



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL
DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, APLICANDO EL
MÉTODO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI),
EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AN-107
TRAMO KM. 0 000 KM. 10 000, DISTRITO DE
CARHUAZ, PROVINCIA DE CARHUAZ, REGION
ANCASH, ABRIL 2015**

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

AUTOR:

BACH. JOSÉ SATURNINO ANTÚNEZ LÁZARO

ASESOR:

MAGUIÑA BUSTOS, MARCO CONSTANTINO

HUARAZ – PERÚ

2021

1. Título de la tesis:

Evaluación de la condición operacional del pavimento flexible, aplicando el método del Pavement Condition Index (PCI), en la carretera departamental an-107 tramo km. 0 000 – km. 10 000, distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, región Áncash, abril 2021

2. Equipo de trabajo

AUTOR

Bach. Antúnez Lázaro, José Saturnino

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Chimbote, Perú.

ASESOR

Ing. Maguiña Bustos, Marco Constantino

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería.

Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote, Perú

JURADO

Ing. Urtecho Casimiro, Ramón Teodoro

Presidente

Ing. Pasco San Martín, Armando Vladimir

Secretario

Depaz Blacido, Richard Alberto

Miembro

3. Hoja de firma del jurado y asesor

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

Presidente

Dr. Cerna Chávez, Rigoberto

Miembro

Mgtr. Quevedo Haro, Elena Charo

Miembro

Mgtr. León De los Ríos, Gonzalo Miguel

Asesor

4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimiento

Agradezco a todas aquellas personas quienes me ofrecieron su apoyo desinteresado en la elaboración del presente trabajo de investigación y no hubiese sido posible sin la colaboración de: familiares, amigos, docentes, compañeros, asesor y a la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. A todos ellos muchas gracias, que Dios los Bendiga.

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo, a todas aquellas personas que me dieron el aliento en mi formación profesional, a mis padres Lucia y Pedro, mi amada esposa Norma Guerrero, mi adorado hijo José, quienes contribuyeron cada día, con su inmenso amor, en la culminación de la presente tesis.

5. Resumen y Abstract

Resumen

Esta tesis tiene la finalidad de determinar el estado actual del pavimento asfáltico del tramo de la carretera Departamental AN-107, desde la progresiva 00+000 hasta la progresiva 10+000 del Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, estableciendo los tipos de patologías y el nivel de incidencia de cada una de ellas en la superficie de la pista expresado en porcentaje. En el tramo de la carretera desde la progresiva 00+000 hasta la progresiva 10+000 del Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, hemos encontrado tres tipos de patologías que afectan su superficie, y para ello se ha utilizado la metodología de orden visual y con visión de ingeniería PCI (Pavement Condition Index) o índice de condición del pavimento, teniendo un PCI total de 63. La carretera en el tramo desde la progresiva 00+000 hasta la progresiva 10+000 del Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, tienen mayor incidencia en las patologías de Pulimento de agregados, en menor nivel la patología de Grietas longitudinales y transversales y en mínimo porcentaje la patología de huecos, lo que implica que significativamente es la patología de pulimento de agregados la más incidente, debiéndose aplicar un mantenimiento correctivo en las progresivas correspondientes. Considerando que se trata de un pavimento asfáltico se requiere de un mantenimiento preventivo para evitar mayores deterioros.

Palabras clave: grietas, patología, pavimento.

Abstract

This thesis aims to determine the current state of the asphalt pavement of the road section from 00 + 000 to 10 + 000 progressive Carhuaz District, Province of Carhuaz, Ancash, establishing the types of faults or pathologies and the level of incidence of each on the surface of the track expressed as a percentage. In the stretch of road from 00+000 to the progressive 10+000 District Carhuaz, Province of Carhuaz, Ancash we found three types of diseases that affect the surface of the asphalt tracks, and this has used the methodology of visual order and forward-engineering with the aim of determining the PCI (Pavement Condition Index) or pavement condition index, finding total of 63 PCI. The road in the section from the 00 + 000 to 10 + 000 progressive Carhuaz District, Province of Carhuaz, Ancash Department, have greater impact on diseases of polish aggregates, lower the pathology of longitudinal cracks and transverse and pathology minimum percentage of voids, which means that significantly pathology is added polish the incident, whichever applying a corresponding corrective maintenance progressive. Whereas is an asphalt pavement requires preventive maintenance to prevent further damage.

Keywords: cracks, pathology, pavement.

6. Contenido

1. Título de la tesis	ii
2. Equipo de trabajo	iii
3. Hoja de firma del jurado y asesor	v
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria	vii
5. Resumen y Abstract	x
6. Contenido	xiii
7. Índice de gráficos, tablas y cuadros	xvi
I. Introducción	1
II. Revisión de la literatura	3
2.1 Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacional.....	3
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	4
2.1.3. Antecedentes local.....	6
2.2. Bases teóricas de la investigación	8
2.2.1. Pavimento.....	8
2.2.2. Pavimento flexible.....	9
2.2.3. Índice del estado del pavimento (PCI)	12
2.2.4. Objetivos del PCI	12
2.2.5. Sub rasante	13
2.2.6. Sub base.....	13
2.2.7. Base	13
2.2.8. Capa de rodadura.....	13
2.2.9. Juntas	14

2.2.10. Asfalto	14
2.2.11. Agregados.....	14
2.2.12. Red vial.....	14
2.2.13. Patología.....	14
2.2.14. Índice de condición del pavimento.....	15
2.2.15. Proceso de determinación del estado del pavimento.....	16
2.2.16. Determinación de las unidades de muestreo	17
2.2.17. Pavimentos evaluados	18
2.2.18. Importancia de evaluar	19
2.2.19. Determinación de la evaluación	19
2.2.20. Calculo del PCI para pavimentos de superficie asfáltica	19
2.2.21. Descripción de daños.....	22
A) Severidad de fallas	23
2.2.22. Definición de los tipos de daños en pavimentos flexibles.....	25
A) Fisuras	25
B) Piel de cocodrilo (PC)	28
C) Deformaciones	31
D) Hundimiento (HUN).	32
E) Pérdida de las capas de la estructura	34
F) Baches (BCH).....	34
G) DAÑOS SUPERFICIALES	37
III. Hipótesis	39
IV. Metodología.....	40
4.1. Diseño de la investigación	40

4.2. Población y muestra	40
4.2.1. Población:	40
4.2.2. Muestra	41
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores	48
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
4.5. Plan de análisis	49
4.6. Matriz de consistencia	50
4.7. Principios éticos	51
V. Resultados	54
5.1. Resultados	55
5.2. Análisis de resultados	77
VI. Conclusiones	79
Aspectos complementarios	80
Referencias Bibliográficas	81
Anexos	85

7. Índice de gráficos, tablas y cuadros

Índice de gráficos

Grafico 1. Cálculo General del PCI..... 76

Índice de tablas

Tabla 1: Tipo de carpeta asfáltica según intensidad del tránsito	10
Tabla 2. Rango de clasificación	15
Tabla 3: Long. de unid de muestreo para carreteras asfálticas	17
Tabla 4: Tipos de fallas para el PCI.....	22

Índice de cuadros

Cuadro 1. Definición y operacionalización de variables e indicadores	48
Cuadro 2. Matriz de consistencia.....	50

I. Introducción

Es importante indicar lo fundamental que resulta para el bienestar y desarrollo de nuestros pueblos una adecuada gestión y administración de los proyectos viales, en vista que el progreso económico y social de las comunidades ha estado estrechamente ligado al mejoramiento de los sistemas de transportes, ninguna región puede alcanzar el uso óptimo de sus recursos naturales o la máxima productividad de habitantes, por ello se plantea una planificación en proyectos aplicados a la viabilidad, las cuales pueden garantizar el mejoramiento de la calidad de las personas, las carreteras pavimentadas tienen como efecto principal disminuir los costos de transporte terrestre, de tal manera que mejora la competitividad de los productos de la región y consecuentemente amplía el mercado para su comercialización. En este sentido el mejoramiento de las vías de transportes genera un mayor mercado para los recursos forestales, agrícolas, ganaderos, construcción y otras áreas de influencia directa al proyecto. Por ello es necesario proveer una red en buenas condiciones; y crear una cultura en cuanto al mantenimiento y rehabilitación de la red vial, lo cual dinamiza el desarrollo de la región. Los pavimentos de carretera se dividen en dos categorías principales: rígidos y flexibles. En general, los pavimentos flexibles consisten en una superficie bituminosa soportada por una capa de material granular, y una capa de una mezcla adecuada de materiales gruesos y finos. El **problema de investigación** ¿En qué condición operacional se encuentra el pavimento flexible en la carretera departamental AN-107 Tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, Distrito de Carhuaz, Provincia Carhuaz, Región Ancash, a partir del análisis de las "patologías" , donde se determinó el siguiente

objetivo general; Evaluar la condición operacional del pavimento flexible, aplicando el método del PCI en la Carretera departamental AN-107 Tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Ancash – 2021, el cual logrará los siguientes **objetivos específicos;** Desarrollar la inspección visual del pavimento flexible en la Carretera departamental AN-107 tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Áncash - 2021; Identificar clase, severidad, densidad de las patologías para el pavimento flexible en la carretera departamental AN-107 Tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Áncash - 2021; Calcular el índice de condición de pavimento flexible en la Carretera departamental AN-107 tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, aplicando la metodología del PCI, del distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Áncash - 2021. Esta investigación se **justificó** por la necesidad de conocer el estado actual de la condición de pavimento flexible en la carretera departamental AN-107 Tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Áncash. La **metodología** que se determinó corresponde a un tipo descriptivo, de nivel cuantitativo y cualitativo, el diseño será no experimental que se aplicará de manera transversal, la **delimitación espacial** será comprendida desde junio del 2021 – diciembre 2021; el **universo y muestra** de la investigación estará establecida por el pavimento flexible en la Carretera Departamental AN-107 Tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, Distrito de Carhuaz, Provincia Carhuaz, Región Áncash.

II. Revisión de la literatura

2.1 Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacional

Según Romero¹, en su **tesis**, Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la Vía Siberia – TENJO en la Sabana de Bogotá – 2017, tiene como **objetivo** Caracterizar los tipos y niveles de incidencia de las patologías existentes en la estructura de pavimento apoyada sobre suelos arcillosos desecados en el corredor vial que une el sector de Siberia con el municipio de Tenjo en Cundinamarca, teniendo como **metodología**, el presente documento hace referencia a un texto de tipo retrospectivo, debido a que en el mismo se trabajó con investigaciones realizadas por diferentes autores, los cuales realizaron acercamientos y estudios sobre el suelo y estructura en estudio; pero del mismo modo se realizó la inspección y medición de las patologías en la vía, como **resultados**: Las patologías que se presentan en la estructura, que están asociadas directamente al agrietamiento de la subrasante, los cuales son producidos por cambios volumétricos inducidos por la acción de las raíces. Teniendo como **conclusión**: el tramo vial en estudio, se dividió en primera medida debido a la extensión de la misma, y en segunda medida por la magnitud y repetición de las patologías, esto en consecuencia de la cercanía y los tipos de la vegetación que se encuentran en diferentes puntos de la vía.

Según Niola², en su **tesis**, Análisis de las fallas del pavimento flexible de la avenida Arízaga entre nueve de mayo y Ayacucho - 2016, tiene como **objetivo** analizar las fallas del pavimento flexible de la avenida Arízaga, como resultados: En el análisis del pavimento de la avenida Arízaga entre 9 de Mayo y Ayacucho, el Método que utilizaremos es el del Índice de Condición del Pavimento (PCI), el que realizare mediante una inspección visual que me permitirá identificar superficialmente las patologías que contiene. Este trabajo practico por medio de la metodología (PCI), nos permite determinar el índice de las patologías que contiene el pavimento en estudio, por último, la conclusión: Se observa que la ciudad de Machala, la avenida Arízaga es una de las vías de fácil acceso al centro de la ciudad, por eso se debe considerar dentro de los proyectos de pavimentos de principal necesidad para que su estado sea excelente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Rengifo³, en su **tesis**, Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericano norte en el tramo de huacho a Pativilca (km 188 a 189) - 2016, tiene como **objetivo**: realizar el diseño del pavimento de un kilómetro de la nueva carretera Panamericana Norte. Se dice para dicho pavimento considerando dos tipos: flexible y rígido, dándose como **resultado** la estructura conformada por 28 cm de concreto y 30 cm de base cumple con los requerimientos, pero su porcentaje de daño por erosión es 96% que resulta elevado y muy cercano a la falla del pavimento. Por ello se decide ampliar el espesor

de la losa a 29 cm y se encuentra que con 15 cm de base el porcentaje de daño es 84% lo cual resulta aceptable. El dice no final considerando el proceso constructivo contempla 30 cm de losa de concreto y 15 cm de base granular. en **conclusión**, estructuralmente, cualquiera de las alternativas para los dos tipos de pavimento cumple con los requerimientos, tanto el pavimento diseñado con la metodología de la AASHTO, como con el de la PCA o la del Instituto del Asfalto.

Según Hunpiri⁴, en su **tesis**, Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno - 2015, tiene como **objetivo**: Diagnosticar los da nos sufridos en varios proyectos de pavimentos flexibles en la región de Puno, dándose como **resultado** se evidencia deterioros en la superficie de rodadura de nivel de severidad baja, media y alta en algunos casos, lo que justifico elaborar la identificación, clasificación y monitoreo de las fallas superficiales encontradas. La mayoría de las carreteras mantenidas y rehabilitadas, se han deteriorado prematuramente disminuyendo la condición y el nivel de serviciabilidad del pavimento, demandando trabajos correctivos y complementarios antes de lo previsto. Las causas están referidas al trafico proyectado de forma inadecuada, ´ mala valoración de la sub-rasante, condiciones de drenaje, condiciones ´ ambientales no consideradas, entre otras. En **conclusión**, La región Puno, cuenta con variedad de dice nos en pavimentos flexibles, que en su mayoría no han cumplido

con el ciclo de vida para el cual fueron diseñados. Por ello es importante la conservación a través de ´ mantenimiento rutinario, periódico y/o rehabilitación de las vías, que permitirán brindar a los usuarios seguridad, comodidad y menor tiempo de transporte. De esta manera se logrará mejorar notablemente el nivel de servicio de las vías

2.1.3. Antecedentes local

Según Mercí⁵, en su **tesis**, Análisis de las fallas del pavimento flexible de la avenida arízaga entre nueve de mayo y Ayacucho, tiene como **objetivo** Analizar y determinar las patologías del pavimento flexible de la Av. Arízaga entre Nueve de Mayo y Ayacucho, utilizando el Método de Índice de Condición de Pavimento (PCI), con la finalidad de tener un diagnóstico de las patologías observadas y definir las acciones de mantenimiento y/o rehabilitación a ejecutar según las deficiencias encontradas. Describe el sistema CASAA y se dan los requisitos y las especificaciones para su diseño y construcción. En las normas de la SCT ya existe una regulación de este sistema, así que puede ser aplicado en México sin problema alguno. Por otro lado, se describe los resultados del equipo de laboratorio a fin de demostrar el buen comportamiento del pavimento con este Sistema. Generalmente para comprobar el buen desempeño de un pavimento se realiza la prueba de Macrotextura a fin de determinar su rugosidad. Tres ejemplos se describen: la

carretera Toluca – Cd. Altamirano, la carretera México – Querétaro y el puente Chiapas.

Según Cardenes⁶, en su **tesis**, 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 Cortés, distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho - 2016, tiene como **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. Como metodología: utilizada en el presente trabajo fue del tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterarla, predominantemente cuantitativo. Como **resultados**: nos dan un dato referencial del estado situacional de la condición funcional que tiene cada unidad maestra y que influyen en la necesidad de generar un resultado global luego de la evaluación final, cuya severidad de fallas están en la clasificación de incidencias medio a alto y cuyo rango promedio final del PCI es de 34, resultando en su clasificación como un Pavimento Malo. En conclusión: la presencia de patologías en cada unidad muestral son similares, con una incidencia permanente principal de pérdida de áridos en el 95% de la población muestral, ahuellamiento en el 60%, huecos en el 40% y fisuras de

bloque en el 60%, con existencia de bacheos hasta del 40% en condiciones regulares a malas.

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Pavimento

“Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura”⁷

“Un pavimento es una estructura de una o más capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento, construida de materiales apropiados y cuya principal función es la de permitir el rodamiento de vehículos por una vía o área de circulación, de una forma rápida, cómoda y segura para los usuarios.”⁸

Existen tres clases de pavimentos:

- Pavimentos flexibles
- Pavimentos rígidos
- Pavimentos articulados



Figura 1. Esquema del comportamiento de pavimento

2.2.2. Pavimento flexible

“Un pavimento es una estructura de una o más capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento, construida de materiales apropiados y cuya principal función es la de permitir el rodamiento de vehículos por una vía o área de circulación, de una forma rápida, cómoda y segura para los usuarios”⁸.

“El pavimento flexible es un sistema tricapa, cuya capa superior es de concreto asfáltico, compuesto de ligante, usualmente el asfalto, el cual es un derivado de la refinación del petróleo, y agregados pétreos; materiales granular y suelo. Este tipo de pavimento se llama flexible porque al ser sometido a una carga sufre una deformación y recuperación deseada, al cesar la carga, completamente elástica”¹¹.

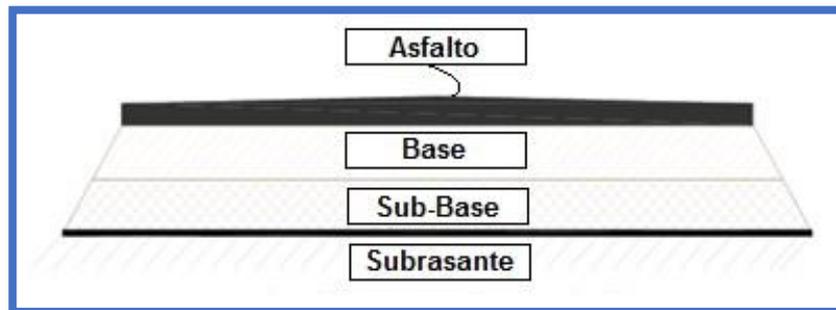


Figura 2: Sección de un Pavimento Flexibles

Fuente: Pavimento

En las mezclas asfálticas es fundamental obtener un contenido óptimo de asfalto ya que, es este elemento el encargado de formar una membrana que tenga las adecuadas dimensiones para resistir las solicitaciones producto del tránsito y de la intemperie.

Además, la carpeta le brinda al pavimento las características funcionales, su función estructural es absorber los esfuerzos horizontales y parte de los verticales.

El espesor y tipo de carpeta asfáltica depende del tránsito que va a circular por el lugar, teniendo en cuenta:

Tabla 1: Tipo de carpeta asfáltica según intensidad del tránsito

Intensidad del tránsito pesado en un solo sentido	Tipo de carpeta
Mayor de 2000 veh./día	Mezcla en planta de 7.5cm de espesor mínimo
1000 a 2000 veh./día	Mezcla en planta con un espesor mínimo de 5cm
500 a 1000 veh./día	Mezcla en el lugar o planta de 5cm como mínimo
Menos de 500 veh./día	Tratamiento superficial simple o múltiple.

Fuente: Reyes

La base es la capa situada inmediatamente debajo de la carpeta asfáltica, es la capa que recibe la mayor cantidad de esfuerzos producto de los efectos del tránsito, su función es predominantemente resistente.

El material utilizado en esta capa es grueso granular para tráfico ligero, para tráfico pesados, normalmente se hace necesario un tipo de tratamiento (estabilización) para poder resistir el tránsito sin deformarse y poder transmitir adecuadamente los esfuerzos a las capas inferiores.

El espesor de base recomendado para pavimentos con un tránsito menor a 1000 vehículos pesados es 12cm, sin embargo, para tránsitos mayores, el espesor mínimo debe de ser 15cm.

“La sub-base es la capa ubicada entre la base y la subrasante, su función es proporcionar un cimiento adecuado para la base y evitar que el agua del suelo ascienda. Además, cumple con una función de economía ya que transforma un cierto espesor de base a un espesor semejante de sub-base. Puede estar formada por gravas y arenas”¹¹.

El espesor mínimo recomendado de sub-base es de 10cm.

“La subrasante debe de ser capaz de soportar las cargas transmitidas directamente por el pavimento, entre mejor calidad de esta capa, menor espesor del pavimento. Además, debe evitar que la explanada contamine al pavimento”¹⁵.

“En este tipo de pavimentos la distribución de esfuerzos está determinada por las características propias del sistema de capas y decrece con la profundidad, de modo similar la resistencia a la deformación”¹⁹.

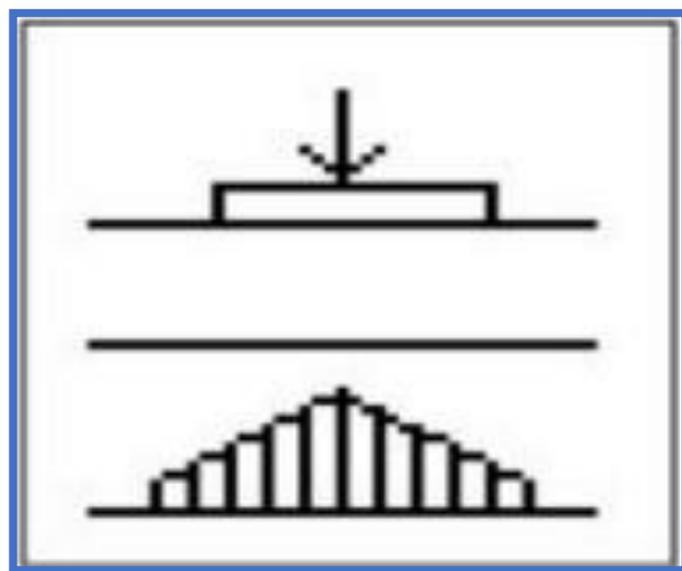


Figura 3: Distribución de esfuerzos de un Pavimento Flexible

2.2.3. Índice del estado del pavimento (PCI)

Según Vásquez⁹, 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. El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

2.2.4. Objetivos del PCI

Según Velasquez¹⁰ los objetivos que se persiguen con la aplicación del Método PCI son:

- “Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio”¹⁰.
- “Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos”¹⁰.
- “Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos”¹⁰.
- “Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño,

evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos. 30 Se debe establecer el Inventario de Pavimentos”¹⁰.

2.2.5. Sub rasante

“Es la superficie que sirve de fundación al pavimento. Está constituida por el suelo y se puede representar en corte, lleno o una combinación de los dos”¹¹.

2.2.6. Sub base

“Es la primera capa de la estructura del pavimento que se dispone sobre la subrasante, con el fin de facilitar un buen drenaje en el pavimento y permitir la construcción del resto de la estructura. En esta capa se presenta una disipación parcial de esfuerzos. Tiene capacidad de absorber algunos cambios de volumen de la subrasante y puede sustituir económicamente parte de la base”¹².

2.2.7. Base

“Es la capa que se construye sobre la sub-base, y en su construcción se emplean materiales de mejor calidad y con mejores especificaciones de construcción. Su importancia radica en su capacidad estructural y de protección del resto de pavimento. Además, permite la circulación de vehículos mientras se construye la capa de rodadura”¹³.

2.2.8. Capa de rodadura

“Es la capa superior del pavimento y sobre ella circulan los vehículos durante la vida útil de ésta. Debe ser resistente a la abrasión generada por el tráfico y a la agresión del medio ambiente.

Tiene la función de proteger la estructura, impermeabilizando la superficie del pavimento, debe ser suave y de superficie continua para que sea cómoda la circulación de vehículos sobre ella”¹⁴.

2.2.9. Juntas

“Son discontinuidades en la superficie del pavimento, cuya orientación puede ser longitudinal o transversal”¹⁴.

2.2.10. Asfalto

“Material derivado del petróleo, compuesto por los elementos más pesados resultantes de la refinación. Se utiliza como cementante en las mezclas asfálticas. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo”¹⁶.

2.2.11. Agregados

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

2.2.12. Red vial

Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional (Nacional, Departamental o Regional y Vecinal o Rural).

2.2.13. Patología

“La Patología se puede definir como la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en la edificación (o en parte de él) después de su ejecución. El concepto de patología abarca todas las imperfecciones, visibles o no, de la obra edificada desde el momento del desarrollo del proyecto”¹⁷.

2.2.14. Índice de condición del pavimento

Según Leguía¹⁸ el PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este. Es un método para determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función a la condición del pavimento. El método determina el índice de condición de pavimento (PCI) en base a la información obtenida de una inspección visual. Este índice ayuda al ingeniero en procesos de evaluación, determinación de labores y prioridades de mantenimiento y reparación. El PCI tiene una variación donde para pavimentos fallados se le otorga un 0, para pavimentos en buena condición 100, todo esto se encuentra especificado dentro de un cuadro de valores con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

Tabla 2. Rango de clasificación

RANGO DE CLASIFICACION DEL PCI	
RANGO	CLASIFICACION
100 – 85	EXCELENTE
85 – 70	MUY BUENO
70 – 55	BUENO
55 - 40	REGULAR
40 - 25	MALO
25 – 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO

2.2.15. Proceso de determinación del estado del pavimento

“El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende: una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos y una segunda fase que será el cálculo”¹⁹.

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende: una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos y una segunda fase que será el cálculo. Para la evaluación de pavimentos, la clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento entre las que tenemos piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros, cada uno de ellos se describe en el Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de Pavimentos. Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento de sección elegida solamente para la inspección del pavimento. De acuerdo al tipo de pavimento que cuenta la vía a evaluar se tiene:

Pavimentos de Asfalto: con un ancho menor a 7.30 m. el área de muestreo debe estar entre 230 ± 93 m². En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones longitud ancho de calzada pavimentada.

Tabla 3: Long. de unidad de muestreo para carreteras asfálticas.

ANCHO DE CALZADA(m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTRA (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.30 (max.)	31.5

2.2.16. Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación

“La inspección de todas las unidades de una sección puede resultar costosa y requiere excesivo tiempo y recursos. El método contempla un plan de muestreo estadístico para determinar el PCI mediante una inspección de una muestra de la sección sin producir una pérdida significativa de precisión”⁴.

El primer paso en el muestreo de la evaluación de un proyecto, es la determinación del número mínimo de unidades de muestreo (n) que deberá ser encuestado para obtener un cálculo aproximado del PCI de la sección. Este número mínimo, es determinado por medio de la siguiente ecuación:

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

Donde:

n=Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

e=Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ($e = \pm 5\%$)

σ =Desviación estándar del PCI entre las unidades.

La ecuación provee un 95% de confianza en que el valor PCI estará dentro de $\pm e$ del valor real, cuando se emplea un número “n” de muestras. El valor mínimo de n es de 5 unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimentos de concreto, estos valores son basados en datos de campo obtenidos de muchas encuestas; sin embargo, si la experiencia local es diferente el promedio de la desviación estándar reflejará la condición local; esta deberá ser usada para la inspección inicial. En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ($n < 5$), se recomienda evaluar todas las unidades.

2.2.17. Pavimentos evaluados

Según Gamarra²⁰ La evaluación de pavimentos consiste en un informe, que presenta el estado en que se encuentra la superficie del mismo, con el fin de poder adoptar las medidas de reparación y mantenimiento adecuadas, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de mucha importancia

elegir y llevar a cabo una evaluación que sea objetiva y acorde con el entorno en el que se ubica.

2.2.18. Importancia de evaluar

“La evaluación de pavimentos es importante, ya que permitirá conocer oportunamente los deterioros presentes en la superficie, y de esta forma realizar las correcciones, obteniendo de esta forma una oferta de servicio óptima para el usuario. Con la realización de una evaluación periódica del pavimento, será posible predecir el nivel de vida de una red o proyecto”²¹.

2.2.19. Determinación de la evaluación

Según Martínez²¹ la objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva

2.2.20. Calculo del PCI para pavimentos de superficie asfáltica

- Valor de deducción

Estos valores (VD) son determinados en función del tipo de falla, su severidad y su densidad en el pavimento.

- **Factor de ajuste**

Este factor permite ajustar el valor total de deducción cuando más de un tipo de falla afecta sustancialmente la condición del pavimento(anexo) muestra las curvas empleadas para determinar el valor de deducción corregido (VDC) en función del valor de deducción (VTD) y “q”, o sea el número de VD individuales mayores que 5. Con la finalidad de facilitar el entendimiento del cálculo del PCI, se ha descrito mediante diversos pasos:

PASO 1: Determinación de los Valores Deducidos (VD):

- A. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna de “Total” del formato. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo. Por ejemplo, los datos recogidos de campo que son: falla tipo piel de cocodrilo, numerada como 1, severidad baja y valores tomados de campo, 9.4, 8.8 y 1.5, que sumados dan 19.70. Ese valor se lo coloca en la columna de total.
- B. “Divida la “Cantidad total” de cada tipo de daño, en cada nivel de severidad, entre el “área muestra” de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la “densidad” del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio”¹².
- C. “Determine el “Valor Deducido” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas o tablas denominadas

“valor deducido del daño”; de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado”¹².

PASO 2: Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):

A) “Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b y 2.c”¹⁵.

B) “Liste los valores deducidos individuales en orden descendente”¹⁵.

C) “Determine el “Número Máximo de Valores Deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación, para carreteras”¹⁵.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

Donde:

m_i - Número máximo admisible de valores deducidos.

HDV_i - El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo.

PASO 3: Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV):

Este paso se lo realiza mediante un proceso iterativo que se lo describe a continuación:

A) Mayores que 2.

B) Determine del “valor deducido total”.

- C) Determine el CDV con el q y el “valor deducido total”.
- D) Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor A y repita las etapas B hasta C.
- E) El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en el proceso de iteración indicado.

PASO 4: Calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 100.

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

Donde:

PCI- Índice de condición presente

máx. CDV- Máximo valor corregido deducido

1.2.21. Descripción de daños

Cada falla en el pavimento evaluado debe ser clasificada dentro de los distintos tipos de falla descritos en el método

Tabla 4: Tipos de fallas para el PCI.

FALLAS CONSIDERADAS EN PCI PAVIMENTOS FLEXIBLES		
FALLA N°	DESCRIPCION	UND.
1	Grieta piel de cocodrilo	M2
2	Exudación de asfalto	M2
3	Grietas de contracción (Bloque)	M2
4	Elevación-Hundimiento	M
5	Corrugaciones	M2
6	Depresiones	M2

7	Grietas de borde	M
8	Grietas de Reflexión de juntas	M
9	Desnivel calzada-hombrillo	M
10	Grietas longitud y Transversal.	M
11	Baches y zanjas reparadas	M2
12	Agregados pulidos	M2
13	Huecos	UND.
14	Cruce de rieles	M2
15	Ahuellamiento	M2
16	Deformación de Empuje	M2
17	Grietas de deslizamiento	M2
18	Hinchamiento	M2
19	Disgregación y desintegración	M2

A) Severidad de fallas

La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. De esta manera, se deberá valorar la calidad del viaje, o sea, la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal; es así que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito:

Bajo, (B): se perciben vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero no es necesaria la reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad. Los

abultamientos y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero no provoca incomodidad.

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

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

El último factor que se debe considerar para calificar un pavimento es la extensión, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro, la calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en el pavimento o varios tramos del pavimento.

De acuerdo al tipo de pavimento al cual se esté realizando la evaluación, se contará con el formato adecuado en el cual se registra en los datos de campo.

1.2.22. Definición de los tipos de daños en pavimentos flexibles

Los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificados en cuatro categorías:

- ❖ Fisuras
- ❖ Deformaciones
- ❖ Pérdida de capas estructurales
- ❖ Daños superficiales
- ❖ Otros daños

“Dentro de cada categoría existen diferentes deterioros que se originan por diversos factores, algunos de los cuales se han establecido mediante la revisión bibliográfica, y otros mediante evaluación de campo y ensayos de laboratorio”¹⁹.

“A continuación, se presenta la definición de cada uno de estos deterioros, sus severidades (clasificadas en Baja, Media y Alta), la forma de medir el daño y las unidades de medida, sus posibles causas y la evolución probable, todo ello acompañado de un registro fotográfico que permite al lector tener una idea más clara de los daños que se pueden encontrar durante una inspección visual típica”.¹⁹

La abreviatura con la cual se registrará cada tipo de daño en el formato de campo aparece entre paréntesis.

A) Fisuras

Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT).

“Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la

misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado.”¹⁴

“La localización de las fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las generó, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes”¹⁴.

Figura 4. Fisura longitudinal

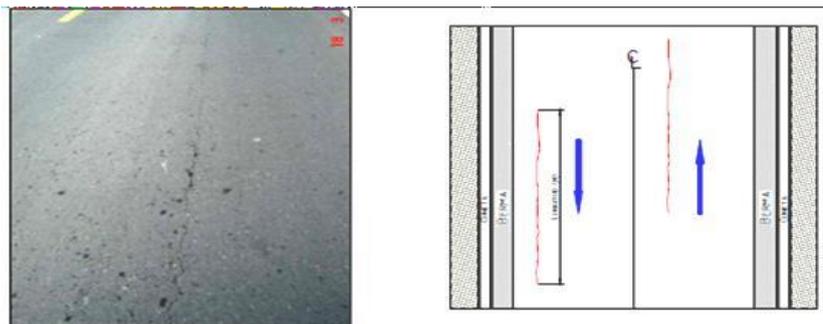
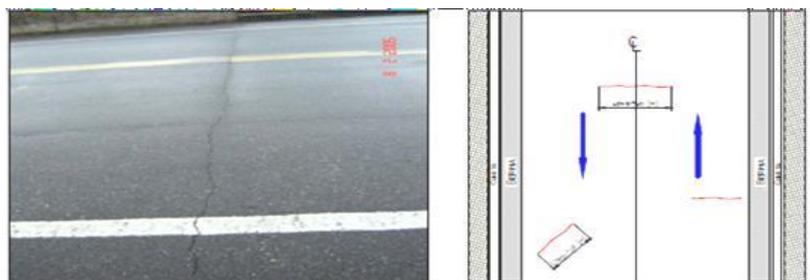


Figura 5. Fisura transversal



Causas:

Las causas más comunes a ambos tipos de fisuras, son:

- “Rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler1, o al

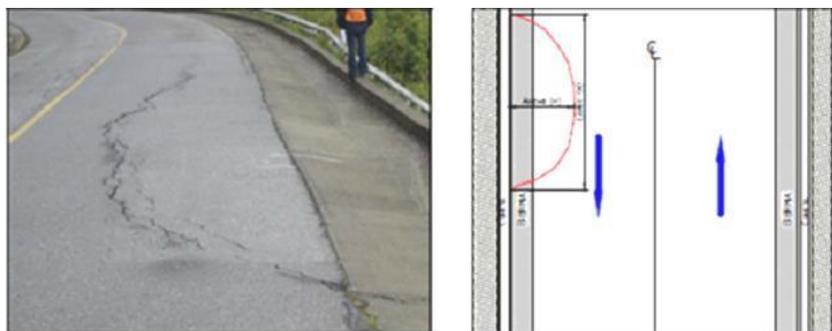
envejecimiento del asfalto, ocurre ante bajas temperaturas o gradientes térmicos altos (generalmente superiores a 30°)”⁸.

- “Reflexión de grietas de las capas inferiores, generadas en materiales estabilizados o por grietas o juntas existentes en placas de concreto hidráulico subyacentes”⁸.
- “Otra causa para la conformación de Fisuras Longitudinales es: Fatiga de la estructura, usualmente se presenta en las huellas del tránsito”¹¹.
- “Otras causas para la conformación de Fisuras Transversales: Pueden corresponder a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante”¹⁰.

➤ **Fisuras en medialuna (FML).**

“Son fisuras de forma parabólica asociadas al movimiento de la banca por lo que usualmente se presentan acompañadas de hundimientos”⁷.

Figura 6. Fisura en medialuna



Causas:

“En general, este tipo de fisuras se producen por inestabilidad de la banca o por efectos locales de desecación, aunque entre otras causas se pueden mencionar las siguientes”¹⁴:

- “Falla lateral del talud en zonas de terraplén, falla del talud en zonas de corte a media ladera, ausencia o falla de obras de contención de la banca, desecación producida por la presencia de árboles muy cerca al borde de la vía, consolidación de los rellenos que acompañan las obras de contención”¹⁴.

B) Piel de cocodrilo (PC)

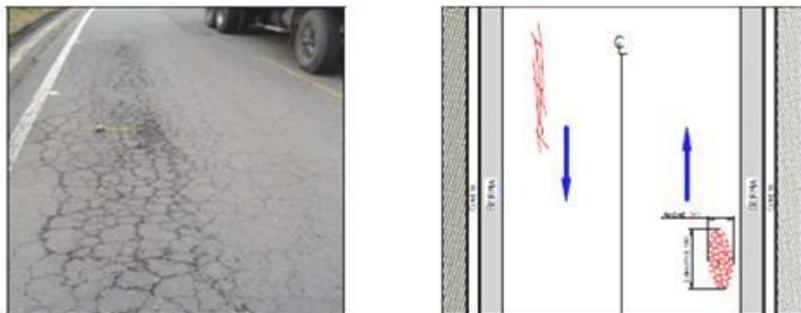
Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. La figuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de las cargas. Las fisuras se propagan a la superficie inicialmente como una o más fisuras longitudinales paralelas. Ante la repetición de cargas de tránsito, las fisuras se propagan formando piezas angulares que desarrollan un modelo parecido a la piel de un cocodrilo.

Tales piezas tienen por lo general un diámetro promedio menor que 30 cm.

La piel de cocodrilo ocurre generalmente en áreas que están sometidas a cargas de tránsito, sin embargo, es usual encontrar

este daño en otras zonas donde se han generado deformaciones en el pavimento que no están relacionadas con la falla estructural (por tránsito o por deficiencia de espesor de las capas) sino con otros mecanismos como por ejemplo problemas de drenaje que afectan los materiales granulares, falta de compactación de las capas, reparaciones mal ejecutadas y subrasantes expansivas, entre otras. Este tipo de daño no es común en capas de material asfáltico colocadas sobre placas de concreto rígido.

Figura 7. Piel de cocodrilo



Causas: La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:

- Espesor de estructura insuficiente.
- Deformaciones de la subrasante.
- Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento).
- Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares.
- Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas.
- Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración

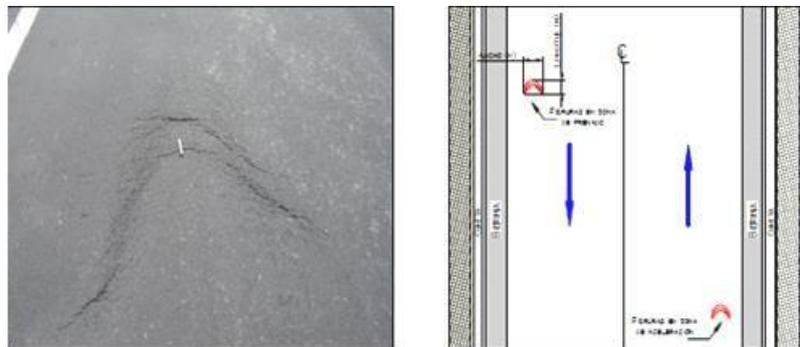
(hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).

- Reparaciones mal ejecutadas, deficiencias de compactación, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño.
- Todos estos factores pueden reducir la capacidad estructural o inducir esfuerzos adicionales en cada una de las capas del pavimento, haciendo que ante el paso del tránsito se generen deformaciones que no son admisibles para el pavimento que se pueden manifestar mediante fisuración.

➤ **Fisuración por deslizamiento de capas (FDC).**

“Corresponden a fisuras en forma de semicírculo o medialuna, con curvaturas definidas de acuerdo con la fuerza de tracción que produce la llanta sobre el pavimento (al acelerar o frenar). Este tipo de fisuras se genera por acción del arranque o frenado de los vehículos lo que conlleva a que la superficie del pavimento se deslice y se deforme”¹⁷.

Figura 8. Fisuración por deslizamiento de capas



Causas: Estas fisuras se presentan usualmente cuando existe una mezcla en la superficie de baja resistencia o por la escasa

adherencia entre las capas superficiales de la estructura del pavimento.

Se pueden generar ante el paso de tránsito muy pesado y muy lento, en zonas de frenado y acelerado de los vehículos.

Otras causas pueden ser:

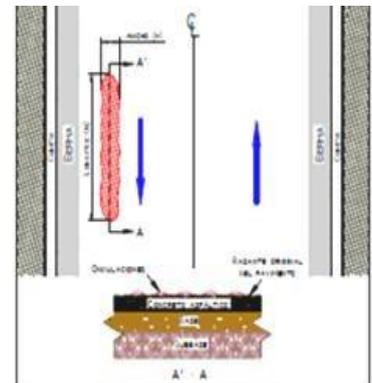
- Espesores de carpeta muy bajos.
- Alto contenido de arena en la mezcla asfáltica⁴.
- Exceso de ligante o presencia de polvo durante la ejecución del riego de liga.
- Carencia de penetración de la imprimación en bases granulares

C) Deformaciones

➤ Ondulación (OND).

“También conocida como corrugación o rizado, es un daño caracterizado por la presencia de ondas en la superficie del pavimento, generalmente perpendiculares a la dirección del tránsito, con longitudes entre crestas usualmente menores que 1,0 m”².

Figura 9. Ondulación



Causas:

“La ondulación es una deformación plástica de la capa asfáltica, debido generalmente a una pérdida de estabilidad de la mezcla en climas cálidos por mala dosificación del asfalto, uso de ligante blandos o agregados redondeados. Muchos de los casos suelen presentarse en las zonas de frenado o aceleración de los vehículos”¹⁸.

“Otra causa puede estar asociada a un exceso de humedad en la subrasante, en cuyo caso el daño afecta toda la estructura del pavimento. Además, también puede ocurrir debido a la contaminación de la mezcla asfáltica con finos o materia orgánica”¹⁸.

Bajo este contexto, las causas más probables son:

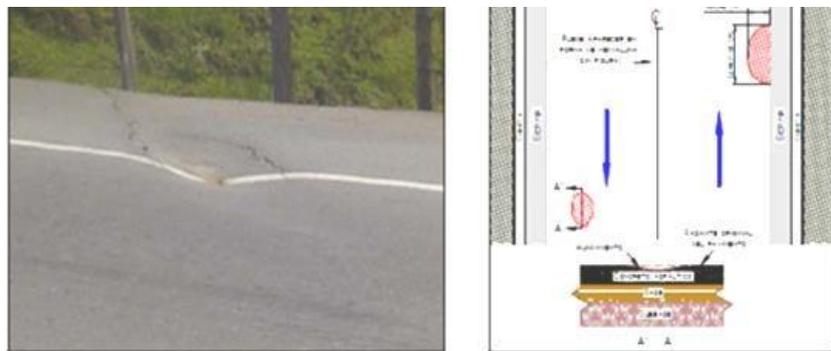
- Pérdida de estabilidad de la mezcla asfáltica.
- Exceso de compactación de la carpeta asfáltica.
- Exceso o mala calidad del asfalto.
- Insuficiencia de triturados (caras fracturadas).
- Falta de curado de las mezclas en la vía.
- Acción del tránsito en zonas de frenado y estacionamiento.
- Deslizamiento de la capa de rodadura sobre la capa inferior por exceso de riego de liga.

D) Hundimiento (HUN).

"Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.

“Este tipo de daño puede generar problemas de seguridad a los vehículos, especialmente cuando contienen agua pues se puede producir hidropelano. Los hundimientos pueden estar orientados de forma longitudinal o transversal al eje de la vía, o pueden tener forma de medialuna, en cualquier caso, el reporte del daño debe incluir en las aclaraciones, la orientación o la forma del hundimiento, si es fácilmente identificable en campo”¹.

Figura 10. Hundimiento



Causas: Existen diversas causas que producen hundimientos las cuales están asociadas con problemas que en general afectan toda la estructura del pavimento:

- Asentamientos de la subrasante.
- Deficiencia de compactación de las capas inferiores del pavimento, del terraplén o en las zonas de acceso a obras de arte o puentes.
- Deficiencias de drenaje que afecta a los materiales granulares.
- Diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante en los sectores de transición entre corte y terraplén.

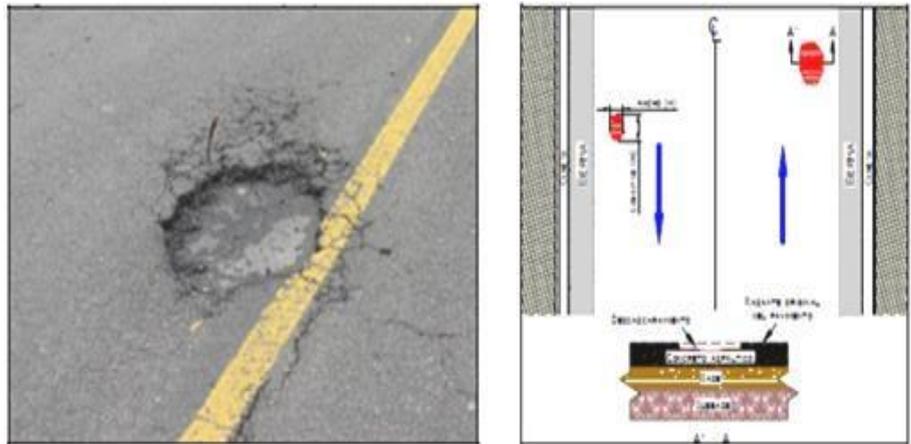
- Deficiencias de compactación de rellenos en zanjas que atraviesan la calzada.
- Inestabilidad de la banca.
- Circulación de tránsito muy pesado.

E) Pérdida de las capas de la estructura

Descascaramiento (DC).

“Este deterioro corresponde al desprendimiento de parte de la capa asfáltica superficial, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes”¹⁷.

Figura 11. Descaramiento



Causas:

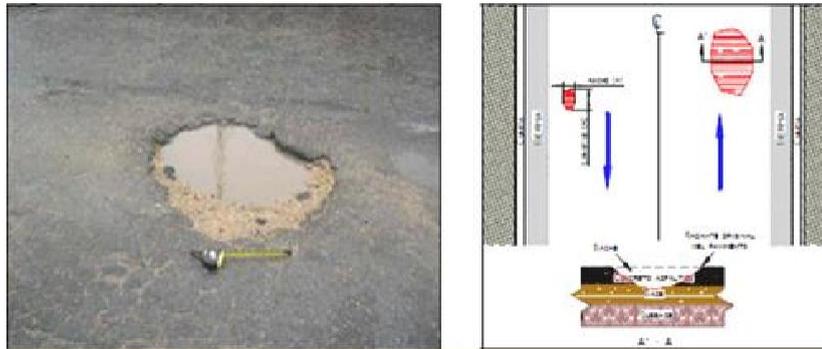
- Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.
- Riego de liga deficiente.
- Mezcla asfáltica muy permeable.

F) Baches (BCH).

“Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área

afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. Dentro de este tipo de deterioro se encuentran los ojos de pescado que corresponden a baches de forma redondeada y profundidad variable, con bordes bien definidos que resultan de una deficiencia localizada en las capas estructurales”¹.

Figura 12. Baches



Causas:

“Este tipo de deterioro puede presentarse por la retención de agua en zonas fisuradas que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos efectivos generando deformaciones y la falla del pavimento. Este deterioro ocurre siempre como evolución de otros daños, especialmente de piel de cocodrilo”¹⁹

También es consecuencia de algunos defectos constructivos (por ejemplo, carencia de penetración de la imprimación en bases granulares) o de una deficiencia de espesores de capas estructurales. Puede producirse también en zonas donde el pavimento o la subrasante son débiles.

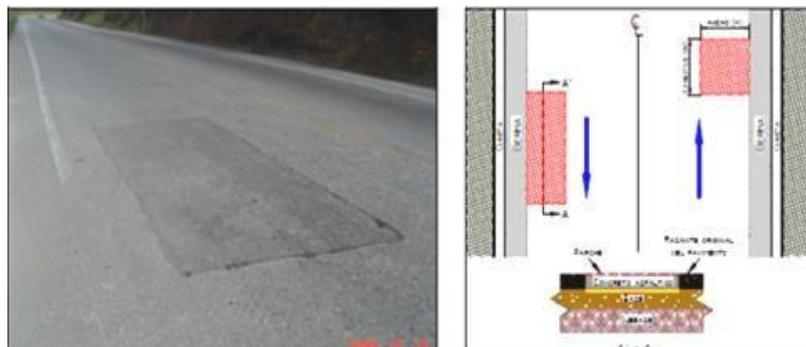
➤ **Parche (PCH).**

- “Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel de concreto asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (acueducto, gas, etc.)”³.

A pesar de que dicha área puede no presentar daños en el momento de la inspección, es necesario reportar su extensión porque indica la existencia de un deterioro anterior. Aunque para el registro de los daños en el formato de campo estas intervenciones se reportan como parches, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo del espesor parcial o total de concreto asfáltico, ésta se conoce como parcheo.
- Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo parcial o total de granulares, ésta se conoce como bacheo.

Figura 13. Parche



Causas:

Las causas del deterioro propio del parche pueden establecerse teniendo en cuenta el tipo de daño que presente. Sin embargo, pueden estar asociadas principalmente a:

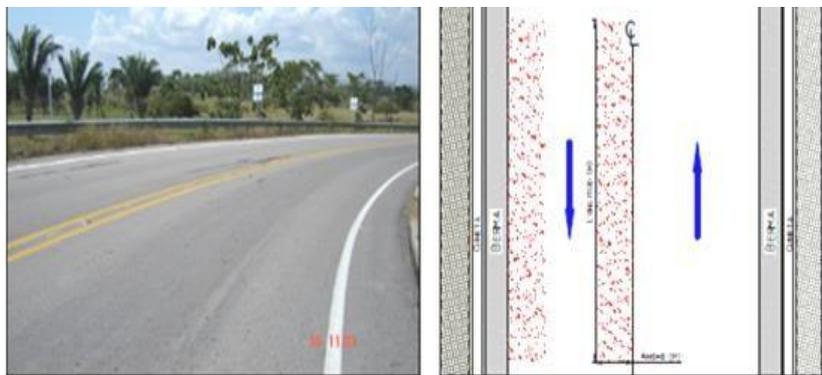
- “Procesos constructivos deficientes, progresión del daño inicial por el cual debió realizarse el parcheo (cuando la intervención fue inadecuada para solucionar el problema), deficiencias en las juntas, propagación de daños existentes en las áreas aledañas al parche”⁴

G) DAÑOS SUPERFICIALES

➤ **Desgaste superficial (DSU).**

“Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida de ligante y mortero. Suele encontrarse en las zonas por donde transitan los vehículos. Este daño provoca aceleración del deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y del tránsito”¹⁹.

Figura 14. Desgaste superficial



Causas:

“El desgaste superficial generalmente es un deterioro natural del pavimento, aunque si se presenta con severidades medias o altas a edades tempranas puede estar asociado a un endurecimiento significativo del asfalto”¹¹.

Puede generarse también por las siguientes causas:

- Falta de adherencia del asfalto con los agregados.
- Deficiente dosificación de asfalto en la mezcla.
- Acción intensa del agua u otros agentes abrasivos además del tránsito.

Cabezas duras (CD).

“Corresponde a la presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto, que puede llegar a aumentar”¹⁹

III. Hipótesis

No aplica.

IV. Metodología

4.1. Diseño de la investigación

Se determinó un tipo de investigación descriptivo porque contaremos con dos variables, las cuales serán relacionadas entre sí, la cual uno dependerá una de otra. El nivel de investigación será cualitativo porque se diagnosticó cada elemento del sistema y se determinara un estado de cada uno de acuerdo con lo diagnosticado y cuantitativo porque se va a dar los diseños a través de procesos dados por formulas.

Para esta investigación se aplicó un diseño no experimental porque no alteraremos datos en campo

Este diseño se grafica de la siguiente manera:



Leyenda de diseño

M: Muestra.

O: Observación.

A: Análisis.

E: Evaluación.

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población:

Para la presente Investigación el universo está dada por la delimitación geográfica de la Carretera Departamental AN-107, Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Región Ancash.

4.2.2. Muestra:

Carretera Departamental AN-107, Tramo KM. 00+000 – KM.
10+000 Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Región
Ancash.

4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

Cuadro 1. Definición y operacionalización de variables e indicadores.

OPERACIONABILIDAD DE VARIABLES				
VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<p>VARIABLES INDEPENDIENTE:</p> <p>Patologías del pavimento flexible.</p>	<p>Es una característica detectable en individuos o grupo, asociada a aumento de probabilidad de padecer y desarrollar o estar especialmente expuesto a experimentar un daño a la salud.</p>	<p>Características físicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fisuras ✓ Deformaciones ✓ Pérdida de capas estructurales ✓ Daños superficiales ✓ Otros daños 	<p>Intervalo</p>
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Estado del pavimento flexible de la Carretera Departamental AN-107 Tramo Km. 00+000 al Km. 10+000, Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Región Ancash</p>	<p>Es el grado de afectación y deterioro que tiene pavimento flexible de la Carretera Departamental AN-107 Tramo Km. 00+000 al Km. 10+000, Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Región Ancash</p>	<p>Nivel de severidad de las Patologías</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bajo ✓ Medio ✓ Alto 	<p>Nominal</p>

Fuente: Elaboración propia - 2021

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizará la Evaluación Visual y toma de datos a través de la ficha técnica (PCI) como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo. La evaluación de la condición incluirá los siguientes aspectos:

Equipo.

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

4.5. Plan de análisis

El plan de análisis adoptado, estará comprendido de la siguiente manera:

1. El análisis se realizará, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área que está en estudio. Según los diferentes ejes y tramos proyectados en los planos para mejor evaluación.
2. Evaluando de manera general, tanto la parte interna como la parte externa de toda la infraestructura, podremos determinar los diferentes tipos de patologías que existen y según ello realizar los cuadros de evaluación.
3. Procedimiento de recopilación de información de campo, mediante mediciones para obtener cuadros informativos de tipos de patologías.
4. Cuadros de ámbito de la investigación.

4.6. Matriz de consistencia

Cuadro 2. Matriz de consistencia.

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, APLICANDO EL MÉTODO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AN-107 TRAMO KM. 00+000 – KM. 10+000, DISTRITO DE CARHUAZ, PROVINCIA DE CARHUAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2021				
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	METODOLOGÍA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<p>Caracterización de problema: Según el tipo de patologías identificadas, se indicará el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento flexible en la carretera departamental AN-107 tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Ancash. El presente trabajo servirá de base para la toma de decisiones que pudiera tomar el Gobierno regional de Áncash que es responsable de las carreteras departamentales para realizar las acciones mantenimiento de acuerdo al índice de condición de pavimentos, y la condición operacional de dichos pavimentos obtenidas como resultado del desarrollo del presente trabajo.</p> <p>Enunciado del problema: ¿En qué condición operacional se encuentra el pavimento flexible en la carretera departamental AN-107 tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Ancash, a partir del análisis de las patologías?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la condición operacional del pavimento flexible en la carretera departamental AN-107 Tramo KM. 00+000 – KM. 10+000 aplicando el método del PCI, del distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Áncash – 2021.</p> <p>Objetivos específicos: Desarrollar la inspección visual del pavimento flexible en la carretera departamental AN-107 tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Áncash - 2021. Identificar clase, severidad, densidad de las patologías para el pavimento flexible en la carretera departamental AN-107 tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Áncash – 2021. Calcular el índice de condición de pavimento flexible en la Carretera departamental aplicando la metodología del PCI, en la carretera departamental AN-107 Tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, distrito de Carhuaz, provincia Carhuaz, región Áncash - 2021</p>	<p>Pavimento Pavimento flexible Índice de condición del pavimento (PCI) Objetivos del PCI Sub rasante Sub base Base Capa de rodadura Sistema de abastecimiento de agua Juntas Asfalto Agregados Red vial Patología Indicé de condición de pavimento Procedimiento de la evaluación de la condición del pavimento Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación Evaluación de los pavimentos Importancia de la evaluación de los pavimentos Objetividad en la evaluación de pavimentos</p>	<p>La investigación es de tipo descriptivo correlacional ya que el investigador recogió los datos en campo sin ser alterarlos El nivel de investigación, fue de carácter cualitativo y cuantitativo porque inicia con un proceso, que comienza con el análisis de los hechos, lo empírico, y en el proceso desarrolla una teoría que la afiance, su enfoque se basa en métodos de recolección y no manipula variables. El diseño de la presente investigación sobre la evaluación, es no experimental.</p> <p>Definición y Operacionalización de las Variables Técnicas e Instrumentos Plan de Análisis Matriz de consistencia Principios éticos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Romero S. Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia – Tenjo en la sabana de Bogotá - 2017 [Tesis para optar título], pg: [129;01-29-30-38-62]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia; 2017 Niola M. Análisis de las fallas del pavimento flexible de la avenida Arízaga entre nueve de mayo y Ayacucho - 2016 [Tesis para optar título], pg: [137;17-45-46-53-107]. Machala - Ecuador: Universidad Técnica de Machala; 2016 Rengifo K. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189) – 2014 [Tesis para optar título], pg: [91;01-33-34]. Lima, Perú: Universidad Católica del Perú; 2014

Fuente: Elaboración propia - 2021

4.7. Principios éticos

Como profesionales de la carrera de Ingeniería Civil, siempre contaremos y estaremos dispuestos a dar servicios directamente con la sociedad, para lograr una mejora a la calidad humana, priorizando la seguridad y otorgando su respectivo uso de los recursos de cada trabajo determinado para cada uno.

1. Debemos de defender lo nuestro, nuestra integridad, dignidad de la profesión que tenemos, logrando servir a la población con una gran fidelidad y no solo a ellos, si no en general, dando mucho de nuestra parte, sacrificándonos para lograr tener un prestigio.
- 2.-Así pues, como principios éticos, debemos comprometernos con:
 - a) La Relación con la sociedad: Estaremos en toda la capacidad de desarrollar e innovar con proyectos que beneficien a la sociedad, así como acreditar o autorizar planos, memorias, investigaciones.
 - b) La Relación con el público: Los informes objetivos que presentemos deben ser sencillos y fáciles de comprender, teniendo justificación razonable de las decisiones que se adopten, así mismo estar en capacitación constante a fin de desarrollar proyectos innovadores y útiles a la sociedad.
 - c) La Competencia y Perfeccionamiento: Podremos desarrollar trabajos de ingeniería cuando se cuente con el conocimiento y la experiencia necesaria, caso contrario como ingenieros debemos estar en la constante actualización de los temas según nuestros campos de estudio, asistiendo a cursos, seminarios, congresos, diplomados, etc.

- d) El ejercicio profesional: Podremos hacer la publicidad de nuestros servicios profesionales de manera verídica, pudiendo mencionar los lugares de donde hayamos prestado nuestros servicios o donde actualmente estamos laborando.
- e) La relación con los colegas: Los ingenieros que trabajen para el sector público pueden y están en la obligación de revisar y dar su opinión si así lo requieren, sin dañar la reputación del autor del proyecto y tampoco apropiarse de proyectos que no hayan sido elaborados por sí mismo.
- f) Los Deberes con el Colegio: Se deberá tener una activa participación con el colegio, así como animar a los demás ingenieros a que sean parte del colegio de ingenieros (obteniendo su colegiatura).
- g) Las Sanciones: Las infracciones que se cometan por parte de los miembros del colegio de ingeniero serán sancionados de acuerdo a la gravedad del caso ante autoridades competentes.
- h) Los Alcance y Cumplimiento del Código de Ética: Las normas de este código rigen el ejercicio de la ingeniería en toda su extensión y en todo el territorio nacional y ninguna circunstancia puede impedir su incumplimiento.

Las sanciones que se aplican a los miembros son las siguientes:

- ✓ Amonestación: Exhortar al sancionado a cumplir con sus deberes profesionales y ceñirse al código de ética profesional.
- ✓ Suspensión: Inhabilitar temporalmente como miembro del CIP.

- ✓ Expulsión: Pena máxima del CIP. Solo aplicable por mandato judicial o por causas de extrema gravedad.

V. Resultados

5.1. Resultados

Se estableció resultados integrando la ubicación de la zona de estudio del tramo de carretera Departamental AN-107 del Km 00+000 al Km 10+000, por ello se ha determinado la metodología del PCI utilizando cuadros de evaluación

Los cuatro cuadros que se desarrollan en cada Km evaluado de la carretera Departamental AN-107, del Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash consisten en lo siguiente:

El primer cuadro es una hoja de inspección de datos de ubicación y de cantidad tanto en número y área, así mismo la determinación de las patologías y su ubicación en el área de trabajo, además de la cuantificación de las patologías según corresponda.

El segundo cuadro se refiere a los ábacos donde se ubican los niveles de cada patología y las características establecidas las cuales alimentan el cuadro anterior.

El tercer cuadro da referencia a los cálculos orientados desde el primer cuadro para ubicarlos en el Abaco general y establecer el PCI final.

El cuarto cuadro se constituye en la gráfica donde se indica los niveles de las patologías y el PCI graficado.

Como final se establece un consolidado de dos cuadros en los que se indica tanto en número como en grafica el PCI total del tramo de la carretera Departamental AN-107 Km 00+000 al Km 10+000, del Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash.

I . 1. 1. Unidad de Muestra KM 00+000 AL KM 00+200

PAVIMENTO FLEXIBLE			
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA			
ZONA:	CARHUAZ	PROGRESIVA: KM0+000 AL KM 0+200	UNIDAD DE MUESTRA: 1
DISTRITO:	CARHUAZ	ANCHO DE LA VIA: 6 M	FECHA: MAYO - 2015
PROVINCIA:	CARHUAZ	LONGITUD DE LA VIA: 200 m	TIEMPO DE CONSTRUCCION : 3 AÑOS
DEPARTAMENTO:	ANCASH	AREA : 1200 M2	
TIPO DE USO :	VEHICULAR		
EVALUADOR :	BACH. JOSE ANTUNEZ		

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Piel de cocodrilo	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahuellamiento
2	Exudación	9	Desnivel canchil/berma	16	Desplazamiento
3	Agrietamiento en bloque	10	Grieta longitudinales y transversales	17	Grieta parabólica (slippage)
4	Abotamiento y hundimiento	11	Parosno	18	Hundimiento
5	Corrugación	12	Pulimento desagregados	19	Meteorización/Desprendimiento de agregados
6	Depresión	13	Huecos		
7	Grieta de borde	14	Cruce de vó ferrea		

N/S	NIVELES DE SEVERIDAD
1	SEVERIDAD BAJA
2	SEVERIDAD MEDIA
3	SEVERIDAD ALTA

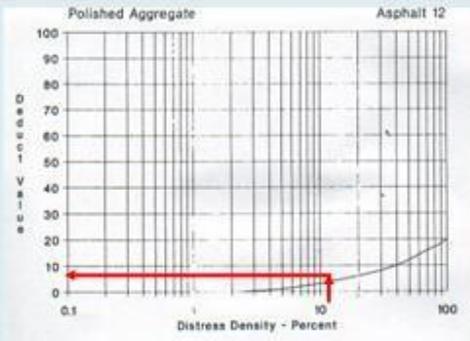
N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
				1ER TRAMO	2DO TRAMO	3ER TRAMO	4TO TRAMO	5TO TRAMO				
				KM 00+000 - KM 00+040	KM 00+040 - KM 00+080	KM00+080 - KM00+120	KM 00+120 - KM 00+160	KM00+160 - KM 00+200				
13	Huecos	3	Alta				3.2		3.2			

**PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO
DISTRITO DE SHILLA-CARHUAZ**

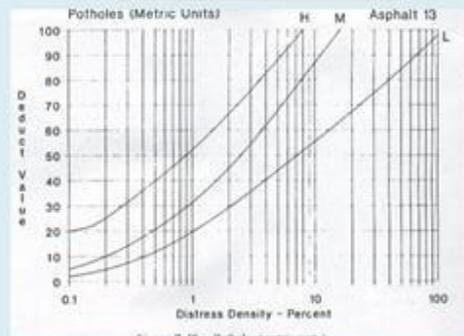
KM

PROGRESIVA: KM.

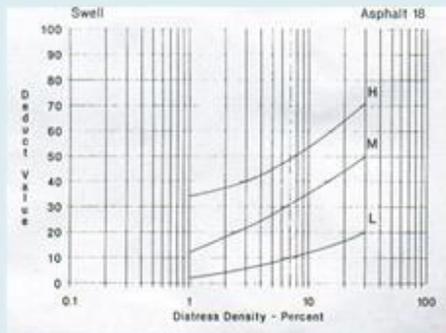
PULIMENTO DE AGREGADOS



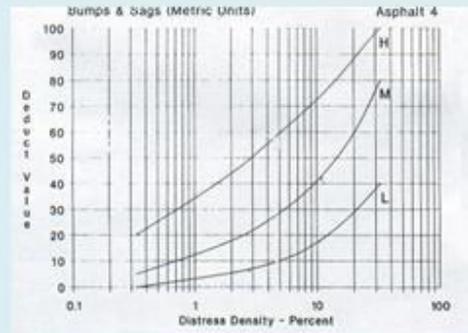
HUECOS



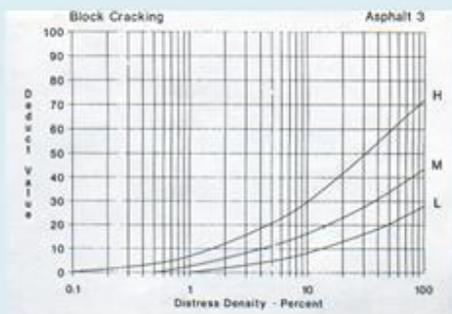
HINCHAMIENTO



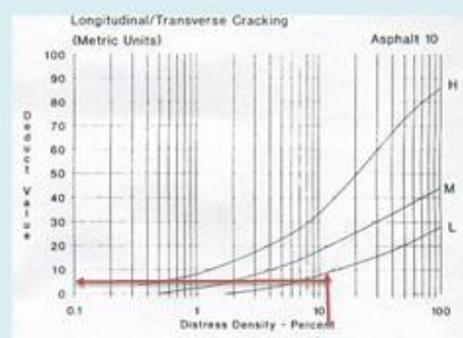
**ABULTAMIENTO Y
HUNDIMIENTO**



**AGRIETAMIENTO
EN BLOQUE**



**GRIETAS LONGITUDINALES
Y TRANSVERSALES**



CALCULO DEL VRC

KM

PROGRESIVA: KM.

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

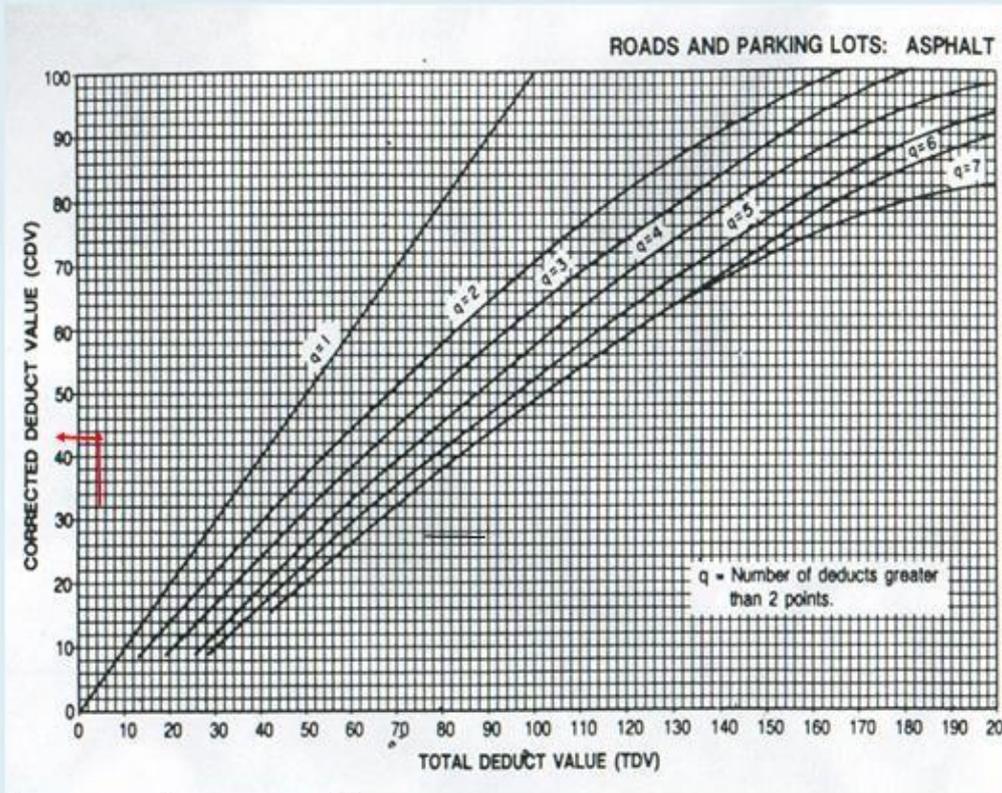
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 6.87$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	1	38
2													
3													
4													



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

Máximo VRC = **38**

PCI = 100 – Máximo VRC

PCI = 100 – 38 = **62**

Clasificación = **BUENO**

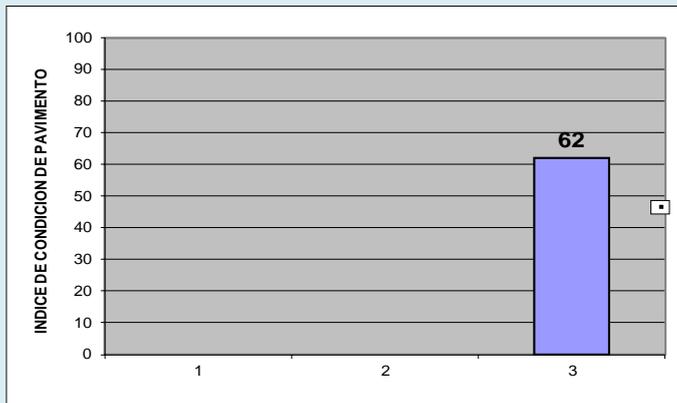
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

62

HUECOS

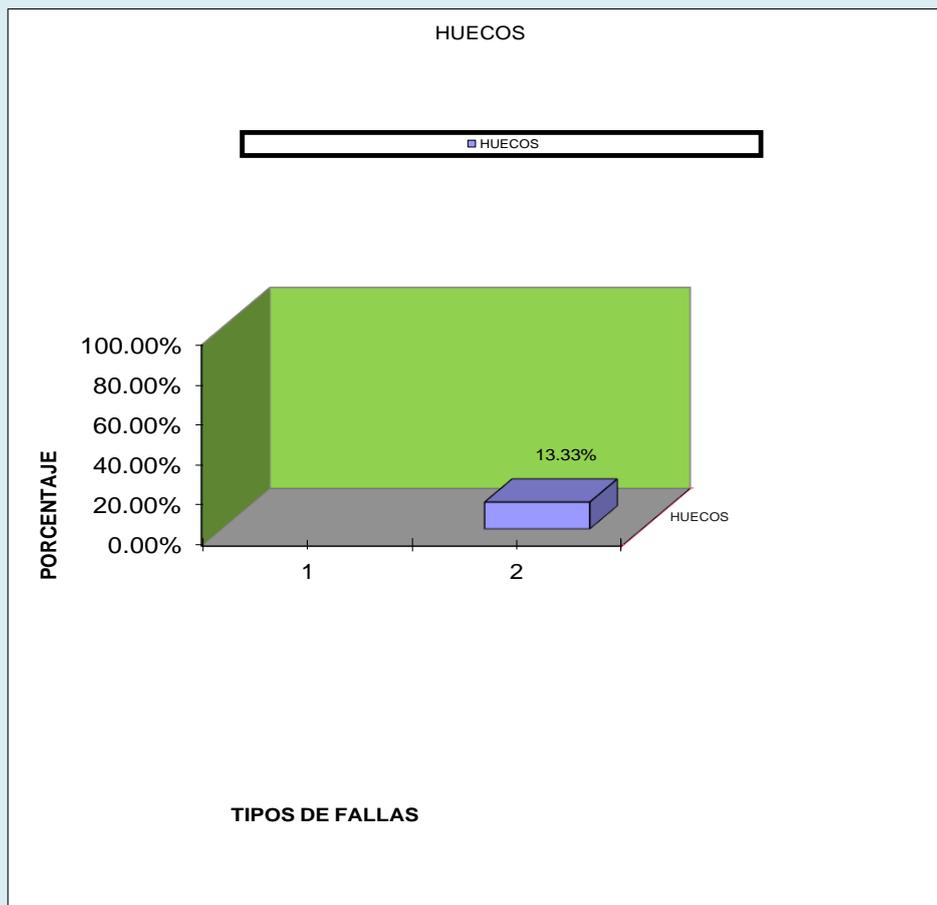
Acumulado 13.33%
real 100

13.33% 100.00%



RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado



IV.1.2. Unidad de Muestra KM 02+000 AL KM 02+200

PAVIMENTO FLEXIBLE			
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA			
ZONA:	CARRUAZ	PROGRESIVA: KM 2+000 AL KM 2+200	UNIDAD DE MUESTRA : 1
DISTRITO:	CARRUAZ	ANCHO DE LA VIA: 6 M	FECHA: MAYO - 2015
PROVINCIA:	CARRUAZ	LONGITUD DE LA VIA: 200 m	TIEMPO DE CONSTRUCCION : 3 AÑOS
DEPARTAMENTO:	ANCASH	AREA: 1200 M2	
TIPO DE USO:	VEHICULAR		
EVALUADOR:	BACH. JOSE ANTUNEZ		

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Piel de cocodrilo	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahuellamiento
2	Exudación	9	Desnivel cantil/berma	16	Desplazamiento
3	Agrietamiento en bloque	10	Grieta longitudinales y transversales	17	Grieta parabólica (slippage)
4	Abundamiento y hundimiento	11	Parqueo	18	Hinchamiento
5	Corrugación	12	Pulimento desagregados	19	Meteorización/Desprendimiento de agregados
6	Depresión	13	Huecos		
7	Grieta de borde	14	Cruce de vía férrea		

N/S	NIVELES DE SEVERIDAD
1	SEVERIDAD BAJA
2	SEVERIDAD MEDIA
3	SEVERIDAD ALTA

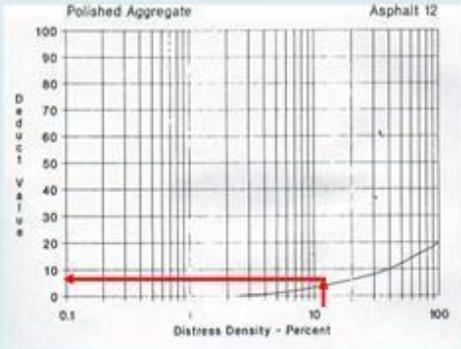
N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
				1ER TRAMO	2DO TRAMO	3ER TRAMO	4TO TRAMO	5TO TRAMO				
				KM 02+000 - KM 02+040	KM 02+040 - KM 02+080	KM 02+080 - KM 02+120	KM 02+120 - KM 02+160	KM 02+160 - KM 02+200				
11	Pulimento de agregados	1	Baja			20			20			

**PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO
DISTRITO DE SHILLA-CARHUAZ**

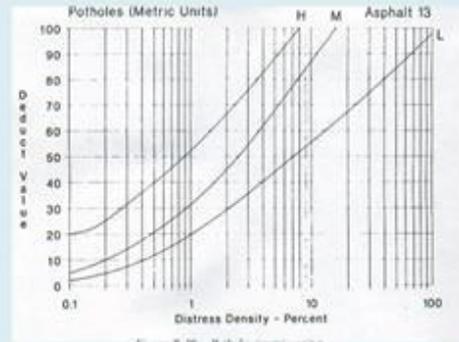
KM

PROGRESIVA: KM.

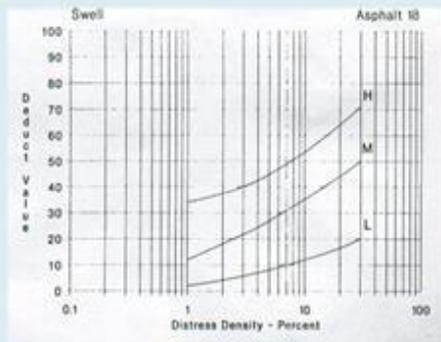
PULIMENTO DE AGREGADOS



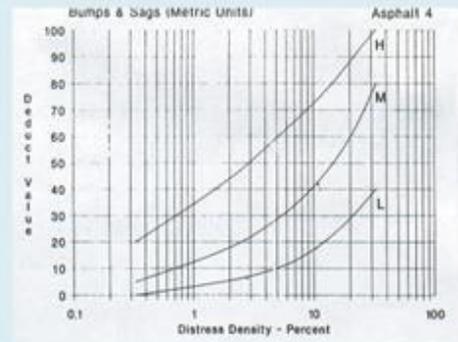
HUECOS



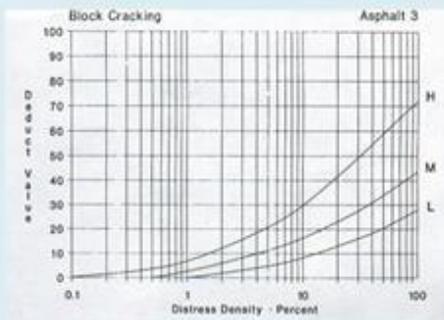
HINCHAMIENTO



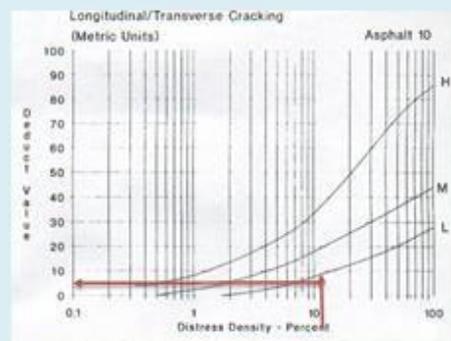
**ABULTAMIENTO Y
HUNDIMIENTO**



**AGRIETAMIENTO
EN BLOQUE**



**GRIETAS LONGITUDINALES
Y TRANSVERSALES**



CALCULO DEL VRC

KM

PROGRESIVA: KM.

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) \times (100 - VAR)$$

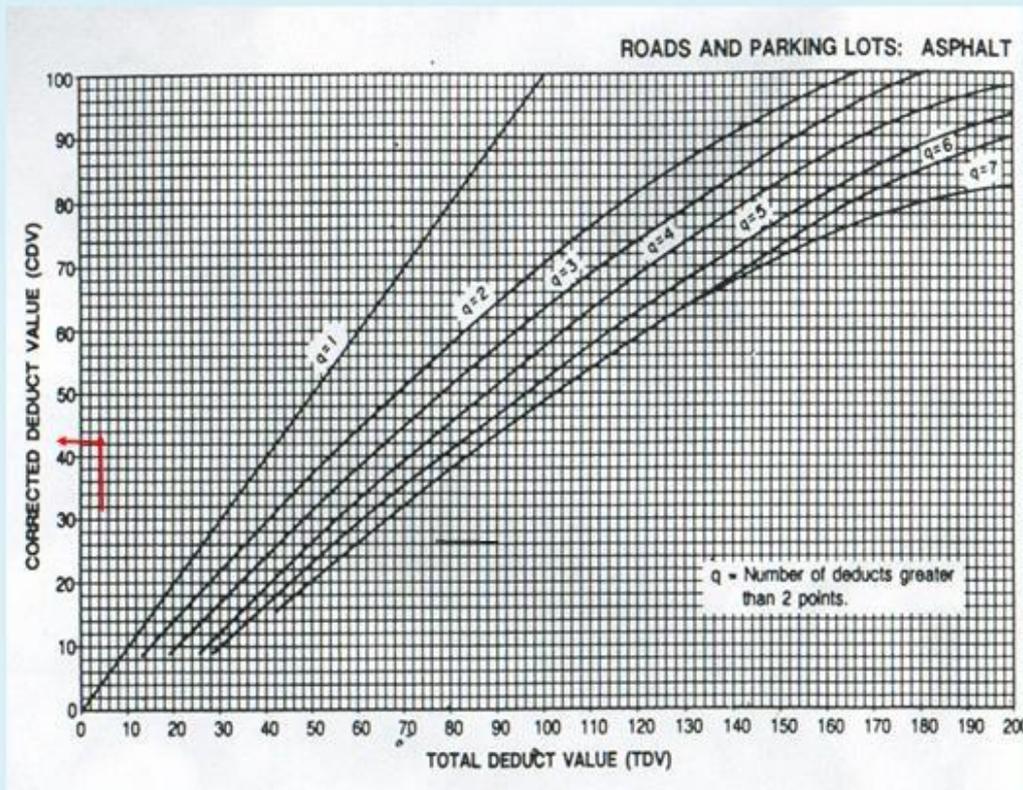
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 7.63$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	40	2	30
2	30	5									35	1	35
3													
4													



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

Máximo VRC = **35**

PCI = 100 – Máximo VRC

PCI = 100 – 35 = **65**

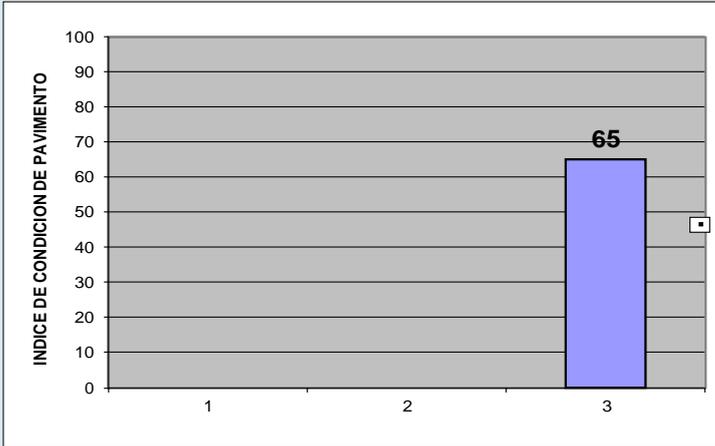
Clasificación = **BUENO**

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

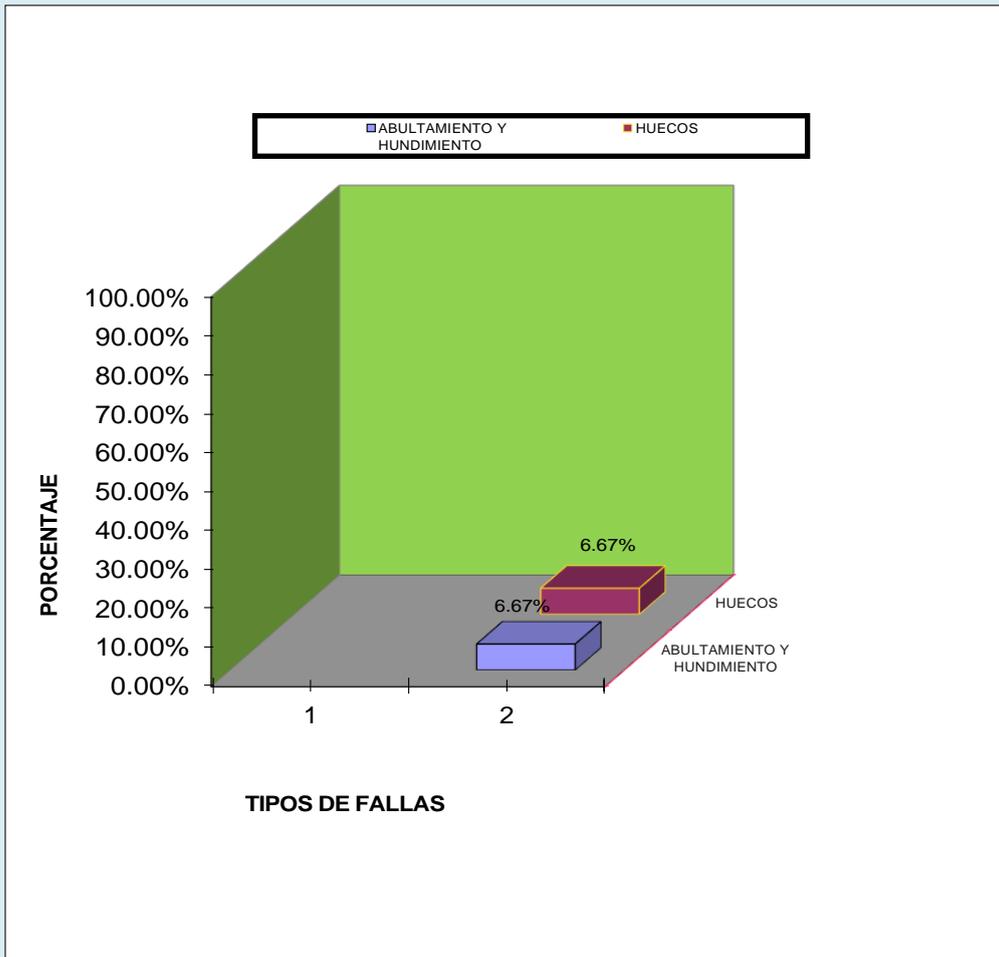
65

**ABULTAMIENTO Y
HUNDIMIENTO
HUECOS**

Acumulado	real
6.67%	50
6.67%	50
13.33%	100.00%



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



IV.1.3. Unidad de Muestra KM 04+000 AL KM 04+200

PAVIMENTO FLEXIBLE		
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA		
ZONA:	CARHUAZ	PROGRESIVA: KM4+000 AL KM 4+200
DISTRITO:	CARHUAZ	ANCHO DE LA VIA: 6 M
PROVINCIA:	CARHUAZ	LONGITUD DE LA VIA: 200 m
DEPARTAMENTO:	ANCASH	AREA: 1200 M2
TIPO DE USO:	VEHICULAR	
EVALUADOR:	BACH. JOSE ANTONIO	
UNIDAD DE MUESTRA: 1		
FECHA: MAYO - 2015		
TIEMPO DE CONSTRUCCION: 3 AÑOS		

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Fiebre cocodrilo	8	Grêta de reflexi3n de junta	15	Ahuellamiento
2	Exudaci3n	9	Desnivel cantil/berma	16	Desplazamiento
3	Agrietamiento en bloque	10	Grêta longitudinales y transversales	17	Grêta parab3lica (slippage)
4	Abundamiento y hundimiento	11	Pat3n	18	Hundimiento
5	Corrugaci3n	12	Pulimento desagregados	19	Meteorizaci3n/Desprendimiento de agregados
6	Depresi3n	13	Huecos		
7	Grêta de borde	14	Cruc de v3 ferrea		

N/S	NIVELES DE SEVERIDAD
1	SEVERIDAD BAJA
2	SEVERIDAD MEDIA
3	SEVERIDAD ALTA

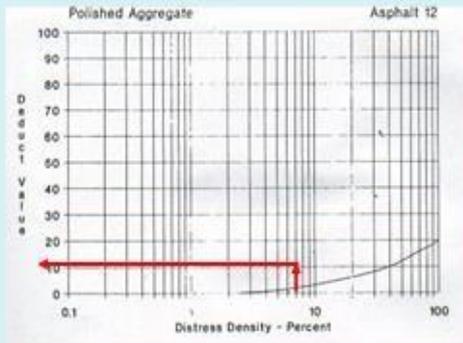
N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
				1ER TRAMO	2DO TRAMO	3ER TRAMO	4TO TRAMO	5TO TRAMO				
				KM 04+000 - KM 04+040	KM 04+040 - KM 04+080	KM 04+080 - KM 04+120	KM 04+120 - KM 04+160	KM 04+160 - KM 04+200				
10	Grêta longitudinales y transversales	1	Baja				8		8			

**PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO
DISTRITO DE SHILLA-CARHUAZ**

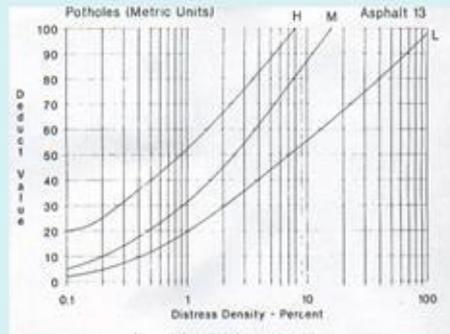
KM

PROGRESIVA:

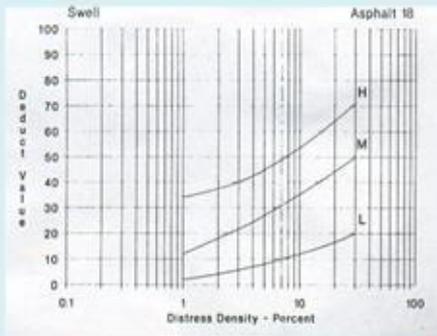
PULIMENTO DE AGREGADOS



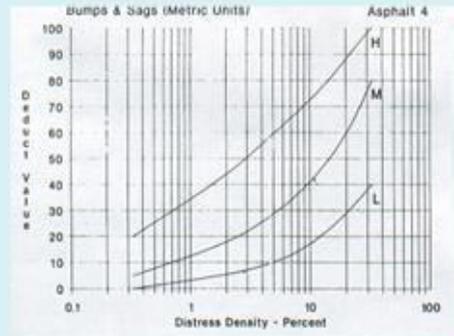
HUECOS



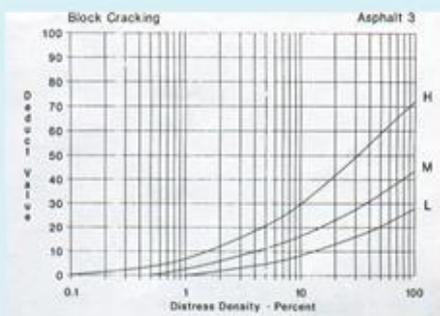
HINCHAMIENTO



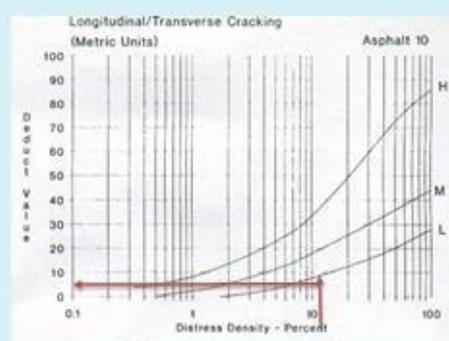
**ABULTAMIENTO Y
HUNDIMIENTO**



**AGRIETAMIENTO
EN BLOQUE**



**GRIETAS LONGITUDINALES
Y TRANSVERSALES**



CALCULO DEL VRC

KM

PROGRESIVA: KM.

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

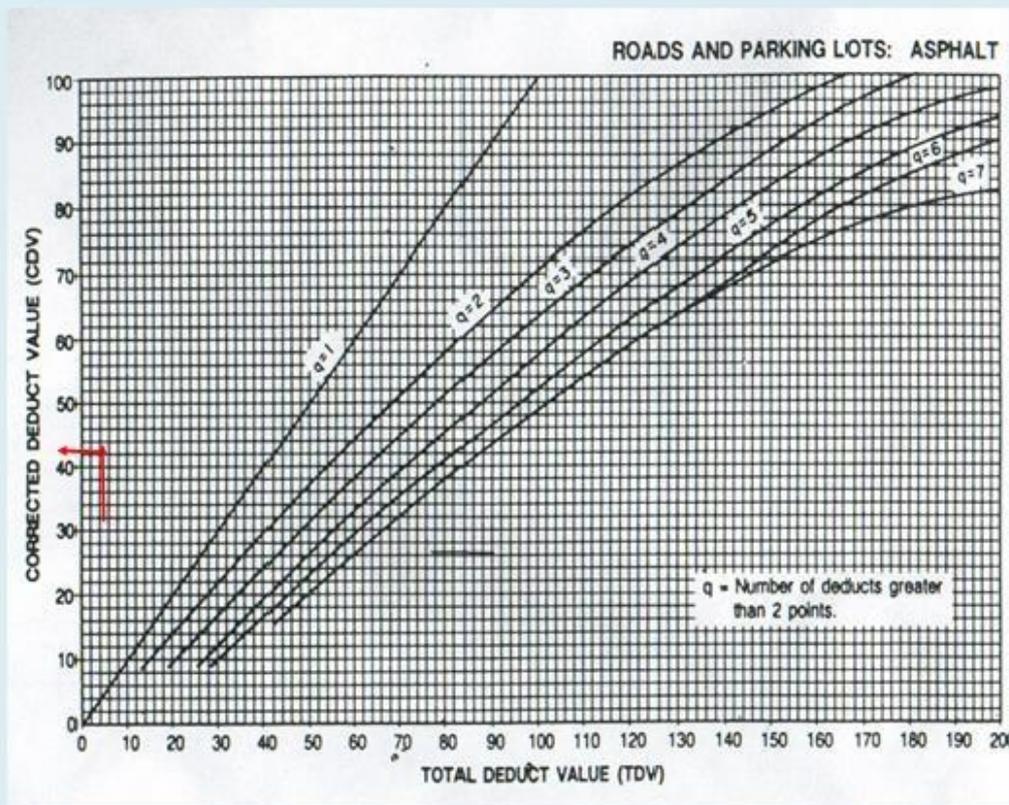
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 7.44$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	32	12	0	0	0	0	0	0	0	0	44	2	33
2	32	5									37	1	37
3													
4													



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

Máximo VRC = **37**

PCI = 100 – Máximo VRC

PCI = 100 – 37 = **63**

Clasificación = **BUENO**

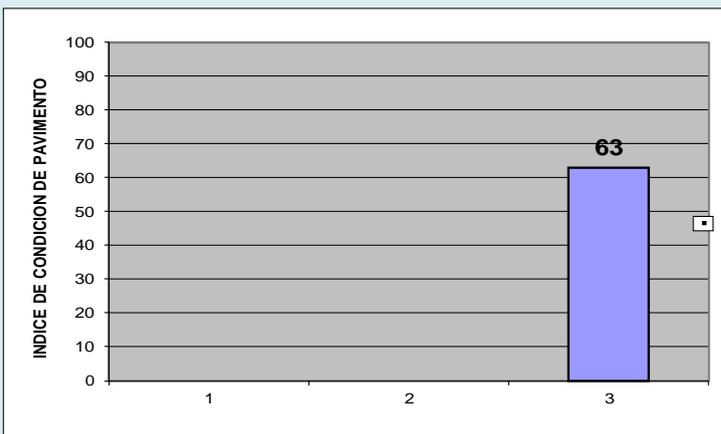
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

63

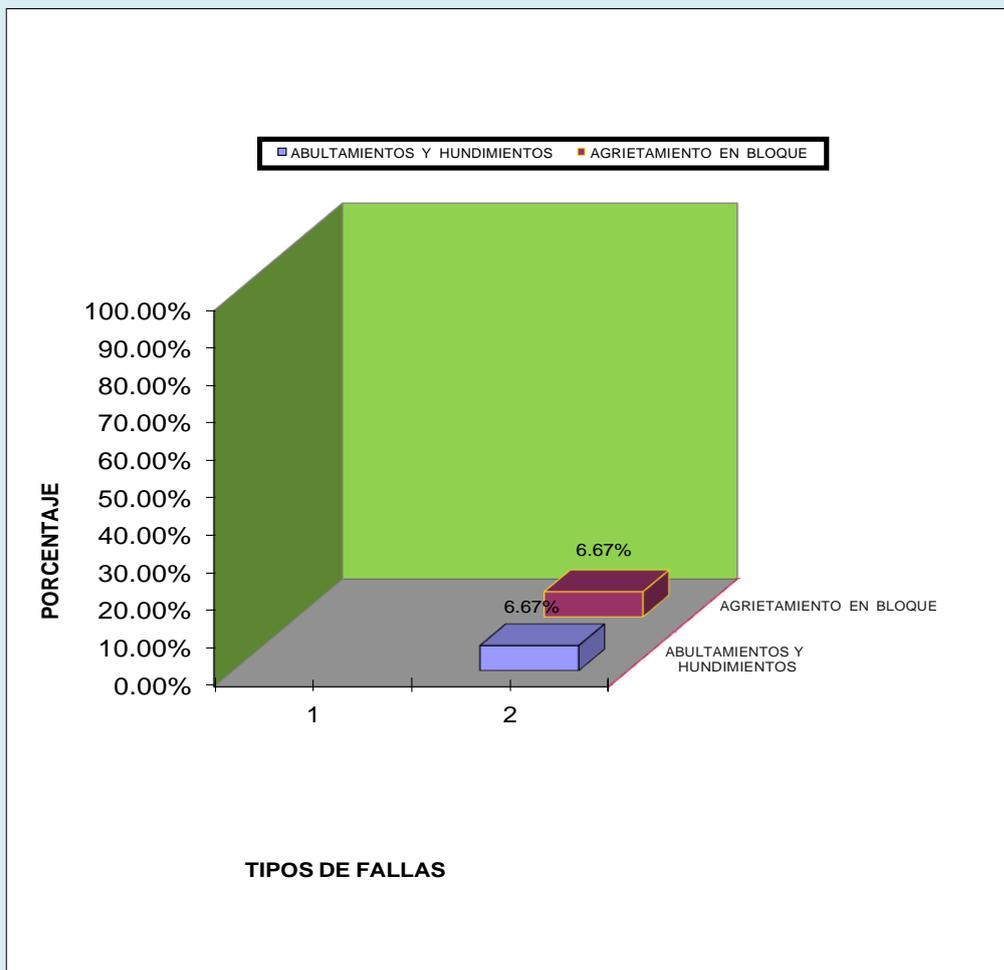
Acumulado real

ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	6.67%	50
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	6.67%	50

13.33% 100.00%



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



IV.1.4. Unidad de Muestra KM 06+000 AL KM 06+200

PAVIMENTO FLEXIBLE
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

ZONA: CARRUAZ PROGRESIVA: KM 06+000 AL KM 6+200 UNIDAD DE MUESTRA: 1

DISTRITO: CARRUAZ ALCALDE DE LA VIA: 15 M FECHA: MARZO 2015

PROVINCIA: CARRUAZ LONGITUD DE LA VIA: 200 m TIEMPO DE CONSTRUCCION: 3 AÑOS

DEPARTAMENTO: ANCASH AREA: 1200 M²

TIPO DE USO: VEHICULAR
EVALUADOR: BACH. JOSE ANTONIO

N/S	NIVELES DE SEVERIDAD
1	SEVERIDAD BAJO
2	SEVERIDAD MEDIA
3	SEVERIDAD ALTA

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Flecha cocodrilo	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahuillamiento
2	Exudación	9	Deslave Carri/berma	16	Desplazamiento
3	Agritamiento en bloques	10	Grieta longitudinales y transversales	17	Grieta parabólicas (spillage)
4	Abotamiento y hundimiento	11	Patrono	18	Hundimiento
5	Corrugación	12	Pulimento desgastados	19	Intemperización/Desprendimiento de agregados
6	Depresión	13	Huecos		
7	Grietas de borde	14	Cruce de vías fuertes		

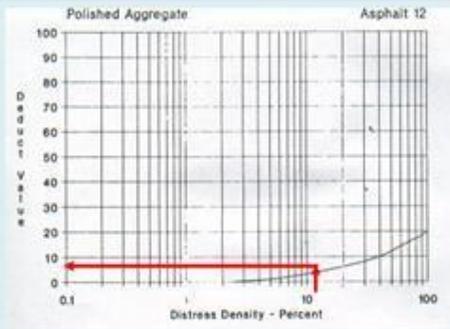
N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (NR)	(NR) Orden Descendente
				3ER TRAMO KM 06+000 - KM 06+040	2DO TRAMO KM 06+040 - KM 06+080	1ER TRAMO KM 06+080 - KM 06+120	4TO TRAMO KM 06+120 - KM 06+160				
4	Ahuillamiento y hundimiento	3	ALTO	5				5			

**PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO
DISTRITO DE SHILLA-CARHUAZ**

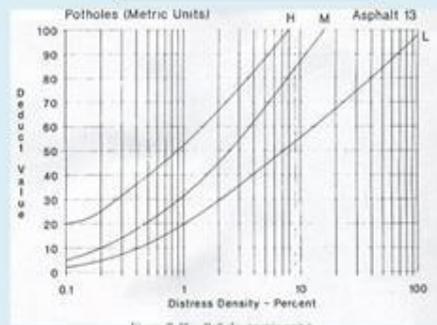
KM

PROGRESIVA: KM.

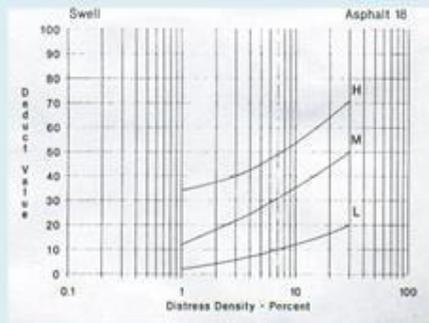
PULIMENTO DE AGREGADOS



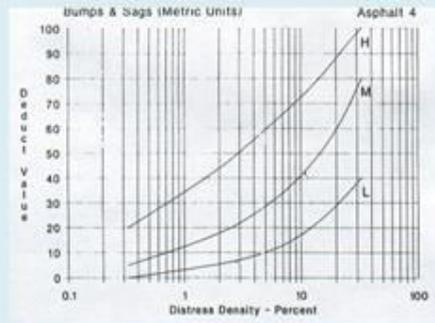
HUECOS



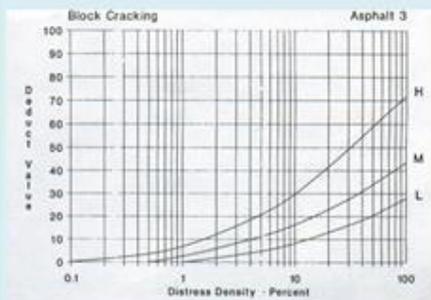
HINCHAMIENTO



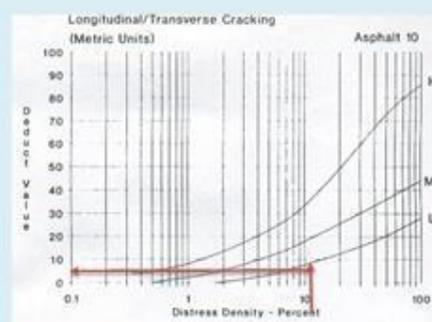
**ABULTAMIENTO Y
HUNDIMIENTO**



**AGRIETAMIENTO
EN BLOQUE**



**GRIETAS LONGITUDINALES
Y TRANSVERSALES**



25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Clasificación = **BUENO**

CALCULO DEL VRC

KM

PROGRESIVA: KM.

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

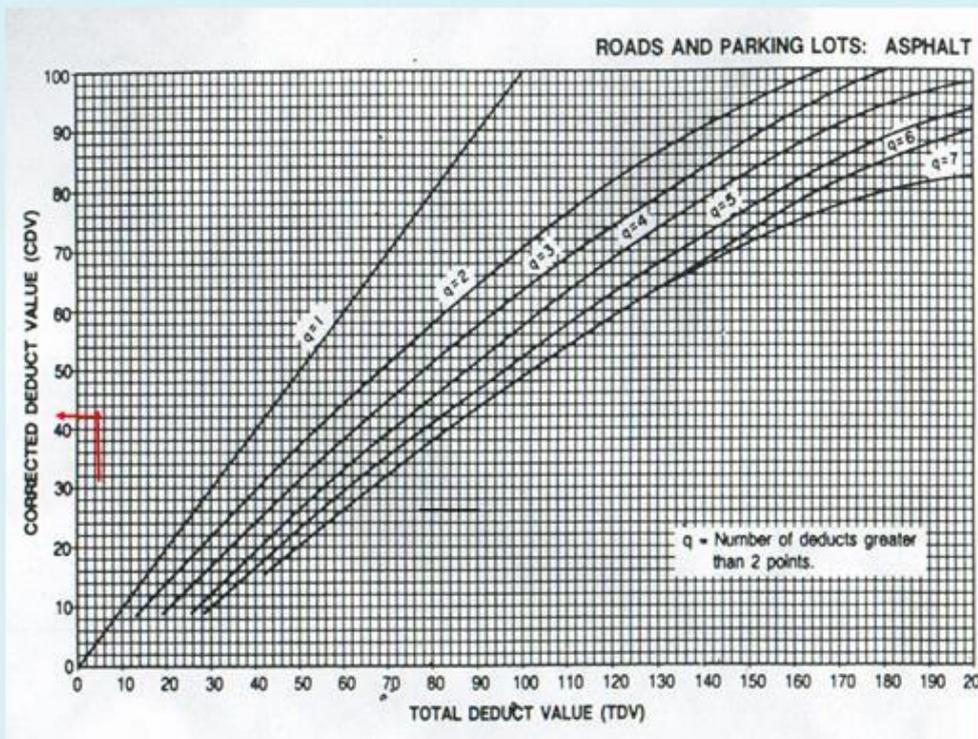
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 6.87$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	1	38
2													
3													
4													



RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 – 85	Exce l e n t e
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Máximo VRC = **38**

PCI = 100 – Máximo VRC

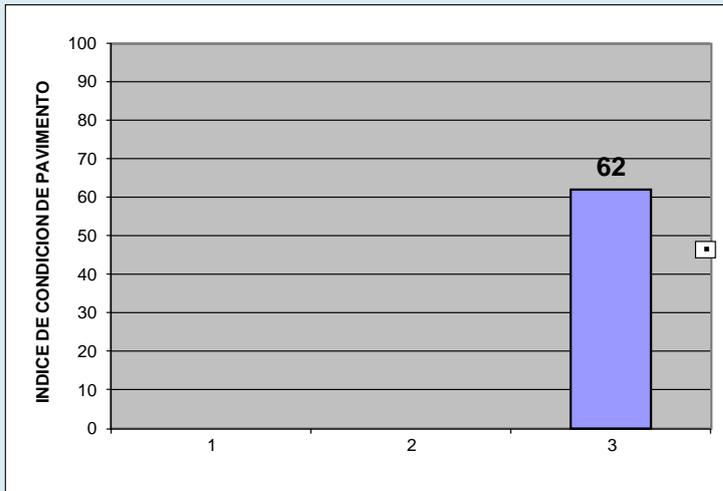
PCI = 100 – 38 = **62**

Clasificación = **BUENO**

25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Clasificación = **BUENO**

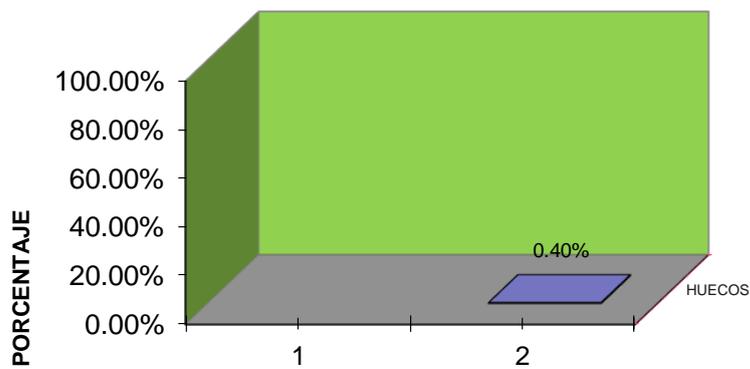
0.40% 100.00%



RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

HUECOS



TIPOS DE FALLAS

IV.1.5. Unidad de Muestra KM 08+000 AL KM 08+200

PAVIMENTO FLEXIBLE			
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA			
ZONA:	CARHUAZ	PROGRESIVA: KMS+000 AL KM 8+200	UNIDAD DE MUESTRA: 1
DISTRITO:	CARHUAZ	ANCHO DE LA VIA: 6 M	FECHA: MAYO 2015
PROVINCIA:	CARHUAZ	LONGITUD DE LA VIA: 200 m	TIEMPO DE CONSTRUCCION: 3 AÑOS
DEPARTAMENTO:	ANCASH	AREA: 1200 M2	
TIPO DE USO:	VEHICULAR		
EVALUADOR:	BACH. JOSE ANTONIO		

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Piel de cocodrilo	8	Grieta de reflexión de junta	15	Ahuellamiento
2	Exudación	9	Desnivel (carriil/berma)	16	Desplazamiento
3	Agriotamiento en bloque	10	Grieta longitudinales y transversales	17	Grieta parabólica (slippage)
4	Abotamiento y hundimiento	11	Parqueo	18	Hinchamiento
5	Corrugación	12	Fulimento desagregados	19	Meteorización/Desprendimiento de agregados
6	Depresión	13	Huecos		
7	Grieta de borde	14	Cruce de vía férrea		

N/S	NIVELES DE SEVERIDAD
1	SEVERIDAD BAJO
2	SEVERIDAD MEDIA
3	SEVERIDAD ALTA

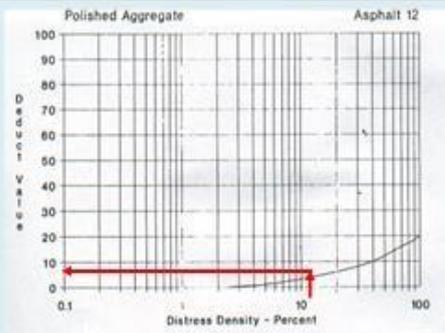
N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
				1ER TRAMO	2DO TRAMO	3ER TRAMO	4TO TRAMO	5TO TRAMO				
				KM 08+000 - KM 08+040	KM 08+040 - KM 08+080	KM 08+080 - KM 08+120	KM 08+120 - KM 08+160	KM 08+160 - KM 08+200				
5	Corrugación	1	Bajo	1					1			

**PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO
DISTRITO DE SHILLA-CARHUAZ**

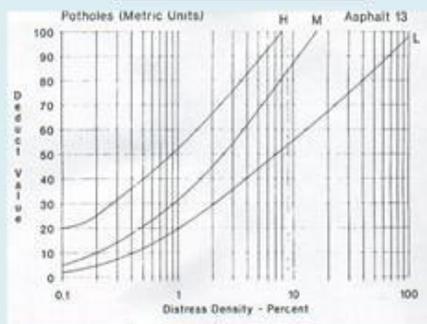
KM

PROGRESIVA:

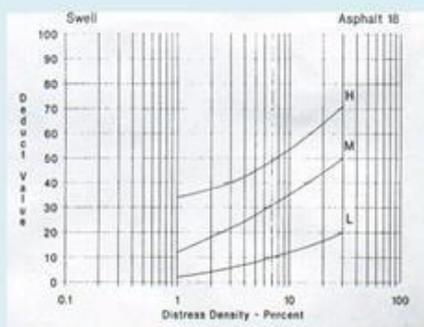
PULIMENTO DE AGREGADOS



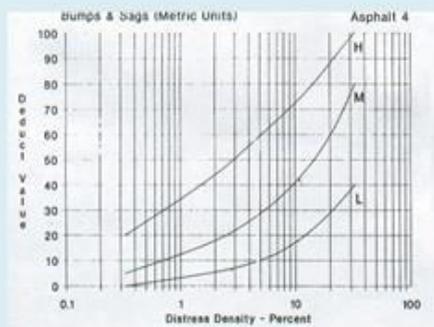
HUECOS



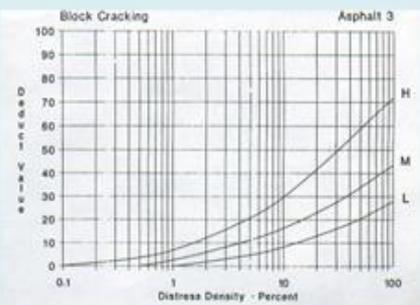
HINCHAMIENTO



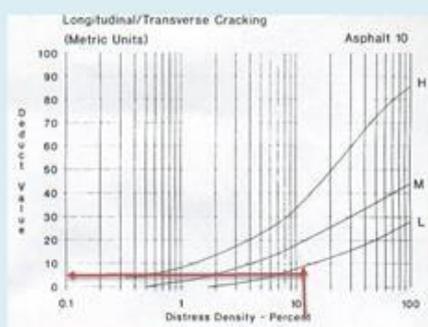
**ABULTAMIENTO Y
HUNDIMIENTO**



**AGRIETAMIENTO
EN BLOQUE**



**GRIETAS LONGITUDINALES
Y TRANSVERSALES**



CALCULO DEL VRC

KM

PROGRESIVA:

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDA S (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

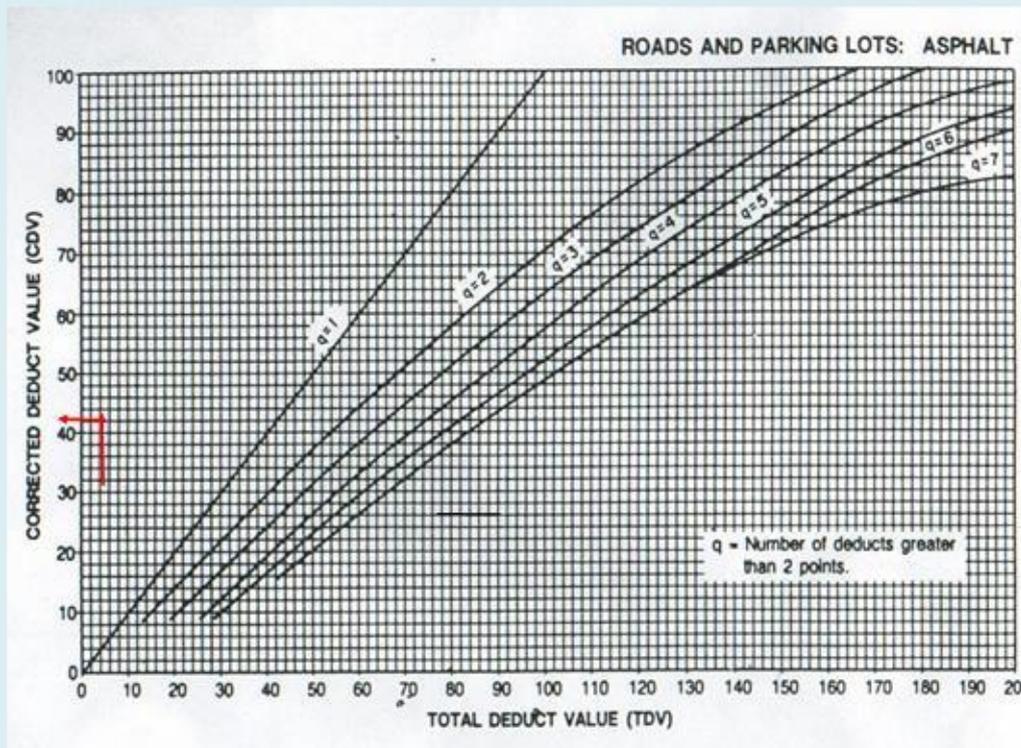
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = \overset{r}{7.63}$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	40	2	28
2	30	5									35	1	35
3													
4													



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

Máximo VRC = **35**

PCI = 100 – Máximo VRC

PCI = 100 – 35 = **65**

Clasificación = **BUENO**

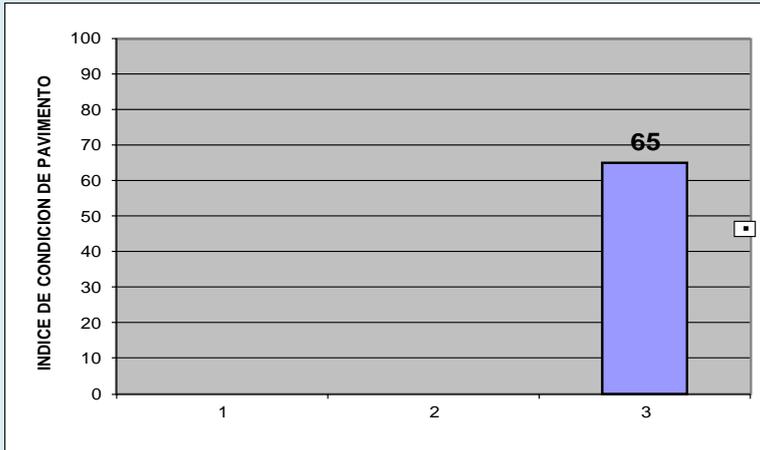
Distress Density - Perce

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

65

	Acumulado	real
PULIMENTO DE AGREGADO	6.67%	50
GRIETAS LONGITUDINALES	6.67%	50

13.33% 100.00%



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

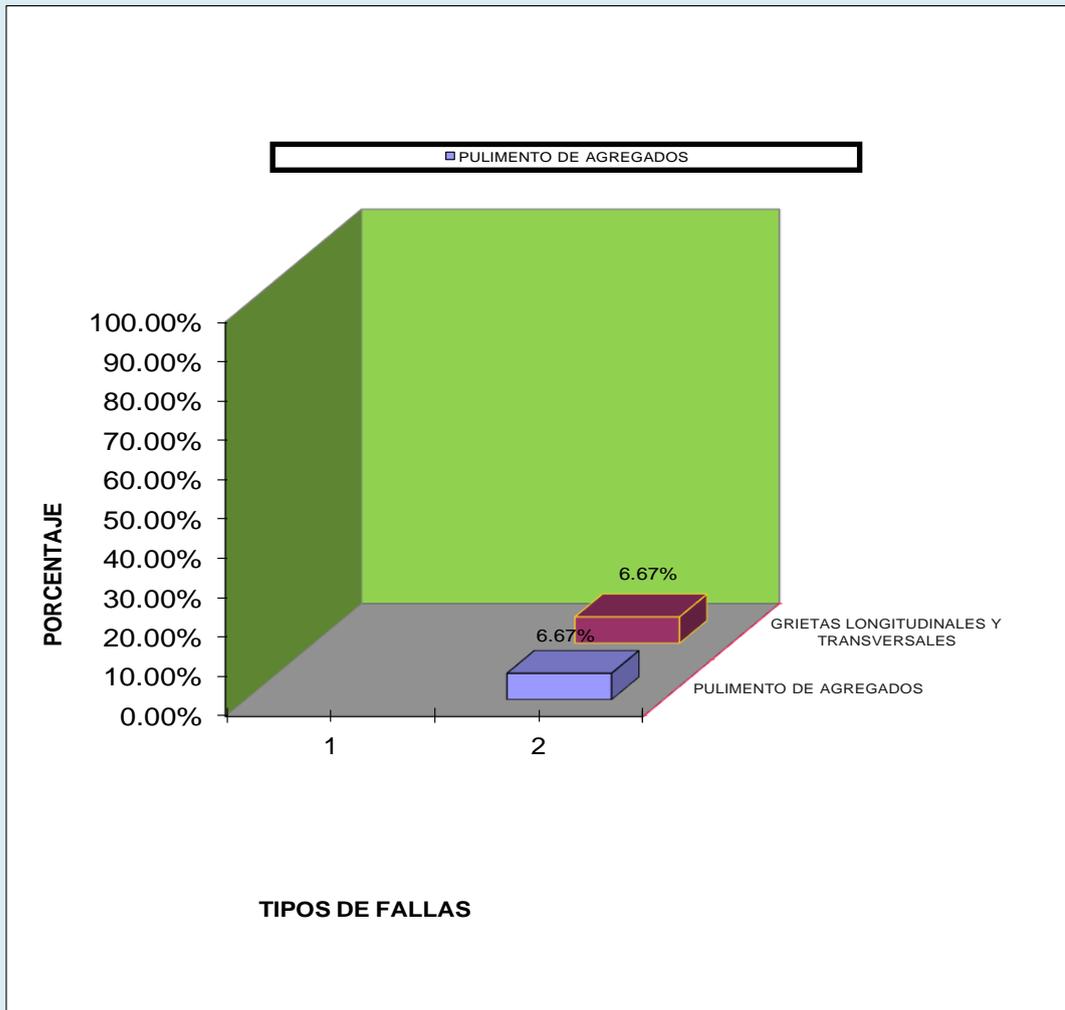
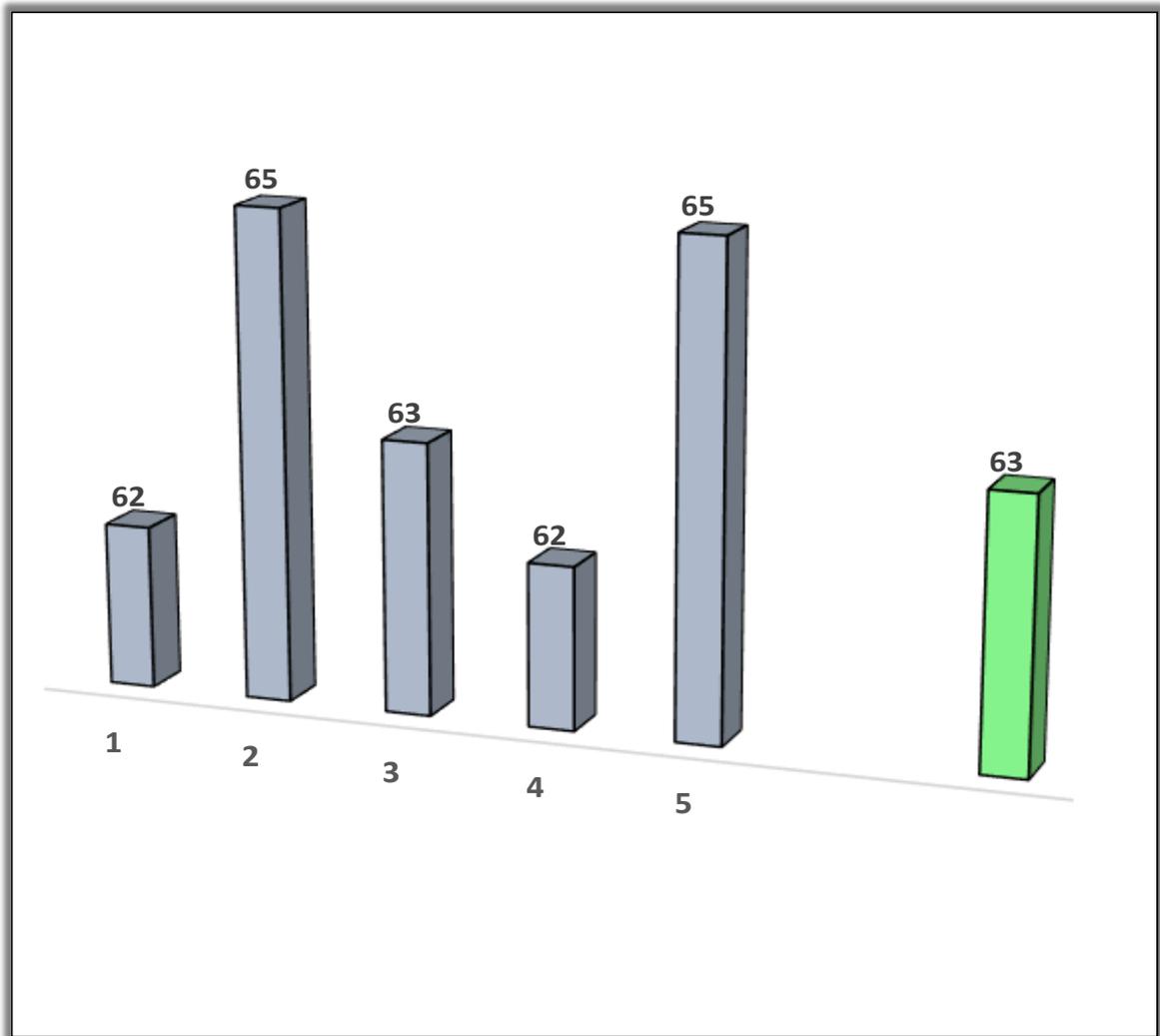


Grafico 1. Cálculo General del PCI



5.2. Análisis de resultados

La investigación ha consistido en la evaluación de la pista asfáltica del tramo Km 00+000 al Km 10+000 del Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash.

Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento PCI = 63 lo cual nos permite aseverar que tienen un estado de Bueno según la escala del PCI, en un sentido genérico dado que es en promedio; es decir que la variabilidad de los PCI de cada Km evaluado fluctúa en el nivel de Bueno lo que implica que es de gran importancia el mantenimiento para superar este 37% que falta para excelente al 100%.

En el tramo de carretera del km 00+000 al km 10+000 se observa una mayor incidencia de patologías como Corrugación, Abultamientos y Hundimientos, Grietas longitudinales y transversales, Pulimento de agregados, Huecos en un nivel leve o moderado de severidad equivalente a Bueno, de tal manera que casi todos los Km del tramo de la carretera en evaluación, tienen un nivel de Bueno, por ello podemos indicar que también depende del proceso constructivo, de su edad y de un buen mantenimiento.

Nuestra investigación ha concluido con la consecución de los objetivos establecidos los cuales son:

1. Desarrollar la inspección visual del pavimento flexible en la Carretera Departamental AN-107 tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, Distrito de Carhuaz, Provincia Carhuaz, Región Ancash.
2. Identificar clase, severidad, densidad de las patologías para el pavimento flexible en la Carretera Departamental AN-107 Tramo KM.

00+000 – KM. 10+000, Distrito de Carhuaz, Provincia Carhuaz, Región Ancash.

3. Calcular el índice de condición de pavimento flexible en la Carretera Departamental AN-107 Tramo KM. 00+000 – KM. 10+000, Distrito de Carhuaz, Provincia Carhuaz, Región Ancash, aplicando la metodología del P.C. I

Como podemos observar la importancia del análisis de campo en este caso en de la pista asfáltica del tramo Km 00+000 al Km 10+000 del Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash para poder entender el mecanismo de la investigación aplicando el método Deductivo.

VI. Conclusiones

Se concluye que:

- El nivel de incidencia de las patologías del concreto en el tramo de carretera desde el Km 00+000 al Km 10+000 del Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash son **Corrugación, Abultamientos y Hundimientos, Grietas longitudinales y transversales, Pulimento de agregados, Huecos en un nivel leve o moderado.**
- **El índice promedio de condición de pavimento**, en el tramo de carretera desde el Km 00+000 al Km 10+000 del Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash es 63 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es **Bueno.**
- La muestra del tramo del Km 08+000 al 08+200 es la única que nos presenta Corrugación en un 13%, con un nivel de PCI de 62,
- Las muestras de las progresivas 04+000 al 04+200 nos presentan grietas longitudinales y transversales con un nivel de PCI de 65.
- Las muestras de las progresivas 06+000 al 06+200 tienen Abultamientos y Hundimientos con un PCI de 63.
- La muestra 00+000 al 00+200 es la única que nos presenta la patología huecos con PCI de 62.
- La muestra de la progresiva Km 02+000 al Km 02+200 es la única que presenta la patología Pulimento de agregados con un PCI de 65.

Aspectos complementarios

Recomendaciones

- Se recomienda que los pequeños deterioros de alguna progresiva del tramo de la carretera en evaluación sean atendidos a tiempo para evitar bajar el nivel de bueno.

- Como es de notar hay un acumulado de un 37 % de deterioro del total del tramo Km 00+000 al Km 10+000.

- Se recomienda que cada vez que aparezcan patologías deberá actuarse con rapidez y así evitar grandes deterioros por falta de ese tipo de mantenimiento, dado que los pavimentos flexibles requieren siempre de mayor mantenimiento.

- Se recomienda aplicar un mantenimiento correctivo en todas las progresivas a fin de superar el actual nivel de PCI de 63 a PCI de 100.

Referencias Bibliográficas

1. Romero S. Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia – Tenjo en la sabana de Bogotá - 2017 [Tesis para optar título], pg: [129;01-29-30-38-62]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia; 2017
2. Niola M. Análisis de las fallas del pavimento flexible de la avenida Arízaga entre nueve de mayo y Ayacucho - 2016 [Tesis para optar título], pg: [137;17-45-46-53-107]. Machala - Ecuador: Universidad Técnica de Machala; 2016
3. Rengifo K. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189) – 2014 [Tesis para optar título], pg: [91;01-33-34]. Lima, Perú: Universidad Católica del Perú; 2014
4. Humpiri K. Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno [Tesis para optar título], pg: [171;03-16-21-112]. Ayacucho, Perú: Universidad Andina; 2015
5. Mercy V. Análisis de las fallas del pavimento flexible de la avenida Arízaga entre nueve de mayo y Ayacucho - 2016 [Tesis para optar título], pg: [137;17-45-46-53-107]. Machala - Ecuador: Universidad Técnica de Machala; 2016
6. Cárdenas R. 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 Cortés, distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho – agosto 2016 [Tesis para optar título], pg: [132; 01-10-53-59-113]. Ayacucho Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2016
7. Miranda R. Deterioros en pavimentos flexibles ciudad de Valdivia Mayo del 2010. Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

8. Rodríguez M. Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil]. San Salvador Agosto año 2004. disponible en:
<https://es.scribd.com/document/353447007/evaluacion-y-rehabilitacion-depavimentos-flexibles-por-el-metodo-reciclaje-pdf>
9. Vásquez S. Estudio de Patologías en Pavimentos Flexibles. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil]. La Plata, Argentina; 2011. [citado mayo 10] disponible en: <http://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2014/05/LEMaC MEMORIA2013.pdf>
10. Velasquez. Pavimentos, constitución y conceptos generales. En AGORA (Ed.), Ingeniería de Pavimentos para Carreteras 2012. <http://librosscribd.blogspot.com/2012/10/ingenieria-de-pavimentospara.html>
11. Corredor M., Gustavo. Diseño de Pavimentos [Tesis Magisterial]. Panamá. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad Nacional de Ingeniería; 2008. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/58Veintisei/REN GIFO_KIMIKO_PAVIMENTOS_CARRETERA_HUACHO_PATI VILCA.pdf?sequence=1
12. Espinoza T. Determinación y evaluación del nivel de Incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura. [Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil]. Piura, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 154 2010. [Seriada en línea] 2006

[citado 2015 Junio 12], disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/103596390/Patologia-pavimentos#scribd>

13. Rico Rodríguez, Del Castillo Hermilo (1984). La ingeniería de suelos en las vías terrestres, carreteras, ferrocarriles y aeropistas. Editorial Limusa vol. 2. 14. Carlos Rubio Navarro. Principales fallas y causas en pavimentos flexibles. [Seriada en línea] 2012 [citado 2021 abril 28]. disponible en:
<https://es.scribd.com/presentation/95010163/Fallas-en-Pavimentos-Flexibles>
14. Rodríguez E. 2009. Universidad de Piura. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero distrito de Castilla. [Tesis para optar del título de Ingeniero Civil] [Seriada en línea] 2010 [citado mayo 10] disponible en:
http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf
15. Ing. Hugo Pichilingue M. 2012. Proceso constrictivo de pavimentos flexibles [Seriada en línea] 2012 [citado 2012 Octubre] disponible en:
<https://es.scribd.com/document/101355527/Pavimento-Flexible>
16. Rojas E, ingeniería de pavimentos, pavimentos, constitución y conceptos generales [seriado en línea] 2013. [Citado 2021 mayo 16], disponible en:
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Clases-De-Pavimentos/927061.html>
17. William A. Robertson, director Nazario Saucedo, subdirector Ron Olive, Condición de las calles evaluación de la infraestructura vial ciudad de los Ángeles, septiembre 2008. Disponible en:
<http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789>
18. Leguia. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys (ASTM D6433-07). ASTM. Recuperado desde: <http://www.cee.mtu.edu/~balkire/CE5403/ASTMD6433.pdf>.

19. Miranda R. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperado desde: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
20. Gamarra. (2006). Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. Recuperado desde:
[http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273573/2/JLlosa .pdf](http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273573/2/JLlosa.pdf)
21. Martines. (2009). Guía de mantenimiento para pavimentos asfálticos de vías locales en Bogotá D.C. Recuperado desde:
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15498/T40.09%20E65g.pdf?sequence=1>

Anexos

ANEXO 01: FORMATOS Y ABACOS

- ✓ Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR			FECHA			
<input type="text"/>			<input type="text"/>			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

- ✓ Se usara estos 19 ábacos del PCI para cada tipo de patologías de pavimento asfaltico para todas las carreteras según el estudio

2. EXUDACIÓN:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	2.20
0.20	-	0.80	2.70
0.30	-	1.40	3.10
0.40	-	1.80	3.50
0.50	-	2.10	3.90
0.60	-	2.40	4.30
0.70	-	2.60	4.70
0.80	-	2.80	5.10
0.90	-	2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	18.20
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	23.00
20.00	5.90	18.30	34.10
30.00	8.20	22.40	41.60
40.00	10.30	25.80	47.90
50.00	12.40	28.80	53.40
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	16.20	34.00	63.00
80.00	18.10	36.40	67.30
90.00	19.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	75.10

80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

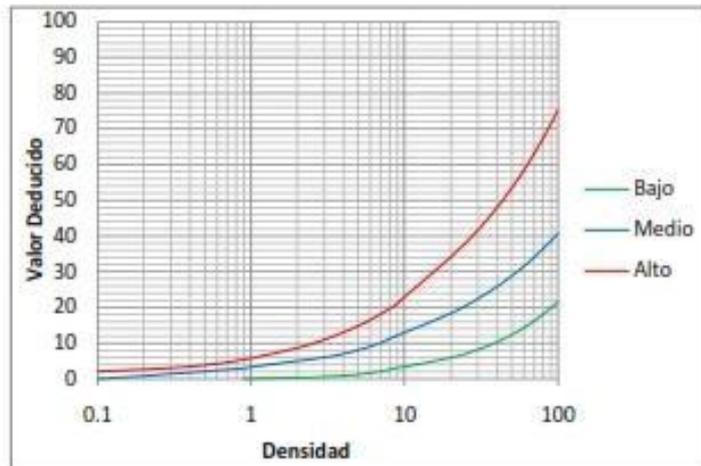


Fig. B.2 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Exudación.

3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	0.20
0.20	-	-	0.90
0.30	-	-	1.70
0.40	-	-	2.40
0.50	-	-	3.20
0.60	-	0.40	3.90
0.70	-	0.80	4.70
0.80	-	1.20	5.40
0.90	-	1.50	6.20
1.00	-	1.70	7.00
2.00	1.30	5.80	11.10
3.00	2.90	8.20	14.30
4.00	4.10	10.00	17.00
5.00	5.00	11.30	19.50
6.00	5.70	12.50	21.90
7.00	6.30	13.40	24.00
8.00	6.90	14.20	26.10
9.00	7.40	14.90	28.00
10.00	8.00	16.00	29.50
20.00	13.10	22.90	39.60
30.00	16.50	28.00	46.40
40.00	19.00	31.10	51.90
50.00	20.90	33.80	56.60
60.00	22.40	35.90	60.80
70.00	23.70	37.70	64.60
80.00	24.80	39.30	68.00
90.00	25.80	40.70	71.20
100.00	26.70	42.00	74.20

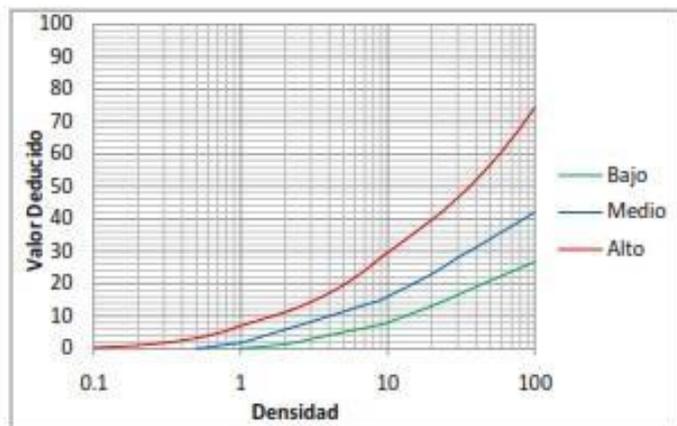


Fig. B.3 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Agrietamiento en bloque.

4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00	-	-	-
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

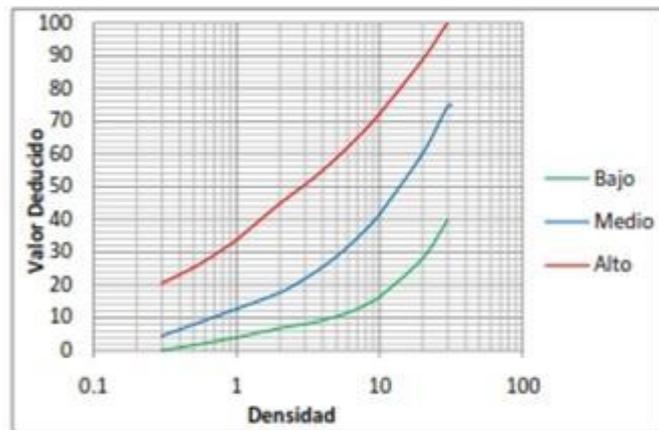


Fig. B.4 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Abultamientos y hundimientos.

5. CORRUGACIÓN:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80

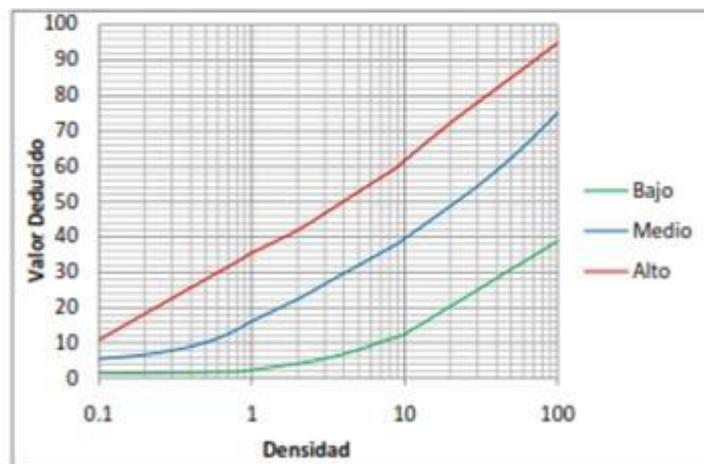


Fig. B.5 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Corrugación.

6. DEPRESIÓN:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50

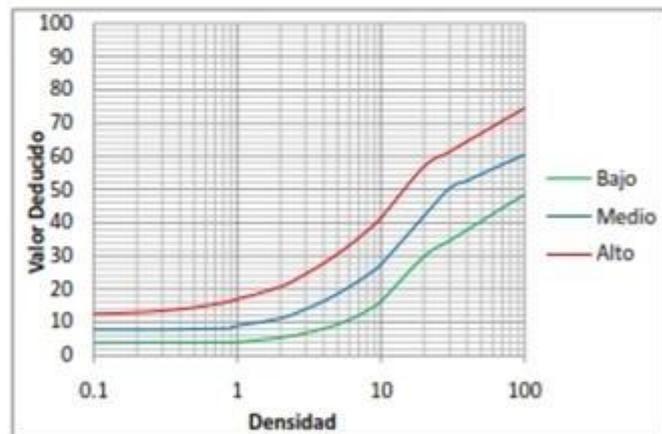


Fig. B.6 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Depresión.

7. GRIETA DE BORDE:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.70	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

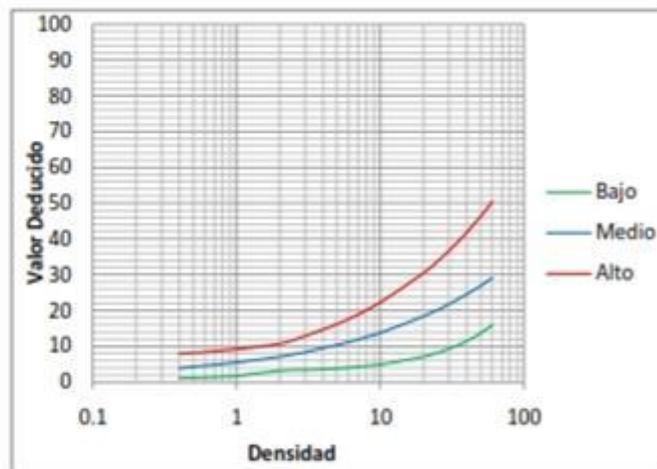


Fig. B.7 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Grieta de borde.

8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	1.60	2.80
0.50	-	1.80	4.00
0.60	-	2.00	5.00
0.70	-	2.10	5.80
0.80	-	2.30	6.50
0.90	-	2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.70
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.40	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30

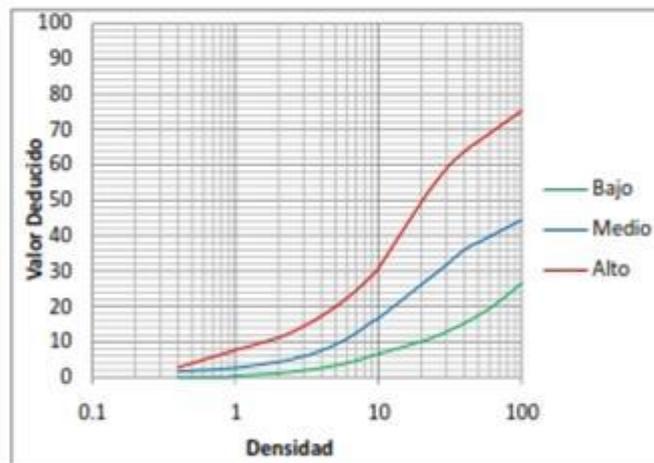


Fig. B.8 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Grieta de reflexión de junta.

9. DESNIVEL CARRIL / BERMA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	-	-	-
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.60
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

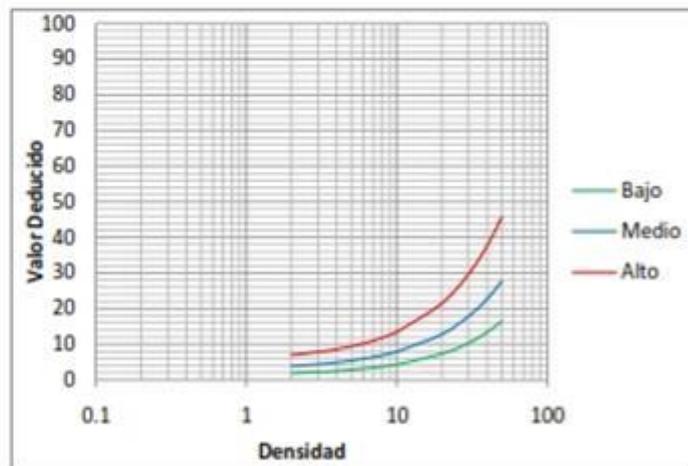


Fig. B.9 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Desnivel Carril / Berma

11.PARCHEO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	3.70	6.50
0.20	-	4.50	9.20
0.30	-	5.20	11.20
0.40	-	6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.40
1.00	2.30	10.10	19.40
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

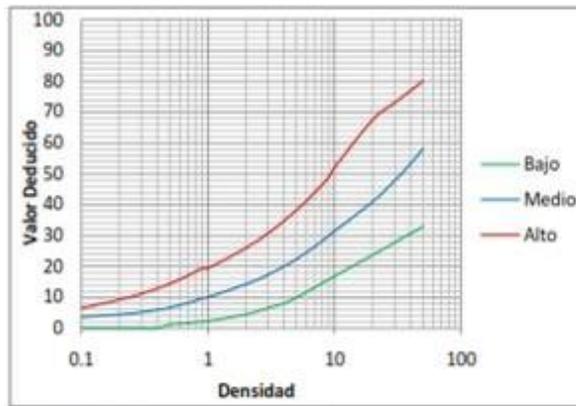


Fig. B.11 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Parcheo.

12. PULIMIENTO DE AGREGADOS:

Densidad	Valor Deducido
	B M A
0.10	-
0.20	-
0.30	-
0.40	-
0.50	-
0.60	-
0.70	-
0.80	-
0.90	-
1.00	-
2.00	-
3.00	-
4.00	0.50
5.00	1.20
6.00	1.80
7.00	2.30
8.00	2.80
9.00	3.10
10.00	3.50
20.00	6.50
30.00	8.30
40.00	10.10
50.00	11.80
60.00	13.60
70.00	15.40
80.00	17.10
90.00	18.90
100.00	20.70

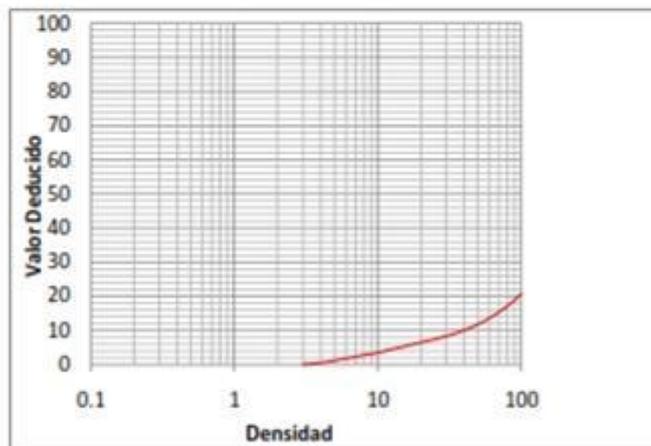


Fig. B.12 Valores deducidos para pavimentos asfálticos.
Pulimiento de agregados

13.HUECOS:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.00
9.00	53.30	82.00	-
10.00	55.00	86.50	-
15.00	62.00	100.00	-
30.00	74.30	-	-
40.00	79.50	-	-
50.00	83.60	-	-
60.00	87.00	-	-
70.00	89.80	-	-
80.00	92.20	-	-
90.00	94.40	-	-
100.00	96.30	-	-

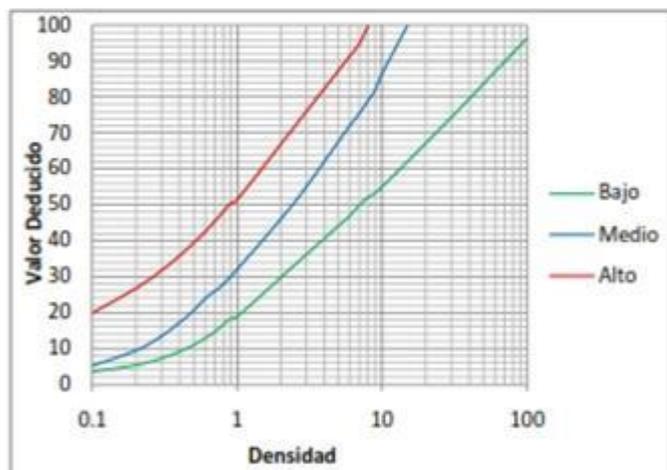


Fig. B.13 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Huecos.

14. CRUCE DE VÍA FÉRREA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	2.00	6.50	21.20
2.00	3.20	12.10	30.60
3.00	4.40	17.20	37.90
4.00	5.60	22.20	44.20
5.00	6.80	27.00	49.70
6.00	8.00	31.70	54.70
7.00	9.20	35.00	59.40
8.00	10.50	36.80	63.80
9.00	11.70	37.70	66.00
10.00	13.10	38.60	68.00
20.00	16.50	44.50	75.60
30.00	18.50	48.00	78.90
40.00	19.90	50.40	81.20
50.00	20.90	52.30	83.10
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

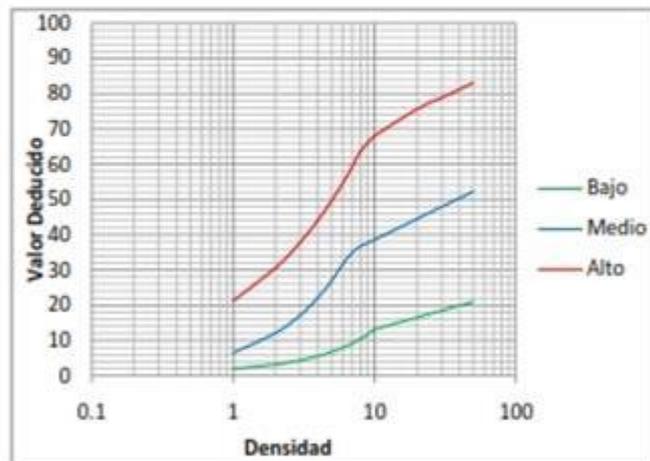


Fig. B.14 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Cruce de vía férrea.

15. AHUELLAMIENTOS:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.80	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90

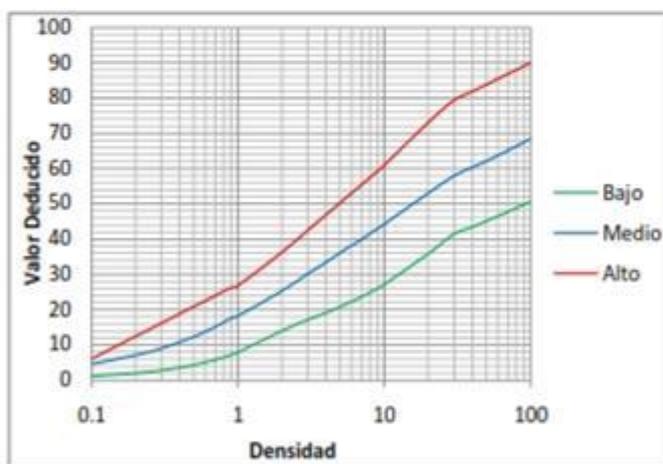


Fig. B.15 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Ahuellamientos.

16. DESPLAZAMIENTO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	2.20	8.00
0.20	-	3.10	9.63
0.30	-	4.00	10.70
0.40	-	4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.60	14.60
0.70	2.80	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.60
1.00	4.60	10.50	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.60	19.00	31.20
4.00	13.00	22.10	35.40
5.00	14.90	24.80	39.00
6.00	16.50	27.30	42.30
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.50
10.00	21.30	35.60	53.10
20.00	28.00	49.30	65.20
30.00	31.90	55.90	72.30
40.00	34.60	60.50	77.30
50.00	36.80	64.10	81.20
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

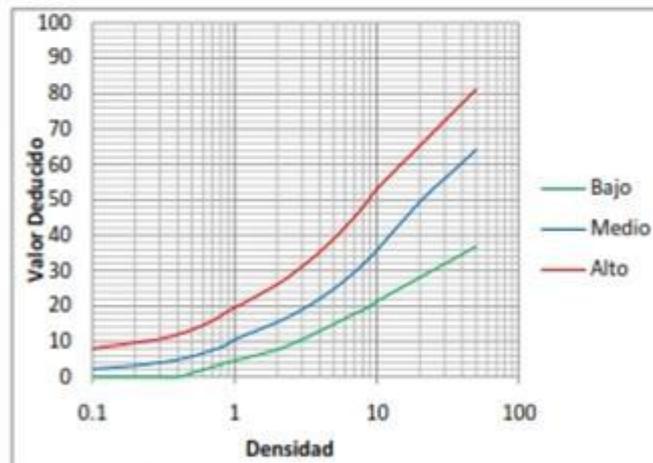


Fig. B.16 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Desplazamiento.

17. GRIETA PARABÓLICA (SLIPPAGE):

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	1.00	4.00
0.20	0.80	3.60	6.50
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.30	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.90	14.00
0.70	3.20	8.50	15.60
0.80	3.40	9.00	17.20
0.90	3.70	9.50	18.70
1.00	4.30	10.60	20.00
2.00	10.20	19.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.50
4.00	17.10	29.60	43.60
5.00	19.30	32.90	49.10
6.00	21.10	35.60	54.10
7.00	22.60	37.80	58.80
8.00	24.00	40.00	63.10
9.00	25.10	42.00	67.20
10.00	27.20	44.00	69.90
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.60	60.40	83.20
50.00	46.20	62.90	85.40
60.00	48.40	64.90	87.10
70.00	50.20	66.70	88.60
80.00	51.80	68.20	89.90
90.00	53.20	69.50	91.10
100.00	54.40	70.60	92.10

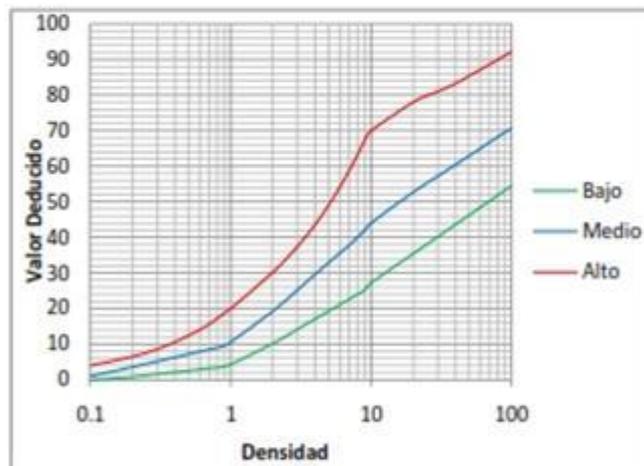


Fig. B.17 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Grieta parabólica.

18. HINCHAMIENTO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.80
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.20
6.00	8.70	28.70	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00	-	-	-
50.00	-	-	-
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

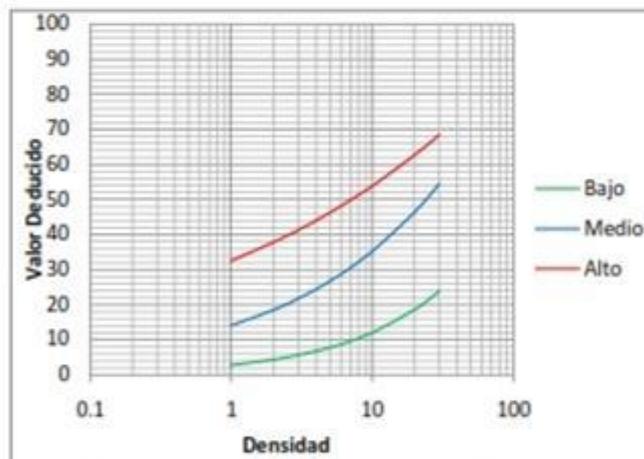


Fig. B.18 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Hinchamiento.

19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.50
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90

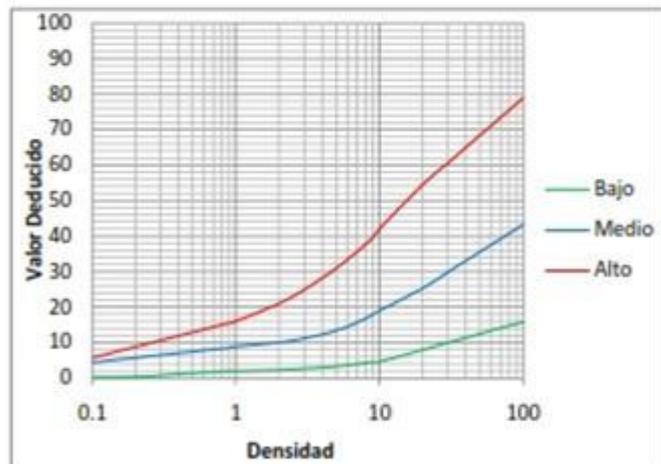
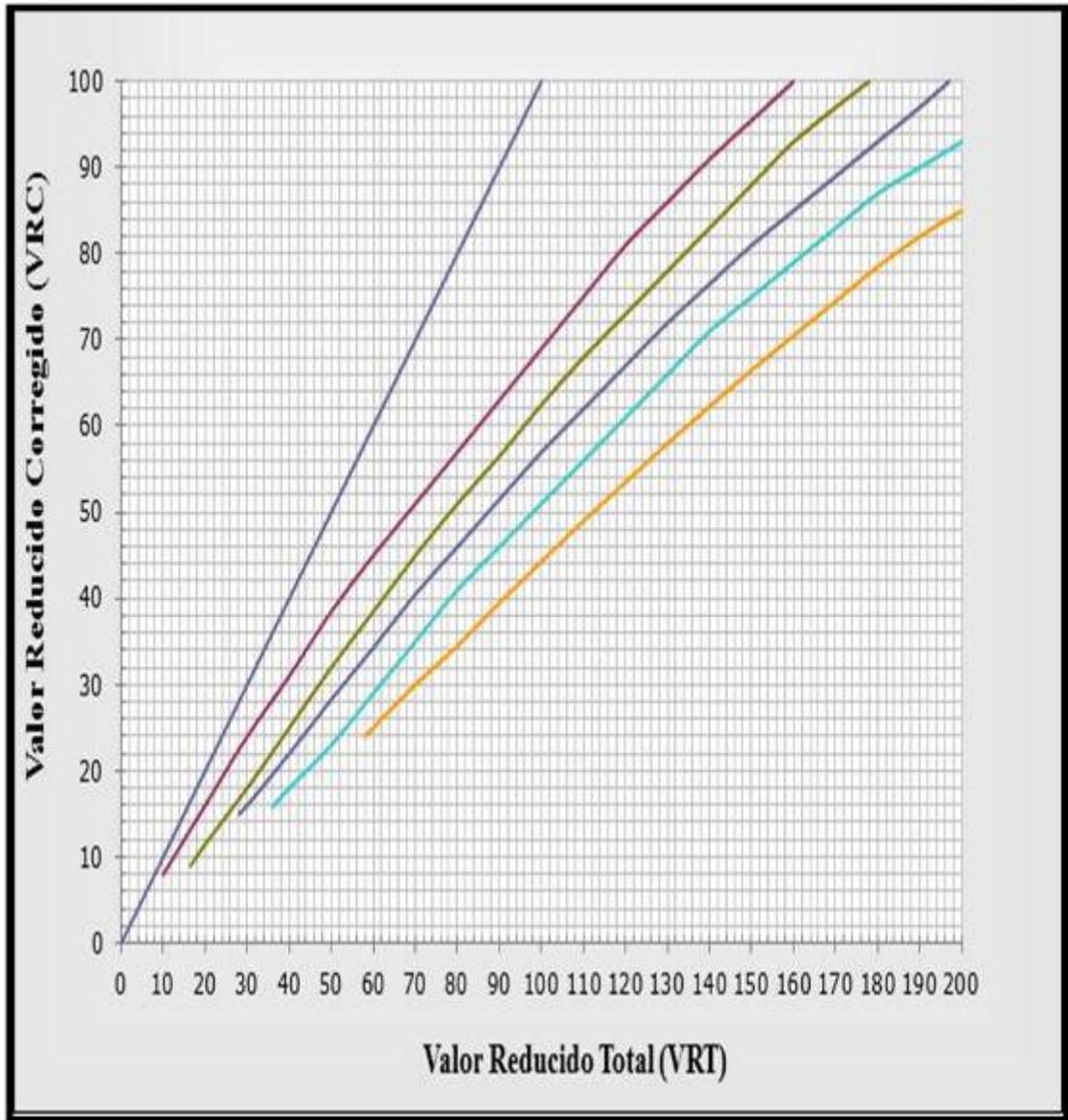


Fig. B.19 Valores deducidos para pavimentos asfálticos. Desprendimiento de agregados.

Corrección de Valores Deducidos para Pavimentos Flexibles

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.0	0.0						
10.0	10.0						
12.0	12.0	8.0					
18.0	18.0	12.5	8.0				
20.0	20.0	14.0	10.0				
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0			
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120.0		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170.0			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180.0			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182.0			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190.0				96.0	91.0	88.0	82.0
200.0				98.0	94.0	90.0	84.0

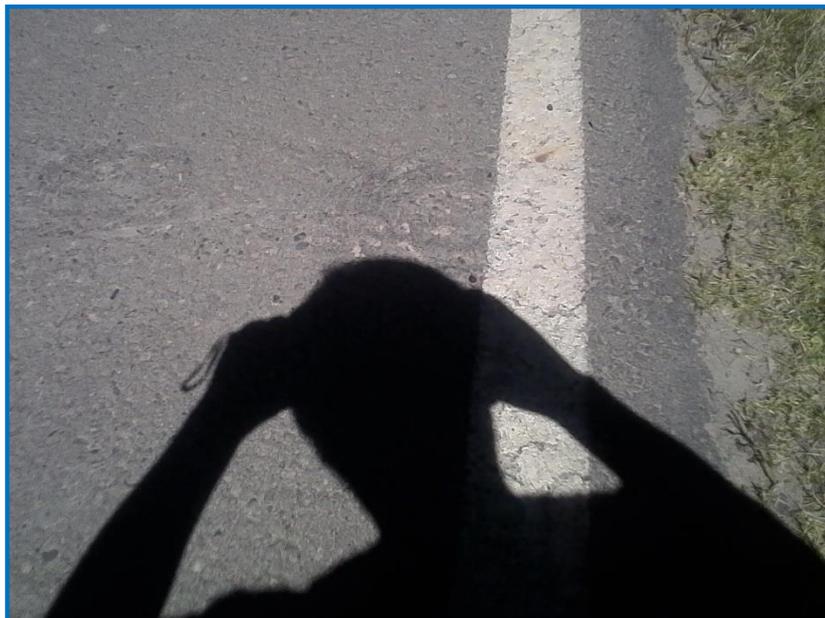


Curvas para hallar el valor de reducido corregido (VRC)

ANEXO 02: PANEL FOTOGRAFICO

Muestra el tipo patología Km 08+000 a 1 Km 08+200

Corrugación



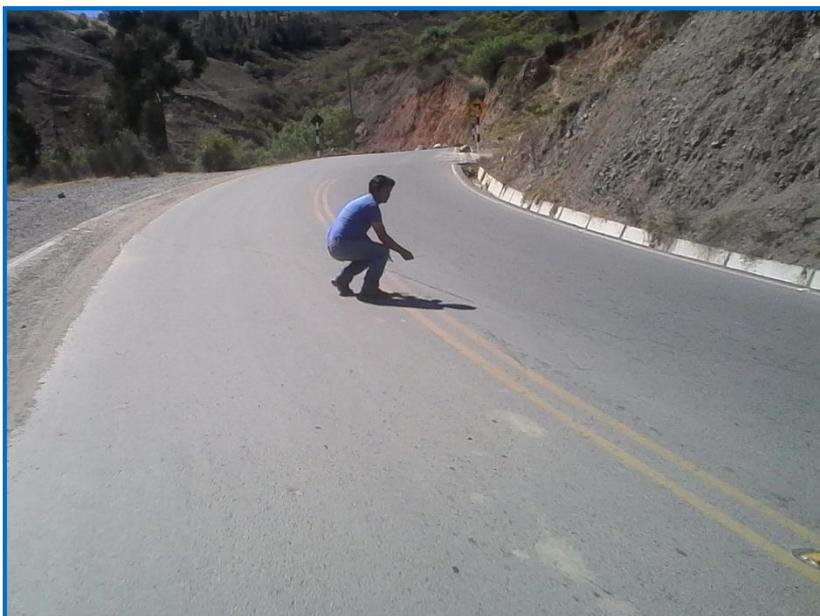
Muestra la patología en el Km 06+000 a 1 Km 06+200

Abultamiento y Hundimiento



Muestra la patología en el Km 04+000 a l Km 04+200

Grieta Longitudinal y Transversal



Muestra la patología en el Km 02+000 a 1 Km 02+200

Pulimiento de Agregados



Muestra la patología en el Km 00+000 a 1 Km 00+200

Huecos



ANEXO 03: PLANO DE UBICACION

