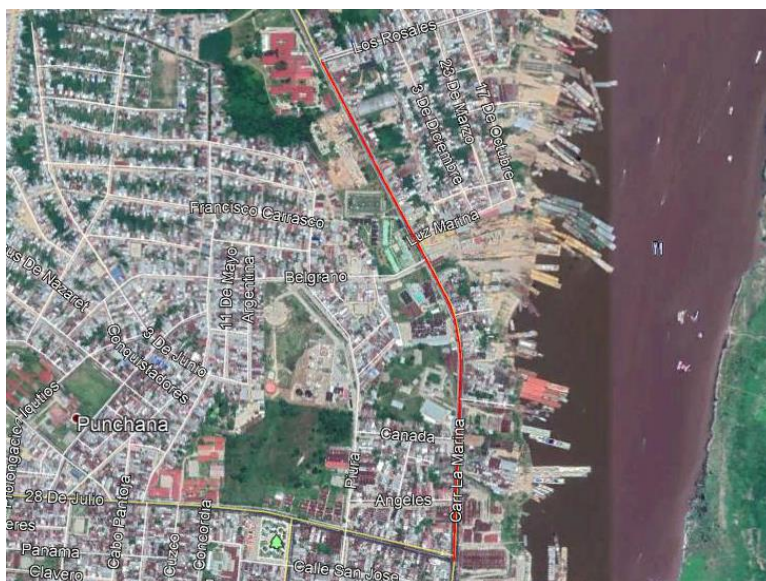
La información fue procesada en forma computarizada utilizando cuadros estadísticos, distribución de frecuencias según las variables a estudiar y los cruces de información estudiados, mediante el uso del Excel, AutoCAD, civil 3D.

3. CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Datos generales del área de estudio

Área especificada	270	m2
Ancho de la calzada	9	m
Longitud de Unidad de Muestreo	30	m
Longitud de la vía en estudio	1200	m
Longitud de Muestra	1200	m
Número de Unidades de Muestreo: N	40	und
Área de Unidad de Muestra	270	m2

3.2. Mapa de la zona



3.3. Matriz de daños

Código	Nombre del daño
1	Piel de cocodrilo
2	Exudación
3	Agrietamiento en bloque
4	Abultamientos y hundimientos
5	Corrugación
6	Depresión
7	Grieta de borde
8	Grieta de reflexión de junta
9	Desnivel carril / berma
10	Grietas longitudinales y transversales.
11	Parcheo
12	Pulimento de agregados
13	Huecos
14	Cruce de vía férrea
15	Ahuellamiento

16	Desplazamiento
17	GRIETA PARABÓLICA (slippage)
18	Hinchamiento
19	Desprendimiento de agregados

3.4. Determinación de daños, severidad, área y valores deducidos por tramos

<table><tr><td>Tramo</td><td>0</td><td>+</td><td>0</td><td>-</td><td>1</td><td>+</td><td>200</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="4">Longitud de Unidad de Muestra</td><td colspan="2">30</td><td colspan="2">m</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="4">Área de Unidad de Muestreo</td><td colspan="2">270</td><td colspan="2">m2</td><td colspan="2">ÁREA TOTAL = 10,800 m2</td></tr></table>										Tramo	0	+	0	-	1	+	200			Longitud de Unidad de Muestra				30		m				Área de Unidad de Muestreo				270		m2		ÁREA TOTAL = 10,800 m2	
Tramo	0	+	0	-	1	+	200																																
Longitud de Unidad de Muestra				30		m																																	
Área de Unidad de Muestreo				270		m2		ÁREA TOTAL = 10,800 m2																															
1	Progresiva		0	+	0	-	0	+	30																														
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m																														
	1	PIEL DE COCODRILO	H		2.80	1.04%	30.37	30.37	7																														
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M		6.40	2.37%	7.37																																
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M		5.10	1.89%	17.44																																
	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M		3.00	1.11%	3.67																																
	11	PARCHEO	M		3.50	1.30%	11.19																																
	15	AHUELLAMIENTO	H		2.80	1.04%	28.30																																
2	Progresiva		0	+	30	-	0	+	60																														
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m																														
	1	PIEL DE COCODRILO	M		16.00	5.93%	39.85	39.85	7																														
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M		14.20	5.26%	12.26																																
	7	GRIETA DE BORDE	L		13.00	4.81%	3.41																																
	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M		16.80	6.22%	13.44																																

3	Progresiva 0 + 60 - 0 + 90						
	Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	1 PIEL DE COCODRILO	H	8.60	3.19%	46.74	46.74	6
	3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	9.70	3.59%	9.19		
	7 GRIETA DE BORDE	H	7.10	2.63%	11.89		
	GRIETAS LONGITUDINALES Y						
	10 TRANSVERSALES.	H	5.40	2.00%	14.00		
	15 AHUELLAMIENTO	L	3.80	1.41%	10.74		
4	Progresiva 0 + 90 - 0 + 120						
	Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	1.85	0.69%	9.85	57.67	5
	3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	6.20	2.30%	7.30		
	7 GRIETA DE BORDE	H	9.80	3.63%	13.63		
	GRIETAS LONGITUDINALES Y						
	10 TRANSVERSALES.	H	5.70	2.11%	14.33		
	13 HUECOS	H	3.60	1.33%	57.67		
5	Progresiva 0 + 120 - 0 + 150						
	Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	1 PIEL DE COCODRILO	M	11.90	4.41%	36.22	36.22	7
	3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L	10.20	3.78%	3.78		
	7 GRIETA DE BORDE	H	9.70	3.59%	13.59		
	GRIETAS LONGITUDINALES Y						
	10 TRANSVERSALES.	H	4.20	1.56%	11.33		
	15 AHUELLAMIENTO	M	5.20	1.93%	25.41		
6	Progresiva 0 + 150 - 0 + 180						

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	6.75	2.50%	47.00	47.00	6		
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	7.70	2.85%	7.85				
7	GRIETA DE BORDE	M	11.70	4.33%	9.33				
1	PIEL DE COCODRILO	M	5.60	2.07%	28.37				
13	HUECOS	M	3.00	1.11%	33.44				
7	Progresiva		0	+	180	-	0	+	210
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	
1	PIEL DE COCODRILO		M	19.30	7.15%	42.30	42.30	6	
1	PIEL DE COCODRILO		L	7.20	2.67%	42.30			
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		M	11.70	4.33%	27.00			
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.		M	5.00	1.85%	4.78			
15	AHUELLAMIENTO		L	3.20	1.19%	9.52			
8	Progresiva		0	+	210	-	0	+	240
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		M	2.50	0.93%	2.26	42.15	6	
7	GRIETA DE BORDE		H	5.10	1.89%	9.89			
1	PIEL DE COCODRILO		M	4.60	1.70%	26.22			
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		H	4.90	1.81%	42.15			
13	HUECOS		L	2.40	0.89%	17.89			
9	Progresiva		0	+	240	-	0	+	270
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m	
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.		L	16.30	6.04%	5.04			
11	PARCHEO		M	1.80	0.67%	6.83			

	13	HUECOS	M	7.60	2.81%	52.33	52.33	5					
	15	AHUELLAMIENTO	M	5.20	1.93%	25.41							
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	2.60	0.96%	2.63							
10	Progresiva			0	+	270	-	0	+	300			
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m					
	1	PIEL DE COCODRILO	M	2.40	0.89%	20.89	41.67	6					
	7	GRIETA DE BORDE	M	1.80	0.67%	4.90							
	11	PARCHEO	H	2.30	0.85%	18.52							
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	3.20	1.19%	3.74							
	13	HUECOS	H	1.50	0.56%	41.67							
11	Progresiva			0	+	300	-	0	+	330			
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m					
	1	PIEL DE COCODRILO	H	6.30	2.33%	42.00	42.00	6					
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	9.30	3.44%	23.78							
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	7.20	2.67%	7.67							
	11	PARCHEO	H	5.10	1.89%	25.33							
12	Progresiva			0	+	330	-	0	+	360			
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m					
	1	PIEL DE COCODRILO	H	3.25	1.20%	32.04	32.04	7					
	1	PIEL DE COCODRILO	L	7.70	2.85%	32.04							
	13	HUECOS	M	0.75	0.28%	13.11							
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	5.30	1.96%	17.81							
	11	PARCHEO	L	3.60	1.33%	3.67							

13	Progresiva		0	+	360	-	0	+	390			
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m			
	7	GRIETA DE BORDE	H		1.20	0.44%	8.09	47.33		6		
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H		2.60	0.96%	33.63					
	13	HUECOS	M		6.10	2.26%	47.33					
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M		4.30	1.59%	33.63					
	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	H		2.60	0.96%	7.81					
14	Progresiva		0	+	390	-	0	+	420			
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m			
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L		2.50	0.93%	4.13	40.00		7		
	1	PIEL DE COCODRILO	H		1.00	0.37%	19.41					
	13	HUECOS	H		1.35	0.50%	40.00					
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M		4.30	1.59%	5.37					
	1	PIEL DE COCODRILO	L		3.50	1.30%	19.41					
15	Progresiva		0	+	420	-	0	+	450			
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m			
	1	PIEL DE COCODRILO	M		5.50	2.04%	28.19	28.19		8		
	1	PIEL DE COCODRILO	L		7.60	2.81%	28.19					
	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M		11.00	4.07%	10.15					
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L		5.20	1.93%	1.85					
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M		3.60	1.33%	14.67					
16	Progresiva		0	+	450	-	0	+	480			

						</	

	15	AHUELLAMIENTO	L	13.50	5.00%	22.00	28.74	8					
	15	AHUELLAMIENTO	H	7.60	2.81%	22.00							
	1	PIEL DE COCODRILO	M	5.80	2.15%	28.74							
	13	HUECOS	M	0.80	0.30%	13.85							
20	Progresiva			0	+	570	-	0	+	600			
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m					
	13	HUECOS	M	0.50	0.19%	9.26	39.26	7					
	15	AHUELLAMIENTO	M	6.80	2.52%	28.07							
	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	H	8.60	3.19%	17.56							
	1	PIEL DE COCODRILO	H	5.20	1.93%	39.26							
21	Progresiva			0	+	600	-	0	+	630			
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m					
	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	5.50	2.04%	5.11	23.33	8					
	13	HUECOS	H	0.45	0.17%	23.33							
	15	AHUELLAMIENTO	M	4.10	1.52%	22.15							
	1	PIEL DE COCODRILO	M	2.10	0.78%	19.78							
22	Progresiva			0	+	630	-	0	+	660			
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m					
	15	AHUELLAMIENTO	M	1.80	0.67%	14.67							
	13	HUECOS	H	0.50	0.19%	24.26							
	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	12.40	4.59%	11.19							
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	H	5.40	2.00%	44.00							

						44.00	6	
23	Progresiva 0 + 660 - 0 + 690							
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	15 AHUELLAMIENTO		L	14.70	5.44%	22.44	27.33	8
	11 PARCHEO		M	1.25	0.46%	5.81		
	13 HUECOS		M	1.50	0.56%	22.11		
	1 PIEL DE COCODRILO		M	5.10	1.89%	27.33		
24	Progresiva 0 + 690 - 0 + 720							
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	15 AHUELLAMIENTO		M	11.40	4.22%	33.67	33.67	7
	13 HUECOS		M	0.75	0.28%	13.11		
	1 PIEL DE COCODRILO		M	6.80	2.52%	30.59		
	GRIETAS LONGITUDINALES Y 10 TRANSVERSALES.		L	10.60	3.93%	2.93		
25	Progresiva 0 + 720 - 0 + 750							
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	15 AHUELLAMIENTO		M	15.60	5.78%	37.56	37.56	7
	13 HUECOS		M	0.40	0.15%	7.41		
	GRIETAS LONGITUDINALES Y 10 TRANSVERSALES.		H	10.60	3.93%	19.78		
	1 PIEL DE COCODRILO		L	4.10	1.52%	14.11		

26	Progresiva		0	+	750	-	0	+	780			
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m			
	1	PIEL DE COCODRILO	H		3.50	1.30%	32.96	32.96	7			
	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M		6.30	2.33%	6.00					
	15	AHUELLAMIENTO	L		2.80	1.04%	8.70					
27	Progresiva		0	+	780	-	0	+	810			
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m			
	13	HUECOS	M		2.70	1.00%	32.00	41.11	6			
	11	PARCHEO	M		3.50	1.30%	11.19					
	15	AHUELLAMIENTO	M		2.70	1.00%	18.00					
	1	PIEL DE COCODRILO	H		5.90	2.19%	41.11					
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M		2.60	0.96%	2.63					
28	Progresiva		0	+	810	-	0	+	840			
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m			
	11	PARCHEO	M		14.20	5.26%	23.26	23.26	8			
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M		24.40	9.04%	17.04					
	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M		16.70	6.19%	13.37					
	1	PIEL DE COCODRILO	L		4.30	1.59%	14.56					
	1	PIEL DE COCODRILO	M		2.90	1.07%	14.56					
29	Progresiva		0	+	840	-	0	+	870			

	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	GRIETAS LONGITUDINALES Y							
10	TRANSVERSALES.		H	12.20	4.52%	21.56	28.07	8
13	HUECOS		M	0.50	0.19%	9.26		
15	AHUELLAMIENTO		M	6.80	2.52%	28.07		
1	PIEL DE COCODRILO		M	4.30	1.59%	25.56		
1	PIEL DE COCODRILO		H	2.70	1.00%	25.56		
30	Progresiva		0 + 870 - 0 + 900					
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	GRIETAS LONGITUDINALES Y							
10	TRANSVERSALES.		M	15.20	5.63%	12.63	34.81	7
13	HUECOS		H	0.30	0.11%	20.56		
15	AHUELLAMIENTO		M	9.20	3.41%	31.22		
1	PIEL DE COCODRILO		H	4.00	1.48%	34.81		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		L	3.60	1.33%	5.00		
31	Progresiva		0 + 900 - 0 + 930					
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	GRIETAS LONGITUDINALES Y							
10	TRANSVERSALES.		M	6.20	2.30%	5.89	22.44	8
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		M	5.70	2.11%	7.11		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		M	4.50	1.67%	16.33		
1	PIEL DE COCODRILO		L	9.40	3.48%	22.44		
32	Progresiva		0 + 930 - 0 + 960					
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
	4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		M	5.60	2.07%	18.30		

	GRIETAS LONGITUDINALES Y						
10	TRANSVERSALES.	L	13.90	5.15%	4.15	35.22	7
15	AHUELLAMIENTO	M	12.80	4.74%	35.22		
1	PIEL DE COCODRILO	L	5.80	2.15%	17.59		

33	Progresiva	0	+	960	-	0	+	990
----	------------	---	---	-----	---	---	---	-----

	Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	10.10	3.74%	17.48	46.56	6
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	12.00	4.44%	10.89		
15	AHUELLAMIENTO	H	11.30	4.19%	46.56		
1	PIEL DE COCODRILO	M	4.50	1.67%	26.00		

34	Progresiva	0	+	990	-	1	+	20
----	------------	---	---	-----	---	---	---	----

Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
15	AHUELLAMIENTO	M	12.60	4.67%	35.00	35.00	7
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	8.10	3.00%	8.00		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	L	10.70	3.96%	7.96		
1	PIEL DE COCODRILO	L	12.60	4.67%	25.33		

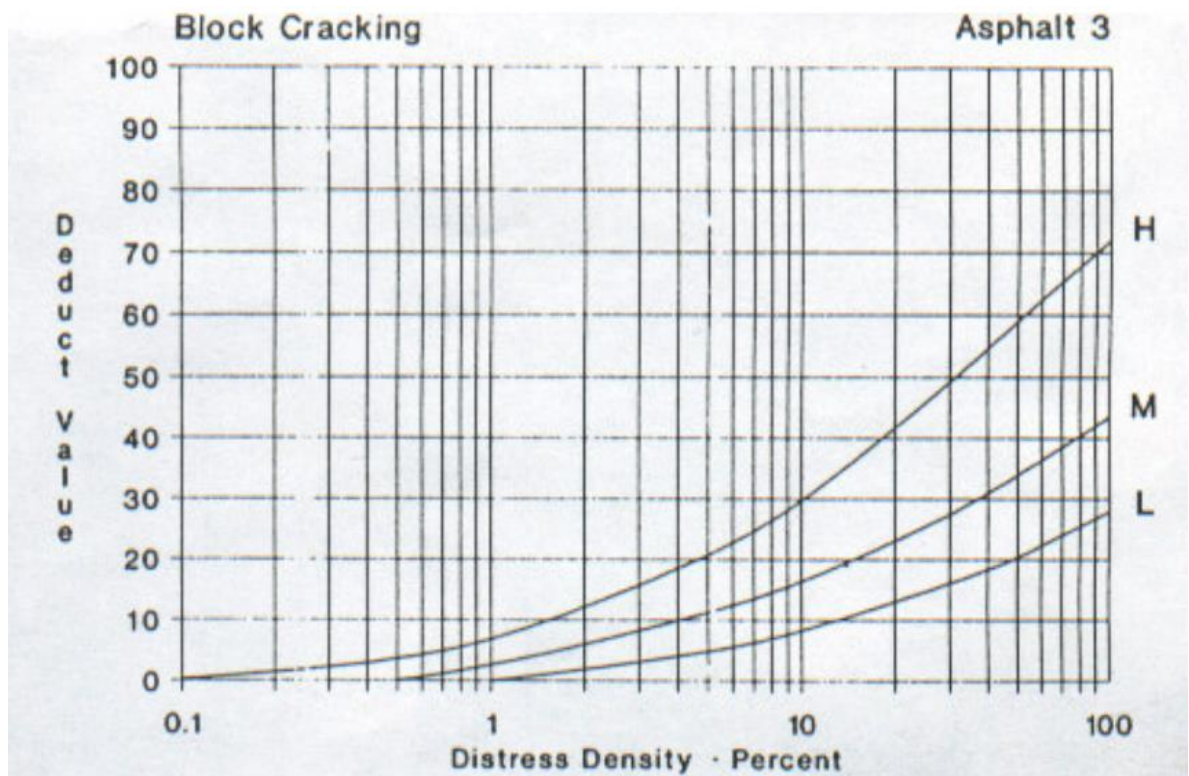
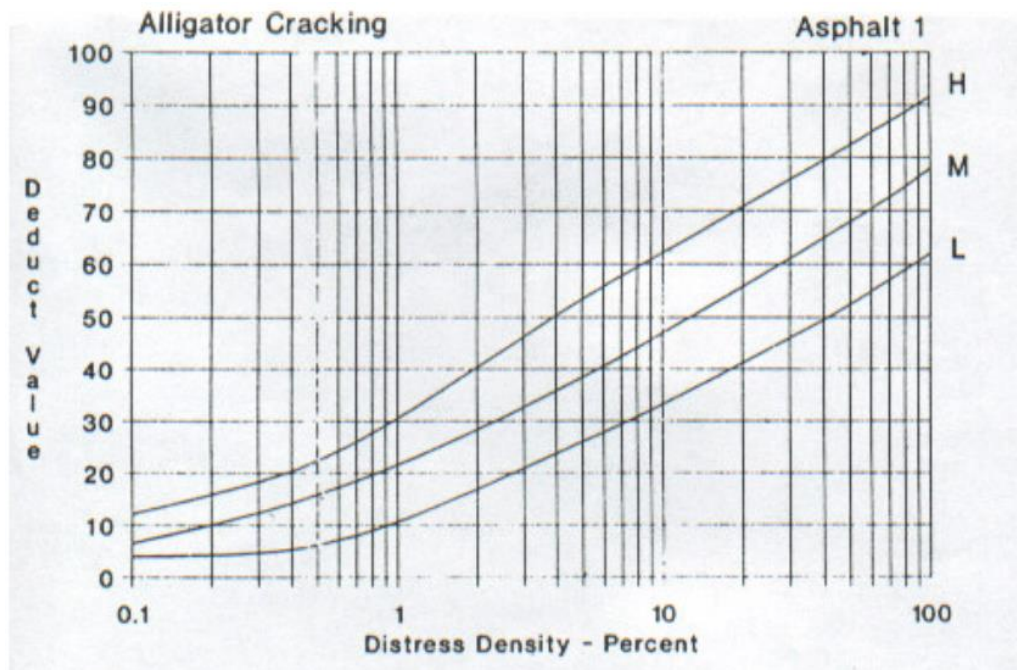
35	Progresiva	1	+	20	-	1	+	50
----	------------	---	---	----	---	---	---	----

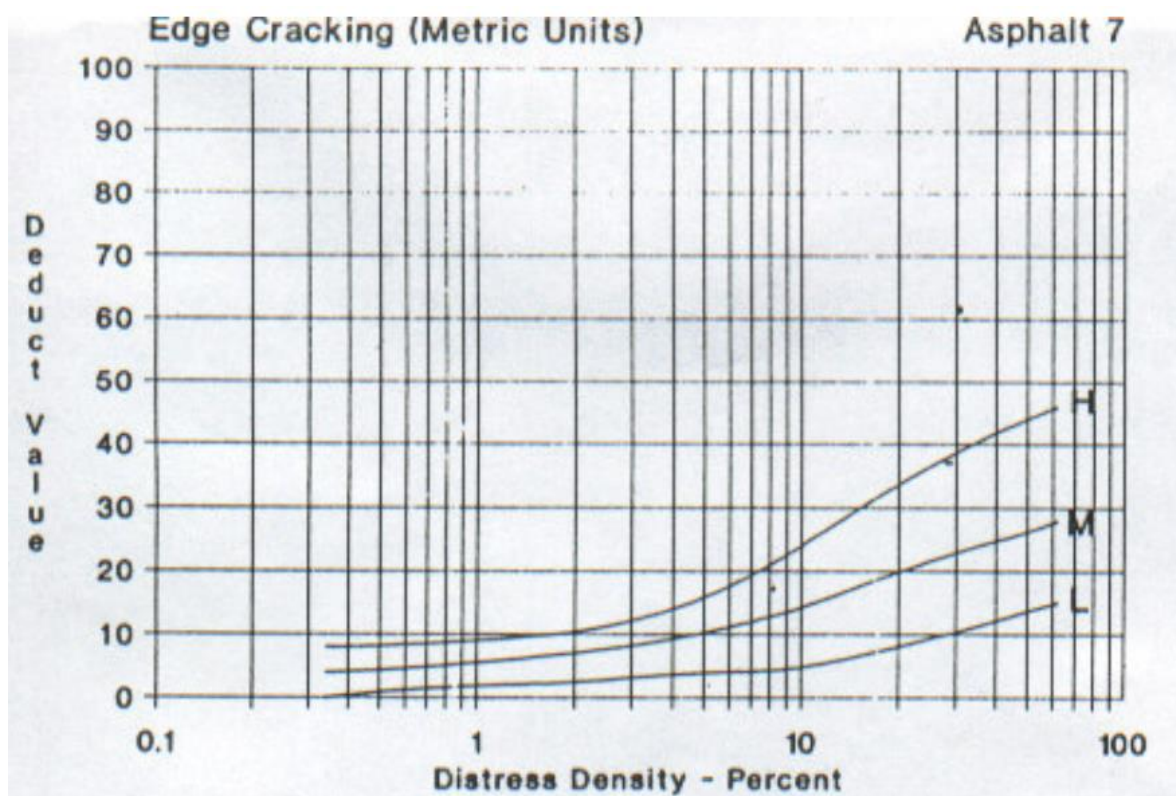
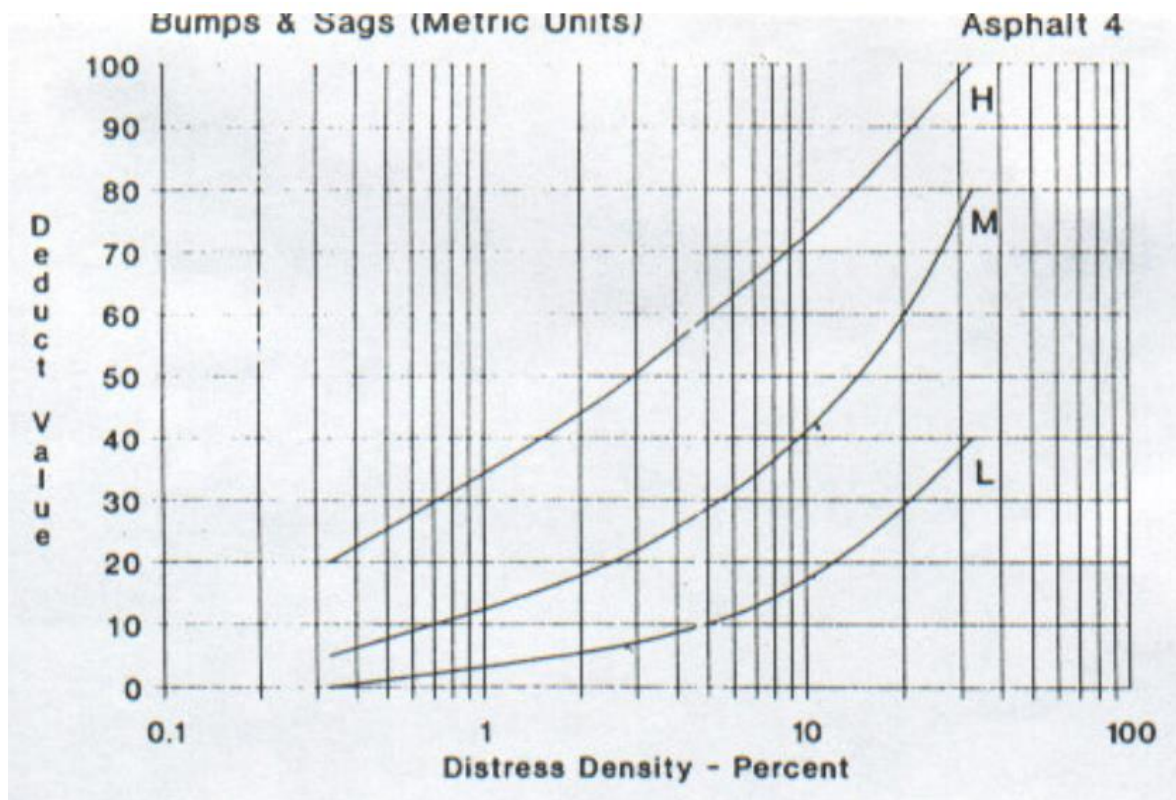
	Tipo de daño	Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.	M	10.40	3.85%	9.70		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	9.10	3.37%	23.48		
15	AHUELLAMIENTO	M	7.70	2.85%	29.41		

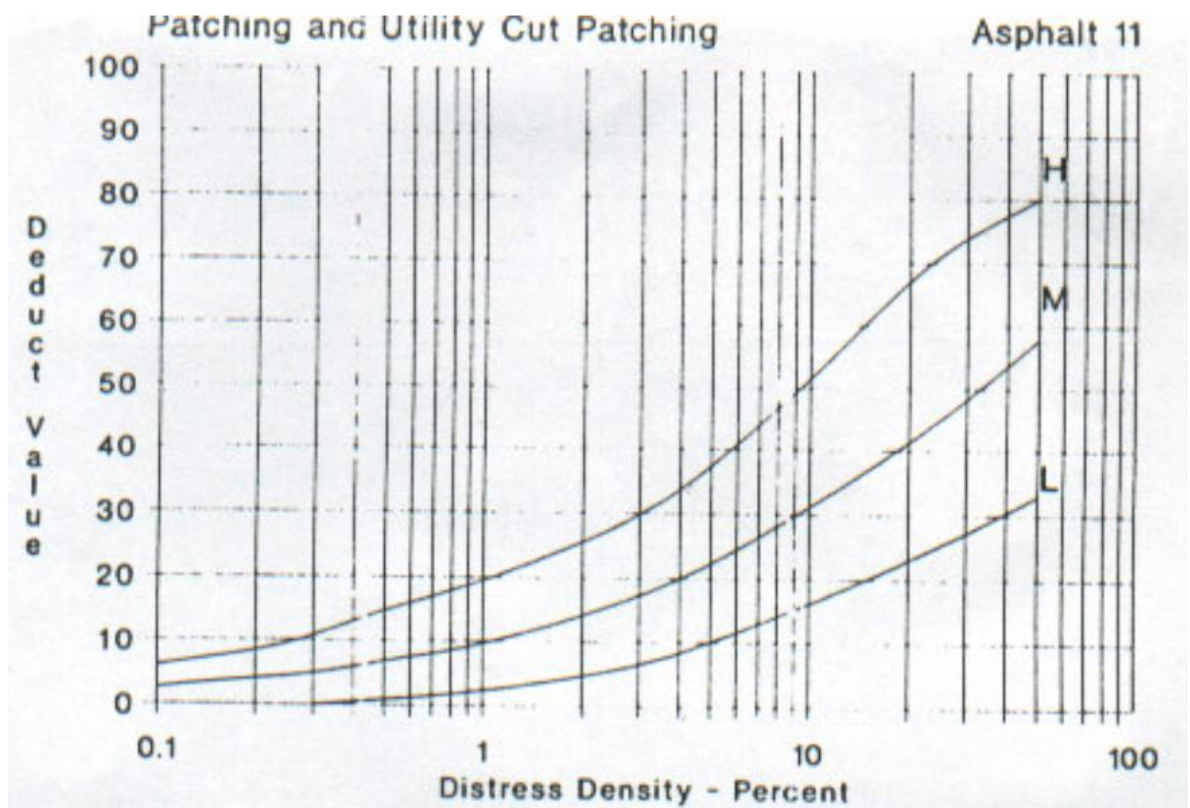
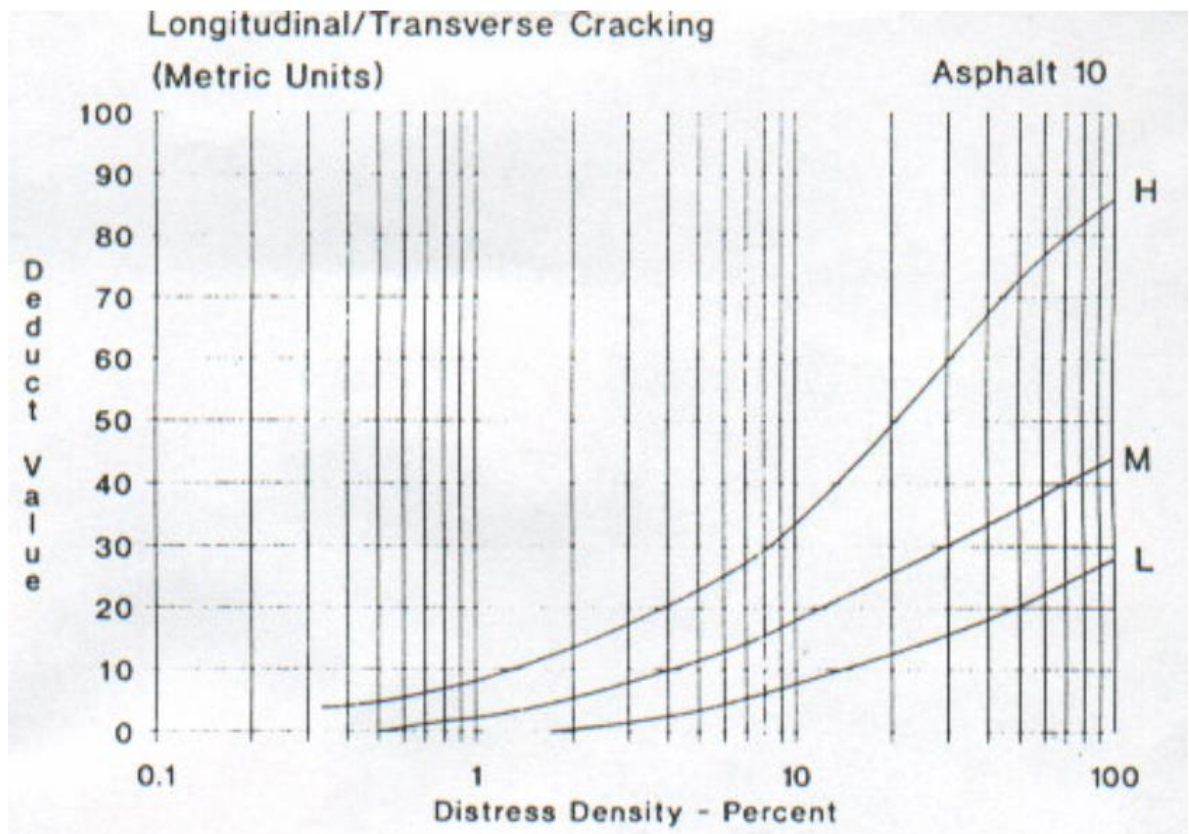
	1	PIEL DE COCODRILO	H	4.30	1.59%	35.93	35.93	7					
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	H	3.10	1.15%	7.74							
36	Progresiva			1	+	50	-	1	+	80			
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m					
	13	HUECOS	M	1.40	0.52%	21.37	31.78	7					
	3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	L	8.50	3.15%	3.15							
	15	AHUELLAMIENTO	M	9.70	3.59%	31.78							
	1	PIEL DE COCODRILO	M	5.90	2.19%	28.93							
37	Progresiva			1	+	80	-	1	+	110			
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m					
	GRIETAS LONGITUDINALES Y						29.04	8					
	10	TRANSVERSALES.	M	18.90	7.00%	15.00							
	13	HUECOS	M	2.30	0.85%	29.04							
	15	AHUELLAMIENTO	M	7.30	2.70%	28.81							
	1	PIEL DE COCODRILO	M	5.70	2.11%	28.56							
38	Progresiva			1	+	110	-	1	+	140			
	Tipo de daño		Severidad	Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m					
	4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	M	15.30	5.67%	31.00	32.00	7					
	15	AHUELLAMIENTO	M	9.90	3.67%	32.00							
	GRIETAS LONGITUDINALES Y												
	10	TRANSVERSALES.	M	7.10	2.63%	6.89							
	1	PIEL DE COCODRILO	M	4.50	1.67%	26.00							

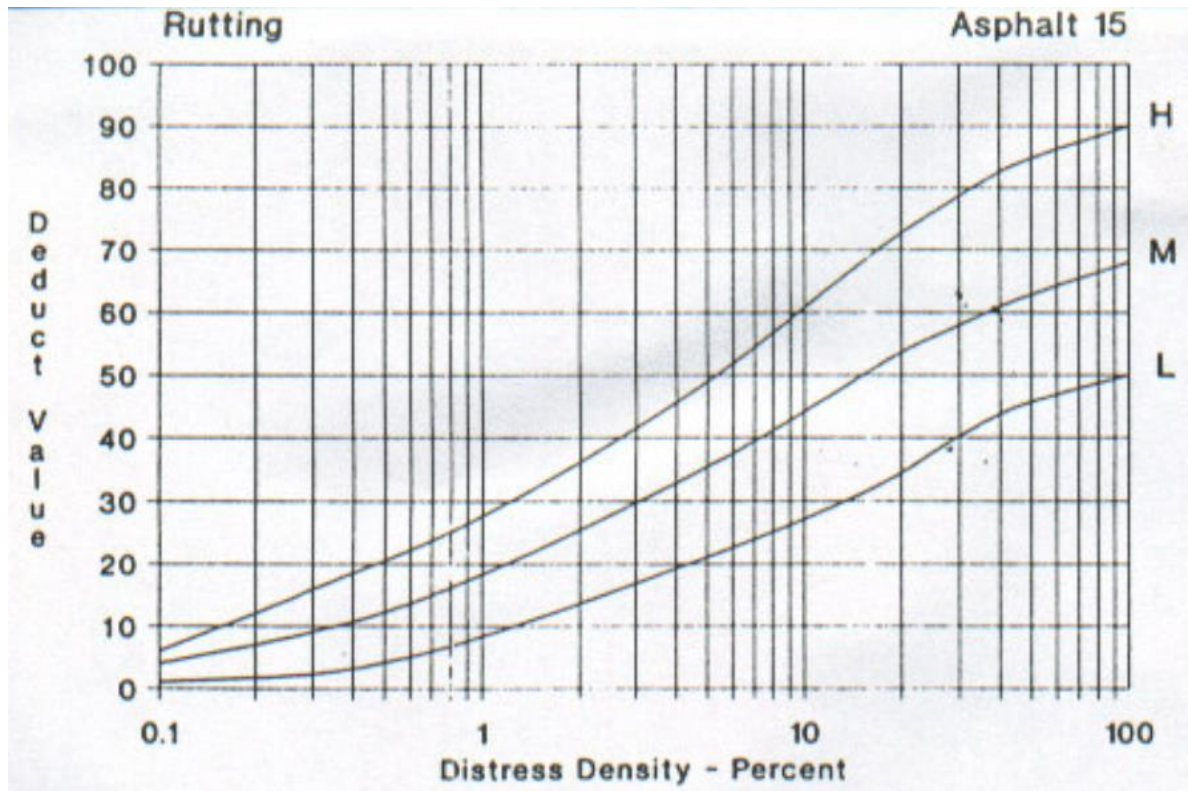
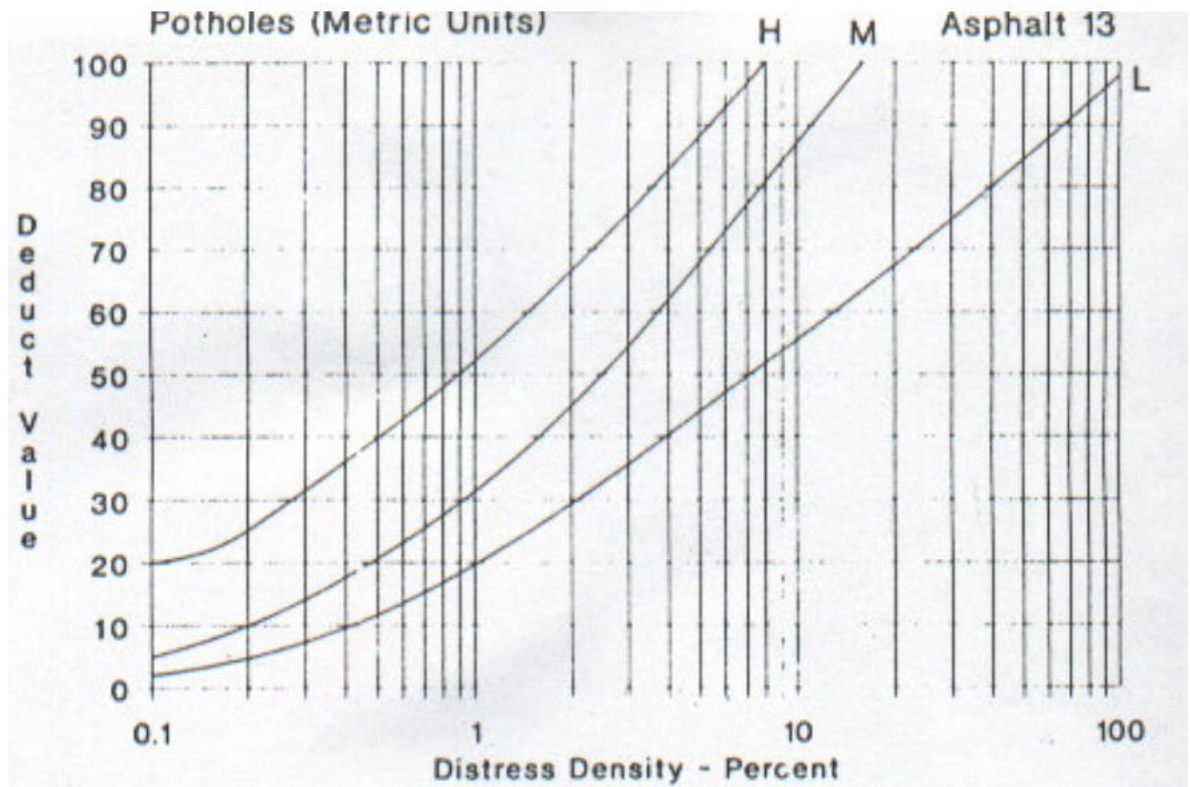
39	Progresiva		1	+	140	-	1	+	170		
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m		
	10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.		H		12.90	4.78%	22.33	54.44	5		
	4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		H		10.50	3.89%	54.44				
	1 PIEL DE COCODRILO		M		12.80	4.74%	37.22				
	3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		L		5.70	2.11%	2.11				
40	Progresiva		1	+	170	-	1	+	200		
	Tipo de daño		Severidad		Área m2	Densidad	VDeducido	HDV	m		
	4 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		M		8.80	3.26%	23.04	47.48	6		
	10 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.		H		4.90	1.81%	12.89				
	1 PIEL DE COCODRILO		H		9.10	3.37%	47.48				
	3 AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		L		5.70	2.11%	2.11				

3.5. Ábacos para pavimentos de asfalto

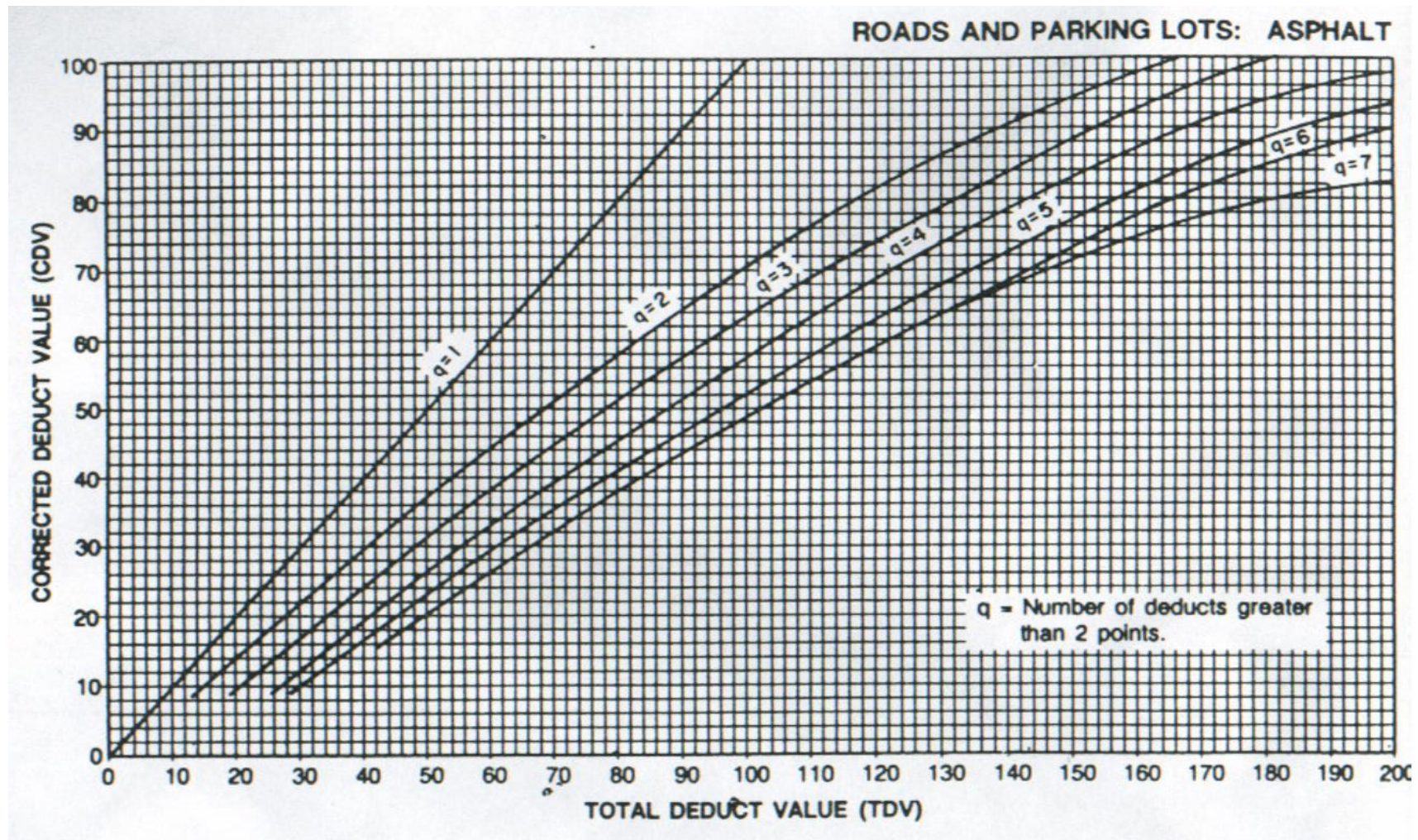








3.6. Cálculo de valores deducidos corregidos



3.7. Valores deducidos corregidos por tramos y cálculo del PCI

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

1

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	30.37
m =	7.39

Numero Deducidos >2(q)	6
Valor Deducido mas Alto	30.37
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.39

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VDC
1	30.00	28.00	17.00	11.00	7.00	4.00					97.00	6	50.50

2	30.00	28.00	17.00	11.00	7.00	2.00						95.00	5	52.35
3	30.00	28.00	17.00	11.00	2.00	2.00						90.00	4	52.50
4	30.00	28.00	17.00	2.00	2.00	2.00						81.00	3	52.00
5	30.00	28.00	2.00	2.00	2.00	2.00						66.00	2	49.90
6	30.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00						40.00	1	40.00
7														
8														
9														
10														
											máx. VDC =		52.50	
Máximo VRC =											53		PCI =	
											47		Clasificación	
											Regular			

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

2

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	39.85
m =	6.52

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	39.85
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.52

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	40.00	13.00	12.00	3.00								68.00	4	39.84
2	40.00	13.00	12.00	2.00								67.00	3	43.05
3	40.00	13.00	2.00	2.00								57.00	2	44.00
4	40.00	2.00	2.00	2.00								46.00	1	46.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		46.00

Máximo VRC =

46

PCI =

54

Clasificación

Regular

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:
Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

3

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	46.74
m =	5.89

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	46.74
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	5.89

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS	VDT	q	VDC
-----------	--------------------------	------------	----------	------------

1	47.00	14.00	12.00	11.00	9.00							93.00	5	51.29
2	47.00	14.00	12.00	11.00	2.00							86.00	4	50.30
3	47.00	14.00	12.00	2.00	2.00							77.00	3	49.48
4	47.00	14.00	2.00	2.00	2.00							67.00	2	50.55
5	47.00	2.00	2.00	2.00	2.00							55.00	1	55.00
6														
7														
8														
9														
10														
											máx. VDC =		55.00	

Máximo VRC =

55

PCI =

45

Clasificación

Regular

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

4

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	57.67
m =	4.89

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	57.67
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	4.89

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	58.00	14.00	14.00	10.00	7.00							103.00	5	56.50
2	58.00	14.00	14.00	10.00	2.00							98.00	4	56.90
3	58.00	14.00	14.00	2.00	2.00							90.00	3	57.40
4	58.00	14.00	2.00	2.00	2.00							78.00	2	52.50
5	58.00	2.00	2.00	2.00	2.00							66.00	1	66.00
6														
7														
8														
9														
10														
													máx. VDC =	66.00

Máximo VRC =

66

PCI =

34

Clasificación

Malo

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

5

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	36.22
m =	6.86

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	36.22
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.86

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	36.00	25.00	14.00	11.00	4.00							90.00	5	49.70
2	36.00	25.00	14.00	11.00	2.00							88.00	4	51.40
3	36.00	25.00	14.00	2.00	2.00							79.00	3	50.76
4	36.00	25.00	2.00	2.00	2.00							67.00	2	50.55
5	36.00	2.00	2.00	2.00	2.00							44.00	1	44.00
6														
7														
8														
9														
10														
											máx. VDC =		51.40	
Máximo VRC =											51		PCI =	
											49		Clasificación	
											Regular			

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	47.00
m =	5.87

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	47.00
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	5.87

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	47.00	33.00	28.00	9.00	8.00							125.00	5	67.20
2	47.00	33.00	28.00	9.00	2.00							119.00	4	67.32
3	47.00	33.00	28.00	2.00	2.00							112.00	3	69.60
4	47.00	33.00	2.00	2.00	2.00							86.00	2	59.70
5	47.00	2.00	2.00	2.00	2.00							55.00	1	55.00
6														
7														
8														
9														
10														

Máximo VRC =	70	PCI =	30	Clasificación	Malo	máx. VDC =	69.60
--------------	----	-------	----	---------------	------	------------	-------

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:
Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

7

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	42.30
m =	6.30

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	42.30
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.30

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	42.00	42.00	27.00	10.00	5.00							126.00	5	67.66
2	42.00	42.00	27.00	10.00	2.00							123.00	4	69.21
3	42.00	42.00	27.00	2.00	2.00							115.00	3	71.25
4	42.00	42.00	2.00	2.00	2.00							90.00	2	64.50
5	42.00	2.00	2.00	2.00	2.00							50.00	1	50.00
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		71.25

Máximo VRC =

71

PCI =

29

Clasificación

Malo

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	42.15
m =	6.31

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	42.15
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.31

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	42.00	26.00	18.00	10.00	2.00							98.00	5	53.94
2	42.00	26.00	18.00	10.00	2.00							98.00	4	56.90
3	42.00	26.00	18.00	2.00	2.00							90.00	3	57.40
4	42.00	26.00	2.00	2.00	2.00							74.00	2	52.50
5	42.00	2.00	2.00	2.00	2.00							50.00	1	50.00
6														
7														
8														
9														

[illegible]

57

PCI =

43

Clasificación

Regular

máx. VDC =

57.40

TESIS:

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Unidad de Muestreo

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - \text{VAR})$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR =	52.33
m =	5.38

52.33

$$m =$$

5.38

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	52.33
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	5.38

5

Valor Deducido mas Alto

52.33

**Numero Admisible de Valores
Deducidos(m):**

5.38

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	52.00	25.00	7.00	5.00	3.00							92.00	5	50.76
2	52.00	25.00	7.00	5.00	2.00							91.00	4	53.05
3	52.00	25.00	7.00	2.00	2.00							88.00	3	56.20
4	52.00	25.00	2.00	2.00	2.00							83.00	2	56.10
5	52.00	2.00	2.00	2.00	2.00							60.00	1	60.00
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		60.00

Máximo VRC =

60

PCI =

40

Clasificación

Regular

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

10

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	41.67
m =	6.36

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	41.67
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.36

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	42.00	21.00	19.00	5.00	4.00							91.00	5	50.23
2	42.00	21.00	19.00	5.00	2.00							89.00	4	51.95
3	42.00	21.00	19.00	2.00	2.00							86.00	3	55.00
4	42.00	21.00	2.00	2.00	2.00							69.00	2	51.85
5	42.00	2.00	2.00	2.00	2.00							50.00	1	50.00
6														
7														
8														

9														
10														
											máx. VDC =		55.00	

Máximo VRC = 55

PCI = 45

Clasificación Regular

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

11

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR = 42.00

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	42.00

m = 6.33

Numero Admisible de Valores
Deducidos(m): 6.33

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)														
N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	42.00	25.00	24.00	8.00								99.00	4	57.45
2	42.00	25.00	24.00	2.00								93.00	3	59.08
3	42.00	25.00	2.00	2.00								71.00	2	52.50
4	42.00	2.00	2.00	2.00								48.00	1	48.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
											máx. VDC =			59.08

Máximo VRC = 59

PCI = 41

Clasificación Regular

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores: Asesor:

Unidad de Muestreo

12

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	32.04
m =	7.24

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	32.04
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.24

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	32.00	32.00	18.00	13.00	4.00							99.00	5	54.47
2	32.00	32.00	18.00	13.00	2.00							97.00	4	56.35
3	32.00	32.00	18.00	2.00	2.00							86.00	3	55.00
4	32.00	32.00	2.00	2.00	2.00							70.00	2	52.50
5	32.00	2.00	2.00	2.00	2.00							40.00	1	40.00
6														

7														
8														
9														
10														

Máximo VRC =

56

PCI =

44

Clasificación

Regular

máx. VDC =

56.35

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

13

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - \text{VAR})$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

Numero Deducidos >2(q)

5

VAR =	47.33
m =	5.84

Valor Deducido mas Alto	47.33
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	5.84

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)														
N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	47.00	34.00	34.00	8.00	8.00							131.00	5	69.95
2	47.00	34.00	34.00	8.00	2.00							125.00	4	70.15
3	47.00	34.00	34.00	2.00	2.00							119.00	3	73.45
4	47.00	34.00	2.00	2.00	2.00							87.00	2	60.90
5	47.00	2.00	2.00	2.00	2.00							55.00	1	55.00
6														
7														
8														
9														
10														
										máx. VDC =				73.45

Máximo VRC =

73

PCI =

27

Clasificación

Malo

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

14

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	40.00
m =	6.51

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	40.00
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.51

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

Nº	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	40.00	19.00	19.00	5.00	4.00							87.00	5	48.05
2	40.00	19.00	19.00	5.00	2.00							85.00	4	49.75
3	40.00	19.00	19.00	2.00	2.00							82.00	3	52.60

4	40.00	19.00	2.00	2.00	2.00							65.00	2	49.25
5	40.00	2.00	2.00	2.00	2.00							48.00	1	48.00
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		52.60

Máximo VRC =

53

PCI =

47

Clasificación

Regular

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

15

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	28.19
m =	7.60

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	28.19
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.60

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	28.00	28.00	15.00	10.00	2.00							83.00	5	45.85
2	28.00	28.00	15.00	10.00	2.00							83.00	4	48.65
3	28.00	28.00	15.00	2.00	2.00							75.00	3	48.20
4	28.00	28.00	2.00	2.00	2.00							62.00	2	47.30
5	28.00	2.00	2.00	2.00	2.00							36.00	1	36.00
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		48.65

Máximo VRC = **49**

PCI = **51**

Clasificación **Regular**

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:
Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

16

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	30.41
m =	7.39

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	30.41
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.39

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	30.00	30.00	28.00	17.00								105.00	4	60.50
2	30.00	30.00	28.00	2.00								90.00	3	57.40

3	30.00	30.00	2.00	2.00								64.00	2	48.60
4	30.00	2.00	2.00	2.00								36.00	1	36.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														

										máx. VDC =		60.50
Máximo VRC =	61	PCI =	39	Clasificación		Malo						

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

17

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	35.33
m =	6.94

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	35.33
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.94

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	35.00	28.00	13.00	13.00	6.00							95.00	5	52.35
2	35.00	28.00	13.00	13.00	2.00							91.00	4	53.05
3	35.00	28.00	13.00	2.00	2.00							80.00	3	51.40
4	35.00	28.00	2.00	2.00	2.00							69.00	2	51.85
5	35.00	2.00	2.00	2.00	2.00							43.00	1	43.00
6														
7														
8														
9														
10														
										máx. VDC =				53.05

Máximo VRC = **53**

PCI = **47**

Clasificación **Regular**

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

18

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	31.33
m =	7.31

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	31.33
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.31

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VDC
1	31.00	28.00	19.00	10.00							88.00	4	51.40

2	31.00	28.00	19.00	2.00								80.00	3	51.40
3	31.00	28.00	2.00	2.00								63.00	2	47.95
4	31.00	2.00	2.00	2.00								37.00	1	37.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		51.40
Máximo VRC =												51	PCI =	49
												Clasificación		Regular

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:
Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

19

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	28.74
m =	7.54

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	28.74
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.54

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC	
1	29.00	24.00	22.00	22.00	14.00							111.00	5	60.49	
2	29.00	24.00	22.00	22.00	2.00							99.00	4	57.45	
3	29.00	24.00	22.00	2.00	2.00							79.00	3	50.76	
4	29.00	24.00	2.00	2.00	2.00							59.00	2	45.33	
5	29.00	2.00	2.00	2.00	2.00							37.00	1	37.00	
6															
7															
8															
9															
10															
										máx. VDC =				60.49	

Máximo VRC = **60**

PCI = **40**

Clasificación **Regular**

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:
Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

20

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	39.26
m =	6.58

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	39.26
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.58

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS	VDT	q	VDC
-----------	--------------------------	------------	----------	------------

1	39.00	28.00	18.00	9.00								94.00	4	54.70
2	39.00	28.00	18.00	2.00								87.00	3	55.60
3	39.00	28.00	2.00	2.00								71.00	2	52.50
4	39.00	2.00	2.00	2.00								45.00	1	45.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		55.60

Máximo VRC =

56

PCI =

44

Clasificación

Regular

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

21

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - \text{VAR})$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	23.33
m =	8.04

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	23.33
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	8.04

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	23.00	22.00	20.00	5.00								70.00	4	41.00
2	23.00	22.00	20.00	2.00								67.00	3	43.05
3	23.00	22.00	2.00	2.00								49.00	2	38.75
4	23.00	2.00	2.00	2.00								29.00	1	29.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		43.05

Máximo VRC =

43

PCI =

57

Clasificación

Bueno

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

22

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	44.00
m =	6.14

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	44.00
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.14

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	44.00	24.00	15.00	11.00								94.00	4	54.70
2	44.00	24.00	15.00	2.00								85.00	3	54.40
3	44.00	24.00	2.00	2.00								72.00	2	52.50
4	44.00	2.00	2.00	2.00								50.00	1	50.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		54.70
Máximo VRC =												55	PCI =	45
												Clasificación		Regular

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	27.33
m =	7.67

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	27.33
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.67

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	27.00	22.00	22.00	6.00								77.00	4	45.20
2	27.00	22.00	22.00	2.00								73.00	3	46.92
3	27.00	22.00	2.00	2.00								53.00	2	41.43
4	27.00	2.00	2.00	2.00								33.00	1	33.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Máximo VRC =

47

PCI =

53

Clasificación

Regular

máx. VDC =

46.92

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

24

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	37.56
m =	6.73

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	37.56
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.73

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	34.00	31.00	13.00	3.00								81.00	4	47.55
2	34.00	31.00	13.00	2.00								80.00	3	51.40
3	34.00	31.00	2.00	2.00								69.00	2	51.85
4	34.00	2.00	2.00	2.00								40.00	1	40.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		51.85

Máximo VRC =

52

PCI =

48

Clasificación

Regular

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	32.96
m =	7.16

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	32.96
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.16

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	38.00	20.00	14.00	7.00								79.00	4	46.40
2	38.00	20.00	14.00	2.00								74.00	3	47.56
3	38.00	20.00	2.00	2.00								62.00	2	47.30
4	38.00	2.00	2.00	2.00								44.00	1	44.00
5														
6														
7														
8														
9														

[illegible]

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

26

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - \text{VAR})$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	32.96
m =	7.16

Numero Deducidos >2(q)	3
Valor Deducido mas Alto	32.96
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.16

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	33.00	9.00	6.00									48.00	3	30.68
2	33.00	9.00	2.00									44.00	2	35.00
3	33.00	2.00	2.00									37.00	1	37.00
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		37.00

Máximo VRC =

37

PCI =

63

Clasificación

Bueno

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

27

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	41.11
m =	6.41

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	41.11
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.41

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	41.00	32.00	18.00	11.00	3.00							105.00	5	57.50
2	41.00	32.00	18.00	11.00	2.00							104.00	4	60.00
3	41.00	32.00	18.00	2.00	2.00							95.00	3	60.20
4	41.00	32.00	2.00	2.00	2.00							79.00	2	52.50
5	41.00	2.00	2.00	2.00	2.00							49.00	1	49.00
6														
7														
8														

9														
10														
											máx. VDC =		60.20	
Máximo VRC =		60	PCI =		40	Clasificación		Regular						

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

28

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR = 23.26

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	23.26

m = 8.05

Numero Admisible de Valores
Deducidos(m): 8.05

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)														
N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	23.00	17.00	15.00	15.00	13.00							83.00	5	45.85
2	23.00	17.00	15.00	15.00	2.00							72.00	4	42.20
3	23.00	17.00	15.00	2.00	2.00							59.00	3	37.97
4	23.00	17.00	2.00	2.00	2.00							46.00	2	36.50
5	23.00	2.00	2.00	2.00	2.00							31.00	1	31.00
6														
7														
8														
9														
10														
										máx. VDC =				45.85

Máximo VRC = 46

PCI = 54

Clasificación Regular

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN
PUNCHANA 2018

Autores: Asesor:

Unidad de Muestreo

29

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - \text{VAR})$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	28.07
m =	7.61

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	28.07
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.61

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	28.00	26.00	26.00	22.00	9.00							111.00	5	60.49
2	28.00	26.00	26.00	22.00	2.00							104.00	4	60.00
3	28.00	26.00	26.00	2.00	2.00							84.00	3	53.80
4	28.00	26.00	2.00	2.00	2.00							60.00	2	46.00
5	28.00	2.00	2.00	2.00	2.00							36.00	1	36.00
6														

7														
8														
9														
10														

										máx. VDC =		60.49
Máximo VRC =	60	PCI =	40	Clasificación		Regular						

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:
Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo
30

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

Numero Deducidos >2(q)	5
------------------------	---

VAR =	34.81
m =	6.99

Valor Deducido mas Alto	34.81
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.99

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)														
Nº	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	35.00	31.00	21.00	13.00	5.00							105.00	5	57.50
2	35.00	31.00	21.00	13.00	2.00							102.00	4	59.00
3	35.00	31.00	21.00	2.00	2.00							91.00	3	57.96
4	35.00	31.00	2.00	2.00	2.00							72.00	2	52.50
5	35.00	2.00	2.00	2.00	2.00							43.00	1	43.00
6														
7														
8														
9														
10														
											máx. VDC =			59.00
Máximo VRC =		59	PCI =		41	Clasificación		Regular						

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

31

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - \text{VAR})$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	22.44
m =	8.12

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	22.44
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	8.12

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

Nº	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	22.00	16.00	7.00	6.00								51.00	4	29.63
2	22.00	16.00	7.00	2.00								47.00	3	30.02
3	22.00	16.00	2.00	2.00								42.00	2	33.50

4	22.00	2.00	2.00	2.00								28.00	1	28.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		33.50

Máximo VRC =

34

PCI =

66

Clasificación

Bueno

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

32

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	35.22
m =	6.95

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	35.22
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.95

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	35.00	18.00	18.00	4.00								75.00	4	44.00
2	35.00	18.00	18.00	2.00								73.00	3	46.92
3	35.00	18.00	2.00	2.00								57.00	2	44.00
4	35.00	2.00	2.00	2.00								41.00	1	41.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		46.92

Máximo VRC = **47**

PCI = **53**

Clasificación **Regular**

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores: ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César
Asesor: Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

33

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	46.56
m =	5.91

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	46.56
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	5.91

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VDC
1	47.00	26.00	17.00	11.00							101.00	4	58.50
2	47.00	26.00	17.00	2.00							92.00	3	58.52

3	47.00	26.00	2.00	2.00								77.00	2	52.50
4	47.00	2.00	2.00	2.00								53.00	1	53.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														

										máx. VDC =		58.52
Máximo VRC =	59	PCI =	41	Clasificación		Regular						

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

34

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	35.00
m =	6.97

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	35.00
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.97

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VDC
1	35.00	25.00	8.00	8.00							76.00	4	44.60
2	35.00	25.00	8.00	2.00							70.00	3	45.00
3	35.00	25.00	2.00	2.00							64.00	2	48.60
4	35.00	2.00	2.00	2.00							41.00	1	41.00
5													
6													
7													
8													
9													
10													
											máx. VDC =		48.60

Máximo VRC = **49**

PCI = **51**

Clasificación **Regular**

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

35

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	35.93
m =	6.88

Numero Deducidos >2(q)	5
Valor Deducido mas Alto	35.93
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	6.88

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VDC
1	36.00	29.00	23.00	10.00	8.00						106.00	5	58.00

2	36.00	29.00	23.00	10.00	2.00							100.00	4	58.00
3	36.00	29.00	23.00	2.00	2.00							92.00	3	58.52
4	36.00	29.00	2.00	2.00	2.00							71.00	2	52.50
5	36.00	2.00	2.00	2.00	2.00							44.00	1	44.00
6														
7														
8														
9														
10														
											máx. VDC =		58.52	
Máximo VRC =											59		PCI =	
											41		Clasificación	
											Regular			

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

36

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	31.78
m =	7.27

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	31.78
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.27

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	32.00	29.00	21.00	3.00								85.00	4	49.75
2	32.00	29.00	21.00	2.00								84.00	3	53.80
3	32.00	29.00	2.00	2.00								65.00	2	49.25
4	32.00	2.00	2.00	2.00								38.00	1	38.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		53.80

Máximo VRC = **54**

PCI = **46**

Clasificación **Regular**

TESIS:
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:
Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

37

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	29.04
m =	7.52

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	29.04
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.52

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS	VDT	q	VDC
-----------	--------------------------	------------	----------	------------

1	29.00	29.00	29.00	15.00								102.00	4	59.00
2	29.00	29.00	29.00	2.00								89.00	3	56.80
3	29.00	29.00	2.00	2.00								62.00	2	47.30
4	29.00	2.00	2.00	2.00								35.00	1	35.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		59.00

Máximo VRC =

59

PCI =

41

Clasificación

Regular

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

38

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	32.00
m =	7.24

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	32.00
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	7.24

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	32.00	31.00	26.00	7.00								96.00	4	55.80
2	32.00	31.00	26.00	2.00								91.00	3	57.96
3	32.00	31.00	2.00	2.00								67.00	2	50.55
4	32.00	2.00	2.00	2.00								38.00	1	38.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
													máx. VDC =	57.96

Máximo VRC =

58

PCI =

42

Clasificación

Regular

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

39

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	54.44
m =	5.18

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	54.44
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	5.18

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	54.00	37.00	22.00	2.00								115.00	4	65.40
2	54.00	37.00	22.00	2.00								115.00	3	71.25
3	54.00	37.00	2.00	2.00								95.00	2	67.25
4	54.00	2.00	2.00	2.00								60.00	1	60.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														
												máx. VDC =		71.25
Máximo VRC =												71	PCI =	29
												Clasificación		Malo

TESIS:

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Autores:

ARONES TUESTA, Manuel Alejandro - CANCHANYA INGA, Paulo César

Asesor:

Ing. Erlin G. Cabanillas Oliva

Unidad de Muestreo

40

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$m = 1 + (9/98) \times (100 - VAR)$$

m = Numero permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = valor Individual más alto de VD

VAR =	47.48
m =	5.82

Numero Deducidos >2(q)	4
Valor Deducido mas Alto	47.48
Numero Admisible de Valores Deducidos(m):	5.82

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS											VDT	q	VDC
1	47.00	23.00	13.00	2.00								85.00	4	49.75
2	47.00	23.00	13.00	2.00								85.00	3	54.40
3	47.00	23.00	2.00	2.00								74.00	2	52.50
4	47.00	2.00	2.00	2.00								53.00	1	53.00
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Máximo VRC =

54

PCI =

46

Clasificación

Regular

máx. VDC =

54.40

3.8. Resumen del Índice de Condición del Pavimento: PCI

Tramo 0 + 0 - 1 + 200
 Longitud de Unidad de Muestra 30 m
 Área de Unidad de Muestreo 270 m²

UNIDAD DE MUESTREO	ÁREA m²	PROGRESIVA							PCI	CLASIFICACIÓN
		INICIAL		-	FINAL					
1	270	0	+	0	-	0	+	30	47	Regular
2	270	0	+	30	-	0	+	60	54	Regular
3	270	0	+	60	-	0	+	90	45	Regular
4	270	0	+	90	-	0	+	120	34	Malo
5	270	0	+	120	-	0	+	150	49	Regular
6	270	0	+	150	-	0	+	180	30	Malo
7	270	0	+	180	-	0	+	210	29	Malo
8	270	0	+	210	-	0	+	240	43	Regular
9	270	0	+	240	-	0	+	270	40	Regular
10	270	0	+	270	-	0	+	300	45	Regular
11	270	0	+	300	-	0	+	330	41	Regular
12	270	0	+	330	-	0	+	360	44	Regular
13	270	0	+	360	-	0	+	390	27	Malo
14	270	0	+	390	-	0	+	420	47	Regular
15	270	0	+	420	-	0	+	450	51	Regular
16	270	0	+	450	-	0	+	480	39	Malo
17	270	0	+	480	-	0	+	510	47	Regular
18	270	0	+	510	-	0	+	540	49	Regular
19	270	0	+	540	-	0	+	570	40	Regular
20	270	0	+	570	-	0	+	600	44	Regular
21	270	0	+	600	-	0	+	630	57	Bueno
22	270	0	+	630	-	0	+	660	45	Regular
23	270	0	+	660	-	0	+	690	53	Regular
24	270	0	+	690	-	0	+	720	48	Regular
25	270	0	+	720	-	0	+	750	52	Regular
26	270	0	+	750	-	0	+	780	63	Bueno

27	270	0	+	780	-	0	+	810	40	Regular
28	270	0	+	810	-	0	+	840	54	Regular
29	270	0	+	840	-	0	+	870	40	Regular
30	270	0	+	870	-	0	+	900	41	Regular
31	270	0	+	900	-	0	+	930	66	Bueno
32	270	0	+	930	-	0	+	960	53	Regular
33	270	0	+	960	-	0	+	990	41	Regular
34	270	0	+	990	-	1	+	20	51	Regular
35	270	1	+	20	-	1	+	50	41	Regular
36	270	1	+	50	-	1	+	80	46	Regular
37	270	1	+	80	-	1	+	110	41	Regular
38	270	1	+	110	-	1	+	140	42	Regular
39	270	1	+	140	-	1	+	170	29	Malo
40	270	1	+	170	-	1	+	200	46	Regular
									45	Regular

En todo el tramo evaluado, se tiene un PCI equivalente a 45, clasificado como Regular

3.9. Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional IRI

Pavimentos flexibles			Clasificación	Descripción
Valores PSI	Valores IRI	Rangos de IRI		
5.0	0.0	0.0 – 1.0	Muy Buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son lo suficiente suaves y sin deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpetados durante el año de inspección normalmente se clasificaría como Buenos.
4.2	0.8			
4.0	1.0			
3.0	1.9	1.0 – 1.9	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los “muy Buenos”, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a

				mostrar evidencias de un leve deterioro superficial, como desprendimientos y fisuras menores.
2.5	2.6	1.9 – 3.6	Regular	En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamiento, escalonamiento y bombeo de finos.
2.0	3.6			
1.5	4.9	3.6 – 6.4	Malo	Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconches de juntas, escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0	6.4			
0.0	9.5	>6.4	Muy Malo	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro, Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

RESUMEN CÁLCULO DE IRI

N°	TRAMO	LADO	IRI
1	0+00.00 - 0+400.00	Lado Derecho	4.40
2	0+400.00 - 0+800.00	Lado Derecho	3.77
3	0+800.00 - 1+200.00	Lado Derecho	3.37

4	0+00.00 - 0+400.00	Lado Izquierdo	3.53
5	0+400.00 - 0+800.00	Lado Izquierdo	3.35
6	0+800.00 - 1+200.00	Lado Izquierdo	4.15

IRI promedio

3.76

TESISTAS: ARONES TUESTA, Manuel Alejandro y CANCHANYA INGA, Paulo César	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	---

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

PROGRESIVA INICIAL:	0+00.00	PROGRESIVA FINAL:	0+400.00	LONGITUD:	400.00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	IZQUIERDO	FECHA :	06-Abr-19	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO																			
26	27	25	27	29	29	26	31	31	21	20	24	20	20	19	23	20	21	17	17
26	28	30	28	29	28	30	30	30	24	20	22	25	23	23	25	18	25	22	17
29	28	30	27	27	30	29	28	27	18	21	25	18	21	24	22	19	21	18	21
27	30	27	30	29	29	25	25	26	19	24	22	23	23	18	18	19	23	21	24
29	30	29	29	28	29	27	30	18	19	23	20	18	21	21	17	20	19	25	
30	26	27	25	31	30	30	27	25	24	18	18	21	21	22	21	22	22	21	23
26	27	29	26	31	27	28	27	29	19	23	25	19	19	21	19	20	19	19	21
26	27	30	27	29	26	30	28	30	23	21	18	21	23	18	20	20	23	24	24
29	27	30	30	29	25	29	28	30	25	22	23	23	18	25	24	20	20	17	21
28	30	26	27	28	26	31	32	29	22	23	22	20	24	23	24	25	17	19	23

FACTOR DE CORRECCION	F.C. =	1.00000
-----------------------------	---------------	----------------

CALCULO DE "D"		
D = (CI + CE + CD) x 5		
DESCARTANDO 30 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA		
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA		

CALCULO DEL "IRI"		
D >= 38.37 mm D < 38.37 mm		
IRI = 0.593 + 0.0471 x D IRI = 0.0485 x D		

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0.69	11	0.80
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12.49		
D	62.46		
IRI	3.53		

COMENTARIOS	
Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula: $IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$ con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Regular, esto quiere decir que: En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento.	

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN	
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	
0	1
0	2
0	3
0	4
0	5
0	6
0	7
0	8
0	9
0	10
0	11
0	12
0	13
0	14
0	15
0	16
6	17
13	18
13	19
13	20
18	21
10	22
17	23
11	24
15	25
11	26
17	27
11	28
19	29
20	30
5	31
1	32
0	33
0	34
0	35
0	36
0	37
0	38
0	39
0	40
0	41
0	42
0	43
0	44
0	45
0	46
0	47
0	48
0	49
0	50

TESISTAS: ARONES TUESTA, Manuel Alejandro y CANCHANYA INGA, Paulo César	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	---

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

PROGRESIVA INICIAL:	0+400.00	PROGRESIVA FINAL:	0+800.00	LONGITUD:	400.00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	IZQUIERDO	FECHA :	06-Abr-19	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO																			
29	26	29	28	28	29	30	28	27	21	20	22	20	19	20	23	23	21	18	
28	26	29	27	27	30	31	27	25	24	21	23	20	24	24	18	19	25	19	21
26	29	26	26	26	27	31	27	22	23	24	20	19	21	20	19	19	22	22	
26	30	28	30	30	29	29	26	30	22	24	19	25	19	19	23	18	19	23	19
29	29	30	29	26	30	31	30	26	20	23	22	21	24	25	20	19	23	23	24
27	30	30	25	29	30	26	30	31	19	25	23	20	20	24	21	23	24	22	21
26	25	27	26	29	31	28	29	29	20	21	24	24	23	18	21	22	18	22	23
28	29	28	26	29	29	30	28	27	24	24	23	20	20	18	19	20	24	24	24
26	28	28	29	28	30	26	30	28	24	21	21	24	18	24	23	18	19	22	22
29	25	30	30	31	29	26	26	31	22	19	25	25	19	20	24	19	22	23	24

FACTOR DE CORRECCION	F.C. =	1.00000
-----------------------------	---------------	----------------

CALCULO DE "D"	
D = (CI + CE + CD) x 5	
DESCARTANDO 30 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DEL "IRI"	
D >= 38.37 mm	D < 38.37 mm
IRI = 0.593 + 0.0471 x D	IRI = 0.0485 x D

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0.89	10	0.83
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	11.72		
D	58.61		
IRI	3.35		

COMENTARIOS	
Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula: $IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$ con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Regular, esto quiere decir que: En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento.	

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN	
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	
0	1
0	2
0	3
0	4
0	5
0	6
0	7
0	8
0	9
0	10
0	11
0	12
0	13
0	14
0	15
0	16
0	17
8	18
18	19
15	20
12	21
13	22
17	23
21	24
10	25
19	26
9	27
13	28
20	29
18	30
7	31
0	32
0	33
0	34
0	35
0	36
0	37
0	38
0	39
0	40
0	41
0	42
0	43
0	44
0	45
0	46
0	47
0	48
0	49
0	50

TESISTAS: ARONES TUESTA, Manuel Alejandro y CANCHANYA INGA, Paulo César	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	---

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

PROGRESIVA INICIAL:	0+400.00	PROGRESIVA FINAL:	0+800.00	LONGITUD:	400.00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	IZQUIERDO	FECHA :	06-Abr-19	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO																			
29	26	29	28	28	29	30	28	27	21	20	22	20	19	20	23	23	21	18	
28	26	29	27	27	30	31	27	25	24	21	23	20	24	24	18	19	25	19	21
26	29	26	26	26	27	31	27	22	23	24	20	19	21	20	19	19	22	22	
26	30	28	30	30	29	29	26	30	22	24	19	25	19	19	23	18	19	23	19
29	29	30	29	26	30	31	30	26	20	23	22	21	24	25	20	19	23	23	24
27	30	30	25	29	30	26	30	31	19	25	23	20	20	24	21	23	24	22	21
26	25	27	26	29	31	28	29	29	20	21	24	23	18	21	22	18	22	23	
28	29	28	26	29	29	30	28	27	24	24	23	20	20	18	19	20	24	24	24
26	28	28	29	28	30	26	30	28	24	21	21	24	18	24	23	18	19	22	22
29	25	30	30	31	29	26	26	31	22	19	25	25	19	20	24	19	22	23	24

FACTOR DE CORRECCION	F.C. =	1.00000
-----------------------------	---------------	----------------

CALCULO DE "D"		
D = (CI + CE + CD) x 5		
DESCARTANDO 30 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA		
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA		

CALCULO DEL "IRI"		
D >= 38.37 mm		
D < 38.37 mm		
IRI = 0.593 + 0.0471 x D		
IRI = 0.0485 x D		

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0.89	10	0.83
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	11.72		
D	58.61		
IRI	3.35		

COMENTARIOS	
Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula: $IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$ con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Regular, esto quiere decir que: En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento.	

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN	
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	
0	1
0	2
0	3
0	4
0	5
0	6
0	7
0	8
0	9
0	10
0	11
0	12
0	13
0	14
0	15
0	16
0	17
8	18
18	19
15	20
12	21
13	22
17	23
21	24
10	25
19	26
9	27
13	28
20	29
18	30
7	31
0	32
0	33
0	34
0	35
0	36
0	37
0	38
0	39
0	40
0	41
0	42
0	43
0	44
0	45
0	46
0	47
0	48
0	49
0	50

TESISTAS: ARONES TUESTA, Manuel Alejandro y CANCHANYA INGA, Paulo César	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	---

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

PROGRESIVA INICIAL:	0+400.00	PROGRESIVA FINAL:	0+800.00	LONGITUD:	400.00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	DERECHO	FECHA :	06-Abr-19	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO																							
29	29	26	27	29	28	26	29	26	21	18	21	25	24	21	25	22	25	19	22				
26	26	26	30	29	25	29	31	31	20	22	21	24	22	18	21	24	23	20	18				
26	28	27	31	28	28	29	28	26	19	22	23	22	21	24	20	23	22	22	21				
28	29	28	25	27	27	28	28	31	20	24	22	19	23	18	23	20	19	16	16				
29	31	26	29	29	31	30	31	32	24	20	23	22	20	21	23	18	24	24	23				
26	27	29	28	26	30	29	29	30	19	17	18	17	21	23	19	19	17	22	16				
28	31	27	30	31	26	25	32	26	20	19	21	17	24	19	19	18	20	22	20				
29	25	29	27	27	28	31	31	30	20	18	24	20	18	18	23	20	22	25	24				
28	30	26	27	30	32	29	32	26	22	22	25	17	18	23	24	18	16	16	19				
30	31	29	26	25	25	30	28	29	24	18	19	20	21	19	18	18	24	24	21				

FACTOR DE CORRECCION	F.C. =	1.00000
-----------------------------	---------------	----------------

CALCULO DE "D"		
$D = (CI + CE + CD) \times 5$		
DESCARTANDO 30 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA		
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA		

CALCULO DEL "IRI"		
D >= 38.37 mm	D < 38.37 mm	
IRI = 0.593 + 0.0471 x D IRI = 0.0485 x D		

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0.00	13	0.50
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	13.50		
D	67.50		
IRI	3.77		

COMENTARIOS	
Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula: $IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$ con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Malo, esto quiere decir que: Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie.	

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN	
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	
0	1
0	2
0	3
0	4
0	5
0	6
0	7
0	8
0	9
0	10
0	11
0	12
0	13
0	14
0	15
5	16
5	17
15	18
13	19
14	20
12	21
15	22
11	23
15	24
11	25
16	26
9	27
14	28
19	29
10	30
12	31
4	32
0	33
0	34
0	35
0	36
0	37
0	38
0	39
0	40
0	41
0	42
0	43
0	44
0	45
0	46
0	47
0	48
0	49
0	50

LECTURAS CAMPO

29	28	27	26	27	29	28	29	29	20	24	24	19	19	21	18	25	17	15	15
28	29	31	29	26	25	27	28	25	24	21	24	23	19	17	16	25	16	24	23
26	30	30	27	29	29	29	28	29	19	22	17	16	21	17	24	16	22	15	19
26	25	28	26	26	31	29	27	31	22	25	22	24	21	20	18	15	20	15	19
29	28	29	29	26	27	26	25	26	18	22	20	24	25	21	23	21	24	17	17
28	27	26	27	26	30	28	29	27	20	17	16	20	16	23	21	24	23	24	19
29	26	31	30	30	28	30	32	32	24	24	23	21	23	16	19	21	23	18	21
29	25	25	27	26	32	26	26	25	22	16	21	21	16	19	23	21	20	18	24
29	30	29	31	26	30	28	30	30	17	19	18	21	16	24	15	20	17	14	21
25	26	28	28	31	28	25	26	32	20	25	17	25	15	15	20	21	14	14	22

FACTOR DE CORRECCION

F.C. =

1.00000

CALCULO DE "D"

D = (CI + CE + CD) x 5

DESCARTANDO 30 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA

HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA

CALCULO DEL "IRI"

D >= 38.37 mm

D < 38.37 mm

IRI = 0.593 + 0.0471 x D

IRI = 0.0485 x D

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0.13	15	0.00
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)		15.13	
D		75.63	
IRI		4.15	

COMENTARIOS

Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula:

IRI = 0.593 + 0.0471 x D

con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Malo, esto quiere decir que:
Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie.

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

FRECUENCIAS	LECTURAS	
0	1	
0	2	
0	3	
0	4	
0	5	
0	6	
0	7	
0	8	
0	9	
0	10	
0	11	
0	12	
0	13	
3	14	X X X
8	15	X X X X X X X X
10	16	X X X X X X X X X X
10	17	X X X X X X X X X X
6	18	X X X X X X
10	19	X X X X X X X X X X
10	20	X X X X X X X X X X
15	21	X X X X X X X X X X X X X X X X
7	22	X X X X X X X
9	23	X X X X X X X X X
15	24	X X X X X X X X X X X X X X X X
15	25	X X X X X X X X X X X X X X X X
18	26	X X X X X X X X X X X X X X X X X X
10	27	X X X X X X X X X X
14	28	X X X X X X X X X X X X X X X X
19	29	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X
10	30	X X X X X X X X X X
6	31	X X X X X X X
4	32	X X X X
0	33	
0	34	
0	35	
0	36	
0	37	
0	38	
0	39	
0	40	
0	41	
0	42	
0	43	
0	44	
0	45	
0	46	
0	47	
0	48	
0	49	
0	50	

TESISTAS:	ASESOR
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro y CANCHANYA INGA, Paulo César	ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

PROGRESIVA INICIAL:	0+800.00	PROGRESIVA FINAL:	1+200.00	LONGITUD:	400.00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	DERECHO	FECHA:	06-Abr-19	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO																		
25	27	26	26	26	29	30	26	22	20	19	24	20	21	22	19	20	19	18
29	27	26	27	27	27	26	27	21	25	23	19	23	21	21	25	21	23	23
28	27	27	28	30	26	29	29	26	24	24	19	21	20	24	21	24	22	23
25	27	27	26	28	31	31	30	25	23	23	19	23	21	25	24	20	18	19
30	30	30	27	26	25	27	27	30	22	23	22	24	23	20	18	18	18	23
28	29	29	25	27	28	26	31	27	22	19	24	19	19	20	20	23	22	24
26	29	29	28	31	30	25	31	26	22	23	18	18	21	23	22	25	20	18
30	29	30	29	29	30	30	31	27	24	19	20	20	18	21	22	23	19	22
28	26	28	27	25	25	29	30	31	21	19	22	23	19	24	19	18	25	24
29	28	25	30	27	27	25	25	30	24	21	24	23	21	20	20	24	23	19

FACTOR DE CORRECCION	F.C. =	1.00000
----------------------	--------	---------

CALCULO DE "D"	
$D = (CI + CE + CD) \times 5$	
DESCARTANDO 30 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DEL "IRI"	
D >= 38.37 mm	D < 38.37 mm
IRI = 0.593 + 0.0471 x D	IRI = 0.0485 x D

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0.00	11	0.80
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	11.80		
D	59.00		
IRI	3.37		

COMENTARIOS	
Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula: $IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$ con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Regular, esto quiere decir que: En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento.	

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN	
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	
0	1
0	2
0	3
0	4
0	5
0	6
0	7
0	8
0	9
0	10
0	11
0	12
0	13
0	14
0	15
0	16
0	17
0	18
0	19
0	20
0	21
0	22
0	23
0	24
0	25
0	26
0	27
0	28
0	29
0	30
0	31
0	32
0	33
0	34
0	35
0	36
0	37
0	38
0	39
0	40
0	41
0	42
0	43
0	44
0	45
0	46
0	47
0	48
0	49
0	50

3.10. Discusión

En la tesis: “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla”, de Edgar Daniel Rodríguez Velásquez (2009), Universidad de Piura, se ha determinado el estado en que se encuentra la red de pavimento flexible de la Av. Luis Montero, que consta de dos tramos de 600 metros lineales cada uno (de acuerdo a los dos sentidos de vía existentes). El tramo 1 se divide en 3 secciones, mientras que el tramo 2 tiene una sola sección. Se inspeccionaron un total de 32 unidades de muestra (16 por tramo) obteniendo los siguientes resultados:

El 37% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y 55); después le sigue un 33% de unidades en buen estado (PCI entre 55 y 70); un 15%, en estado malo (PCI entre 25 y 40) y un 9% de muy mala condición (PCI entre 10 y 25). Finalmente, un 6% hace referencia a unidades de muestra con un pavimento de muy buen estado (PCI entre 70 y 85). No se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10) ni excelentes (PCI entre 85 y 100). De los antecedentes, obtenidos, se tiene que en la tesis de Juan Rubén Cárdenas Riveros, se evaluó cada una de las patologías del pavimento flexible, concluyendo con un reporte de valor promedio de $PCI = 34$, clasificando al pavimento en estado de conservación MALO, según la tabla de clasificación de fallas y que para su puesta en operación requiere de permanentes mejoras que generan mayores gastos de mantenimiento para un pavimento cuya vida útil del proyecto ha superado los 15 años de servicio, y cuyos mantenimientos periódicos no se han proyectado con regularidad.. (Cárdenas, 2016).

En el caso de estudio, se tiene que la avenida La Marina, entre 28 de julio y Los Rosales, tiene un PCI equivalente a 45, clasificado como Regular, pero un IRI promedio de 3.76, calificándolo como un pavimento MALO.

4. CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Es preciso concluir que, independientemente de la zona de aplicación, es posible resumir el proceso de evaluación de pavimentos en siete pasos:

1. Recopilar información previa sobre el tramo en evaluación.
2. Realizar inspección visual.
3. Efectuar relevamiento con georadar.
4. Hacer deflectometría.
5. Analizar resultados obtenidos de los pasos 1 al 4. Si el propósito de la evaluación de pavimentos es analizar un tramo con problemas, los resultados serán útiles para esbozar una hipótesis sobre las posibles causas de falla.
6. Realizar prospecciones en campo para tomar muestras de los materiales, y hacer ensayos de laboratorio según se requiera. De tratarse de un tramo con problemas, los resultados confirmarían o descartarían la hipótesis formulada en el paso 5 sobre las posibles causas de falla.
7. Definir las acciones a tomar a partir del análisis de los resultados obtenidos en los pasos anteriores.

Es importante destacar que, si bien es cierto que actualmente se cuenta con una amplia gama de equipos y herramientas de análisis para la evaluación de pavimentos, nada puede reemplazar la experiencia de un ingeniero experto en el tema. Su criterio es irremplazable al momento de interpretar la información recolectada y decidir qué acciones tomar para rehabilitar o preservar los pavimentos. (Chang Albitres, 2019)

Se concluye que para la evaluación de un pavimento flexible se tiene varios métodos de los cuales se ha utilizado el Índice de Condición del Pavimento PCI, que ha arrojado un valor de 45, que califica al pavimento como Regular. Por otro lado, se ha aplicado el rugosímetro MERLIN, del cual ha resultado con 3.76, esto es que, a nivel de rugosidad, el pavimento se califica como Malo.

Los deterioros que más se han dado son PIEL DE COCODRILO, con 43 unidades y PARCHEO sólo con 10. Los otros daños son GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES con 30; AHUELLAMIENTO 26, ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS, con 21; HUECOS con 21; AGRIETAMIENTO EN BLOQUE con 20 unidades.

Es preciso colegir diciendo que la Falla Estructural es una deficiencia del pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de éste. Una vez detectada la falla, debe corregirse de manera permanente, es decir más que un mantenimiento correctivo de emergencia, debe aplicarse también un mantenimiento correctivo programado.

La operatividad de todos los tipos de pavimentos debe estar enfocada a detectar el tipo de falla a partir de exploraciones de campo, toma de muestras, ensayos en sitio y de laboratorio. El mantenimiento general de una vía debe dirigirse al objeto para el cual fue diseñada, o en caso extremo devolverla al nivel inicial, o por lo menos a uno aceptable.

En lo tocante a Niveles de Severidad, se concluye que para las fallas predominantes en pavimentos flexibles, se tiene: Severidad Baja: Fisuras Finas, Longitudinales, paralelas entre sí, con ninguna o pocas intersecciones. No hay desmembramiento de material a los lados; Severidad Media: Desarrollo mayor de las fisuras formando una red o mosaico. Algunas fisuras pueden estar moderadamente desmembradas y Severidad Alta: Amplio desarrollo de la red de fisuras con significativo desmembramiento. Algunas piezas pueden moverse bajo el tráfico.

En el caso específico del tramo evaluado, se tiene un PCI equivalente a 45, clasificado como Regular, correspondiendo a una severidad media, con lo que se afirma que la evaluación del pavimento flexible influye significativamente en los niveles de severidad.

4.2. Recomendaciones

A la entidad que corresponda, en este caso la Municipalidad Provincial de Maynas o la Municipalidad Distrital de Punchana, deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

Por los resultados obtenidos se recomienda realizar evaluaciones de manera periódica, en base a una programación secuencial con frecuencias de 12 meses y elaborar la curva de comportamiento de los pavimentos en la municipalidad correspondiente, estas evaluaciones deben ser tomadas como una herramienta indispensable para la toma de decisiones en el mediano plazo y proyectar estudios de inversión para tener en condiciones de óptimas las vías de articulación dentro y fuera de la extensión urbana.

Las Fallas o agrietamientos superficiales tipo piel de cocodrilo. Corresponden a agrietamientos de la carpeta de rodamiento, que, en casos simples, no se manifiestan con hundimientos o desplazamientos de las capas que conforman la estructura del pavimento.

El mantenimiento predominantemente CORRECTIVO y va dirigido a sanar la zona afectada. La solución más adecuada para este tipo de falla es la escarificación superficial de la carpeta de rodamiento y reposición, previa colocación de riego de adherencia. Este tipo de falla permite la percolación o infiltración de gran cantidad de agua, por lo cual la falla progresa rápidamente.

Las Fallas o agrietamientos profundos con marcas tipo piel de cocodrilo, asociados a hundimientos por deformación de uno o más componentes de la estructura del pavimento. La solución más adecuada para este tipo de fallas es la escarificación profunda, además de retirar la estructura del pavimento deteriorada, y en algunos casos es necesario el saneamiento del terreno natural o de fundación.

La Falla o agrietamiento profundo con grietas y desplazamientos laterales del pavimento. La solución más adecuada es la escarificación profunda, además de retirar la estructura del pavimento y zona más superficial saturada del terreno de fundación.

Para el fisuramiento “piel de cocodrilo” es recomendable medir en pies² o m² de área, verificando el nivel de severidad ya que puede presentarse diferentes niveles por tramo, y hacer el mantenimiento adecuado.

5. CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calizaya Vivanco, J. A., & Lluncor Gallo, R. A. (2015). *Influencia de la ingeniería geotécnica en la intervención y resultados por niveles de servicio en la carretera Huancavelica-Lircay-Huallapampa-La Mejorada-Acobamva-Puente Allcomachay*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Cárdenas, R. J. (2016). *Determinación y Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible, para Obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento Flexible y Condición Operacional de la Superficie de Rodadura de la Avenida Carlos La Torre Cortéz, Distrito De Huanta*. Ayacucho, Departamento de Ayacucho, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1289>
- Cerón Bermúdez, V., & Vásquez Torres, L. C. (2006). *Evaluación y comparación de metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: Museo Quimbaya-CRQ Armenia Quindío*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Chang Albitres, C. (17 de 07 de 2019). *Evaluación de pavimentos: Criterios y aplicaciones*. Obtenido de <http://revistavial.com/evaluacion-de-pavimentos-criterios-y-aplicaciones-26154/>: <http://revistavial.com/evaluacion-de-pavimentos-criterios-y-aplicaciones-26154/>
- Coy Pineda, O. M. (2017). *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52° a 53C comparando los métodos VIZIR y PCI*. Bogotá Colombia: Universidad Militar de Nueva Granada.
- Del Águila Rodríguez, P. (1999). *Metodología para la determinación de rugosidad de los Pavimentos*. Lima, Perú: Camineros SAC.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5° ed. Mexico: Mc.Graw Hill.
- Higuera Sandoval, C. H., & Pacheco Merchán, Ó. F. (2010). Patología de pavimentos articulados. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* N° 17, 75-94.
- Kerlinger, F. (2002). *Investigación del comportamiento* 3° ed. Mexico: Mc. Graw Hill.
- Landeau, R. (2007). *Elaboración de trabajos de investigación*. Caracas: Editorial Alfa Venezuela.
- Laura Hirpahuanca, D. (2016). *Determinación y comparación de la regularidad superficial del pavimento de la carretera Cusco-Urcos usando teléfonos*

- inteligentes y rugosímetro de MERLIN 2016*. Cusco Perú: Universidad Andina del Cusco.
- Medina Palacios, A., & De la Cruz Puma, M. (2015). *Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI*. Lima Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Miranda Rebolledo, R. J. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. Valdivia, Chile: UACH.
- Montejo Fonseca, A. (2006). *Ingeniería de Pavimentos para carreteras* (Tercera ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Osuna Ruiz, R. E. (2008). *Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán, Sin.* Mexico: UNAM.
- Rodríguez Velásquez, E. D. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Romero Rojas, G. E. (2012). *Estudio del Ahuellamiento en la carretera IIRSA Norte, tramo 6, Sector Óvalo Cáceres - DV -Sullana*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Rueda Castro, L. (2004). Consideraciones éticas en el desarrollo de investigaciones. *Revista Terapia Ocupacional*, 1-8.

CAPÍTULO VI: ANEXOS (Opcional)

6.1 Instrumento de recolección de datos

[illegible]

TESISTAS:								ASESOR	
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro y CANCHANYA INGA, Paulo César								Ing. Erlin Cabanillas Oliv	
TÍTULO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018									
PROGRESIVA INICIAL:	0+00.00		PROGRESIVA FINAL:	0+400.00		LONGITUD:	400.00 metros		
CAPA:	CONCRETO ASFALTO		CARRIL:	IZQUIERDO		FECHA :			
TECNICO:									

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN
--

	LECTURAS CAMPO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										



6.2 Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general. ¿Cómo se relaciona la evaluación del pavimento flexible con los niveles de severidad en la avenida La Marina entre Avenidas 28 de julio y Los Rosales en Punchana 2018?	Objetivo general. Relacionar la evaluación del pavimento flexible con los niveles de severidad en la avenida La Marina entre Avenidas 28 de julio y Los Rosales en Punchana 2018	Hi: La evaluación del pavimento flexible influye significativamente en los niveles de severidad en la avenida La Marina entre Avenidas 28 de julio y Los Rosales en Punchana 2018 Ho: La evaluación del pavimento flexible NO influye significativamente en los niveles de severidad en la avenida La Marina entre Avenidas 28 de julio y Los Rosales en Punchana 2018	LA VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Evaluación del pavimento flexible LA VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Niveles de severidad	El tipo de investigación es tecnológica. El método de investigación es descriptivo El diseño de investigación es No experimental correlacional

Problemas específicos	Objetivos específicos			
¿Cómo se desarrolla La evaluación del pavimento flexible de un pavimento, en Punchana 2018?	Identificar el desarrollo de la evaluación del pavimento flexible de un pavimento, en Punchana 2018			
¿Cuáles son los tipos de deterioros que presenta la avenida La Marina entre las avenidas 28 de julio con Los Rosales en Punchana 2018?	Establecer los tipos de deterioros que presenta la avenida La Marina entre las avenidas 28 de julio con Los Rosales en Punchana 2018			
¿Cuáles son las acciones de mantenimiento aplicables a la avenida La Marina entre las avenidas 28 de julio con Los Rosales en Punchana 2018?	Determinar las acciones de mantenimiento aplicables a la avenida La Marina entre las avenidas 28 de julio con Los Rosales en Punchana 2018			