



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO RÍGIDO PARA
OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD
ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DEL
JIRÓN MARISCAL CÁCERES – SANTA ANA,
DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE
HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO -
2018**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO
ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

AUTOR:

CHAVEZ GAMBOA, Edwin Darwin

ASESOR:

VELIZ FLORES, Arístides Gonzalo

Ayacucho-Perú

2018

2. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR

PURILLA VELARDE JESÚS LUIS
Presidente

MOROTE ARIAS MAXWIL ANTHONY
Miembro

ESPARTA SANCHEZ JOSÉ AGUSTÍN
Miembro

VELIZ FLORES ARÍSTIDES GONZALO
Asesor

3. HOJA DE AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA

Agradecimiento

A Dios por haberme guiado por el camino correcto y darme el conocimiento, la oportunidad de seguir con vida y poder lograr mis sueños de llegar hasta este punto en mi etapa de formación profesional en la carrera de Ingeniería Civil.

A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento durante esta etapa de mi formación profesional.

A mis profesores de la ULADECH, quienes con mucha paciencia y dedicación me brindaron conocimientos básicos y necesarios durante estos cinco años para mi formación profesional.

A la Universidad donde tuve la Oportunidad de formarme Profesionalmente con principios y valores.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a **Dios**, mis padres **EDWIN, SONIA** y mi hermano **JEREMY** quienes fueron pilares para lograr mis metas y que estuvieron siempre presentes en mi etapa de formación profesional quienes son mi fuente de inspiración para ser cada día mejor persona y profesional.

4. RESUMEN Y ABSTRACT

Resumen

El presente Trabajo de investigación titulado “Determinación y evaluación de las patologías en el pavimento rígido para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho - 2018”.

Se analizará con la metodología PCI (Índice de Condición de Pavimentos) que permite evaluar la condición del pavimento a lo largo del período de vida, de esta manera se podrá planificar las acciones de mantenimiento y adoptar medidas adecuadas, minimizando los costos de rehabilitación o caso contrario a su reconstrucción de dicho jirón.

Esta metodología del PCI proporciona una evaluación basada en la inspección visual, es decir, en las patologías observadas en el pavimento. Este índice de condición del pavimento se clasifica de 0 a 100, donde 0 es la peor condición de falla y 100 la mejor condición posible. En este análisis del pavimento en estudio el PCI determinado califica un pavimento de clasificación MUY MALA con un valor numérico PCI de 12.22.

Palabra clave: condición, patologías y tipos de patologías.

Abstract

This research work entitled "Determination and evaluation of pathologies in the rigid pavement to obtain the structural integrity index and operational condition of Jirón Mariscal Cáceres - Santa Ana, Ayacucho district, Huamanga province and department of Ayacucho - 2018".

It will be analyzed with the PCI methodology (Pavement Condition Index) that allows to evaluate the condition of the pavement throughout the life period, in this way it will be possible to plan the maintenance actions and adopt appropriate measures, minimizing the costs of rehabilitation or case contrary to his reconstruction of said shred.

This methodology of the PCI provides an evaluation based on visual inspection, that is, on the pathologies observed in the pavement. This pavement condition index is classified from 0 to 100, where 0 is the worst possible condition and 100 is the best possible condition. In this analysis of the pavement under study, the determined PCI qualifies a VERY BAD classification pavement with a PCI numerical value of 12.22.

Keyword: Conditions, pathologies and types of pathologies.

5. CONTENIDO

1. Título.....	i
2. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR	ii
3. HOJA DE AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA	iii
4. RESUMEN Y ABSTRACT	v
5. CONTENIDO.....	vii
6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes Internacionales	3
2.1.2. Antecedentes Nacionales	8
2.2. Bases teóricas de la investigación	11
2.2.1. Pavimento	11
2.2.2. Clasificación de pavimentos	12
2.2.3. Comportamiento estructural de los pavimentos.....	15
2.2.4. Patología en pavimento	16
2.2.5. Deterioros más comunes en los pavimentos.....	17
2.2.6. Serviciabilidad de pavimentos	19
2.2.7. Evaluación de pavimentos	21
2.2.8. Proceso de evaluación de los pavimentos.....	25
2.2.9. Manual de daños en pavimentos rígidos.....	27
III. HIPÓTESIS	59
IV. METODOLOGÍA	59
4.1. Tipo de investigación	60
4.2. Nivel de investigación	60
4.3. Diseño de la investigación	61
4.4. Universo y muestra.....	62
4.5. Definición y operacionalización de variables	62
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	63
4.7. Plan de análisis	63

4.8. Matriz de consistencia	64
4.9. Principios éticos	65
V. RESULTADOS.....	66
5.1. Resultados	66
5.2. Análisis de resultados	70
VI. CONCLUSIONES	73
Referencias bibliográficas.....	74
ANEXOS	78

6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Composición de un pavimento flexible	13
<i>Figura 2.</i> Composición de un pavimento rígido	14
<i>Figura 3.</i> Composición de un pavimento mixto	15
<i>Figura 4.</i> Comportamiento del pavimento debido a las cargas	16
<i>Figura 5.</i> Curva de comportamiento del pavimento.	23
<i>Figura 6.</i> Falla por Blowup – Buckling	28
<i>Figura 7.</i> Grieta de esquina	30
<i>Figura 8.</i> Falla de losa dividida	32
<i>Figura 9.</i> Grieta de Durabilidad D	34
<i>Figura 10.</i> Falla de Escala	35
<i>Figura 11.</i> Daño del sello de la Junta.....	37
<i>Figura 12.</i> Desnivel carril berma	39
<i>Figura 13.</i> Falla por Grieta Lineal	42
<i>Figura 14.</i> Parche Grande mayor de (0.45 m ²)	43
<i>Figura 15.</i> Parche Pequeño menor de (0.45 m ²)	45
<i>Figura 16.</i> Pulimento de Agregados	46
<i>Figura 17.</i> Falla por Popouts	47
<i>Figura 18.</i> Falla por Bombeo.....	49
<i>Figura 19.</i> Falla por Punzonamiento.....	50
<i>Figura 20.</i> Cruce de vía Férrea	52
<i>Figura 21.</i> Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado	53
<i>Figura 22.</i> Grieta por Retracción	54
<i>Figura 23.</i> Descascaramiento de esquina	56
<i>Figura 24.</i> Descascaramiento de Junta.....	58
<i>Figura 25.</i> Muestra 01	70
<i>Figura 26.</i> Muestra 02.....	71
<i>Figura 27.</i> Muestra 03.....	72
<i>Figura 28.</i> Medición de la losa del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana	78
<i>Figura 29.</i> Grieta de esquina, pulimento de agregados, grieta longitudinal y transversal de la cuadra 03 del Jirón Marsical Cáceres – Santa Ana	78
<i>Figura 30.</i> Grieta longitudinal y transversal, descascaramiento de junta, parcheo grande presente en la cuadra 02 del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana.....	79
<i>Figura 31.</i> Grieta de esquina, parche grande, longitud transversal y longitudinal presente en la cuadra 03 del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana	79

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Escala de calificación de Serviciabilidad de los pavimentos</i>	19
Tabla 2. <i>Evaluación de muestra 1</i>	67
Tabla 3. <i>Evaluación de muestra 2</i>	68
Tabla 4. <i>Evaluación de muestra 3</i>	69

Índice de cuadros

Cuadro 1. <i>Cuadro de Severidad de Losa Dividida</i>	31
Cuadro 2. <i>Cuadro de Niveles de Escala</i>	35
Cuadro 3. <i>Cuadro de Nivel de Falla por Punzonamiento</i>	50
Cuadro 4. <i>Cuadro de dimensiones de Descascaramiento</i>	55
Cuadro 5. <i>Niveles de Descascaramiento de Juntas</i>	57
Cuadro 6. <i>Operacionalización de variables</i>	62
Cuadro 7. <i>Blowup - Buckling</i>	80
Cuadro 8. <i>Grieta de Esquina</i>	80
Cuadro 9. <i>Losa Dividida</i>	81
Cuadro 10. <i>Grieta de Durabilidad "D"</i>	81
Cuadro 11. <i>Escala</i>	82
Cuadro 12. <i>Daño del sello de la junta</i>	82
Cuadro 13. <i>Desnivel carril berma</i>	83
Cuadro 14. <i>Grietas lineales</i>	83
Cuadro 15. <i>Parche Grande (mayor de 0.45 m2)</i>	84
Cuadro 16. <i>Parche pequeño (menos de 0.45 m2)</i>	84
Cuadro 17. <i>Pulimiento de agregados</i>	85
Cuadro 18. <i>Popouts</i>	85
Cuadro 19. <i>Bombeo</i>	86
Cuadro 20. <i>Punzonamiento</i>	86
Cuadro 21. <i>Cruce de la vía férrea</i>	87
Cuadro 22. <i>Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado</i>	87
Cuadro 23. <i>Grietas de retracción</i>	88
Cuadro 24. <i>Descascaramiento de esquina</i>	88
Cuadro 25. <i>Descascaramiento de junta</i>	89
Cuadro 26. <i>Valores deducidos corregidos</i>	89

I. INTRODUCCIÓN

El pavimento rígido o de concreto es considerado un bien público de mucha ayuda para la población y para el progreso de la ciudad, es usado para el tránsito vehicular, el ciudadano tiene la necesidad de trasladarse de un lugar a otro, tanto las personas, los productos y sus enceres; en ese sentido el transporte es fundamental para poder satisfacer las necesidades primordiales de las personas.

Por otro lado el pavimento rígido tiene un periodo de vida útil, y durante este tiempo suelen malograrse o fallar por diferentes factores, lo cual son provocados por el tipo de suelo, causas climáticas, proceso constructivo, mantenimiento, las situaciones de drenaje y sub-drenaje, la intensidad de la circulación vehicular, y otros motivos.

El pavimento rígido requiere de su mantenimiento de manera pertinente para su buena preservación de una forma eficaz, rápida y económica, cumpliendo con las necesidades y requerimientos por conseguir que nuestras construcciones en pavimentos rígidos de nuestra región de Ayacucho logren desarrollarse con la eficacia que corresponde a dicha obra.

La revisión visual de patologías en los pavimentos rígidos de nuestra localidad, fue el motivo para desarrollar esta investigación. Esta investigación es justificado por la necesidad de saber el estado en que se encuentra el pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, del Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, según el tipo de patología, además mostrar el grado de afectación de clase de daño, nivel de severidad y densidad que tiene sobre la estado del pavimento rígido, y por este motivo el presente trabajo de

investigación tiene como técnica de desarrollar la metodología del “**PCI**” (**Índice de Condición de Pavimento**), nos permitirá determinar mediante una cifra representativa de “0 a 100”, para indicarnos el estado en que se encuentra el pavimento.

Para desarrollar la presente tesis se planteó el siguiente problema,

¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho - 2018, nos permitirá obtener un índice de integridad estructural y la condición operacional de la superficie del pavimento?

Teniendo como objetivo general, es determinar y evaluar las patologías en el pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho - 2018.

La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado actual y la condición del pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el Distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2018. Según los tipos de patologías identificadas y los factores causantes, se determino es estado actual del pavimento.

Por lo que desarrollaremos un **Tipo de Investigación** Descriptiva, no Experimental y de corte transversal.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

a) Estudio de la patología presente en el pavimento rígido del segmento de vía de la carretera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de granada departamento del Meta.

Bogotá - 2010

Según (Duque Sanabria & Tibaquirá García, 2010) en sus conclusiones se determinó que el deterioro más sobresaliente en toda la vía es la Falla longitudinal, producido por la mala construcción de las losas.

La vía número 1, se ve en mayor proporción afectado por falla longitudinal y la insuficiencia en las juntas, también se ve en el tramo reparado con pavimento articulado, adoquín.

La vía número 2, se producción la pérdida de material y falla longitudinal, posiblemente por dificultades al momento de realizar la mezclado de concreto.

La vía número 3, en su mayor parte está afectado por falla longitudinal y Fisuración de cuadrícula, que al igual de las demás vías posee una deficiente modulación.

La vía número 4, en su mayor parte está afectado por la insuficiencia en las juntas y el descascaramiento, posiblemente ocurrido al momento de realizar la mezclado de concreto.

La vía número 5, en su mayor parte está afectado por la insuficiencia en las juntas, ocasionada a través del tiempo de vida del pavimento y las cargas pesadas que soporta.

La reparación que realizaron los servicios públicos locales no fueron positivas, ya que estos daños de la vía se deben por que ejecutan mal los trabajos por parte de dichas empresas.

Se **recomienda** en las **fisuras longitudinales** es realizar en las surcos a lo largo de la falla, mover la mezcla de concreto que queda en los surcos, limpiar los surcos con fuentes de arena y aire, poner la barra en el surco y rellenar el surco dando vibrado, dando un acabado a la superficie y curarlo.

Es **recomendable** en las **fisuras transversales** hacer un retiro del área imperfecta, eliminación de los concretos malos, arreglar la base y drenaje, facilitar el cambio de carga en las caras de las juntas, estar al tanto en el acabado del concreto recién realizado, teniendo en cuenta el curado, resguardo del concreto, corte y sellado de las mismas.

b) Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar.

Bogotá – 2012

Según (Sanchez Díaz & Machuca Oliveros, 2012) el **principal Objetivo** fue realizar un estudio de las fisuras presente en el pavimento rígido, en las pistas del municipio de Tamalameque cesar realizando un estudio para mantenerlo y rehabilitarlo.

Al final, este trabajo **concluyó** que al evaluar los diferentes pavimentos del municipio de Tamalameque se obtuvo información del estado mecánico en que se encuentra, la evaluación visual fue esencial para determinar el nivel de deperfecto

del pavimento rígido; y la información fue utilizada para detallar los tipos de fallas, sitios para arreglar y propuestas para solucionar.

Las mediciones de estas fallas relacionan la reparación para tener un presupuesto de acuerdo a la magnitud y tratamiento de las zonas.

La preparación de cuadros hechos en Excel permite recoger datos en el campo que sirven para elaborar los trabajos y establecer los datos para poder determinar las diferentes fallas a tratar.

Para mantener y rehabilitar las vías elegidas del Municipio de Tamalameque se debe realizar un estudio de gabinete para realizar un plan de diseño del espesor de las losas, medición, y poder seleccionar de solución y también un presupuesto a precios del mercado.

Se **recomienda** elaborar estudios de caracterización de la subrasante para profundizar un criterio más certero de su granulometría que es fundamental para elegir la categoría en cuanto al diseño simplificado.

El concreto a utilizar para la recuperación de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados debe ser de buena calidad con resistencias a la flexión dentro de un rango de 4.1 a 4.4 Mpas esto con el fin de asegurar la calidad de la obras a desarrollar.

c) Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos

Chile – 2010

Según (**Miranda Rebolledo, 2010**) su **objetivo** de esta investigación es reconocer la falla que tiene el pavimento flexible y rígido, y proponer soluciones

para su mantenimiento y rehabilitarlo de los mismos, con un presupuesto pequeño y con el resultado más eficaz.

Se **concluyó** que aún no toman conciencia de realizar un mantenimiento del pavimento para poder conservarlo ya que menos costo reparar el pavimento, así ahorrar mucho dinero, se puede ofrecer un mejor servicio y seguro para los conductores.

Para conservar el pavimento se requiere personal conocedor del tema.

El presupuesto destinado para la reparación tiene que ser ocupado en forma eficiente, para poder lograr esto es necesario analizar los pavimentos frecuentemente y cuidadosamente.

Si la necesidad fue determinada para realizar la reparación, éstos se harán rápidamente, ya que el pavimento sigue deteriorándose diariamente, ocasionando así un peligro en la conducción.

Es primordial en primer lugar saber que origino este daño al pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia.

Es necesario un mantenimiento eficaz y perpetuo para poder salvaguardar la inversión y conservar el pavimento en su totalidad para el servicio a los pobladores.

La evaluación realizada en los sectores 1 y 2 de Valdivia una de las métodos empleados para poder reparar los pavimentos no fue lo correcto ya que no se empleó el criterio adecuado al tipo de daño con su respectiva solución, y los trabajos realizados tienen que investigarse por el mandante.

d) Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja

Ecuador – 2009

Según (Armijos Salinas, 2009) se **concluyó** que la Av. Manuel Carrión P. presenta un PCI de 51, de esta manera se dice que la calzada tiene un estado regular, el cual se recomienda una rehabilitación con relleno en el área más afectada.

De otro lado la calle Marcelino Champagnate presenta un PCI de 51, de esta manera se dice que la calzada tiene un estado regular, el cual se recomienda una rehabilitación para poder incrementar su periodo de funcionamiento.

La estación Sur del Sistema Integrado de Transporte (SITU) presenta cargas diarias de buses, presenta un PCI de 89, lo que indica una clasificación excelente.

En la ciudad de Loja se saber el valor de su PCI para que así, se puedan efectuar su rehabilitación y detener el deterioro de la calle.

Se **recomienda** los inspectores deberán determinar los tipos de falla con una certeza del 95% y para ello es necesario seguir lo establecido en el Manual de Daños.

Las variaciones de las longitudes deberán ser consideradas adecuadas, cuando se encuentren dentro de una variación del 10% si se realizan nuevas mediciones.

Las mediciones de superficie deben ser consideradas adecuadas cuando se encuentran dentro de un rango del 20% cuando se vuelve a medir.

Al momento de realizar la inspección el campo, el inspector o inspectores, deberán contar el equipo necesario para su desplazamiento en la vía.

En cuanto a las vías evaluadas, es importante que en un periodo de 6 a 12 meses se vuelva a realizar una nueva evaluación con el fin de conseguir realizar

la curva del comportamiento de estos pavimentos después de un periodo de tiempo.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

a) Innovación del método vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito.

Perú – 2012

Según (Apolinario Morales, 2012) su **objetivo** es innovar una metodología existente tipo VIZIR, para la evaluación de carreteras de bajo volumen de tránsito, que permita tomar decisiones para las actividades de conservación y mantenimiento.

Se **concluyó** que el PCI es el más difundido para poder evaluar los pavimentos, sin embargo el MTC introdujo una nueva opción para evaluar, demostró un Proyecto del Sistema de Gestión de Carreteras, de esta manera este proyecto considero los catálogos para pavimentos flexibles originarios del método VIZIR; pero en nuestras fechas esta dominante el método PCI, por no realizar difusión del método VIZIR, esta tesis su objetivo es difundir este método.

El índice de Rugosidad Internacional (IRI) es uno de los indicadores buenos para saber el estado del camino, ya que estudia los desperfectos mayores que soporta un pavimento; pero es necesario desarrollar una inspección visual de la condición del pavimento de esta manera poder saber el principal imperfecto que está afectando la rugosidad del tramo, por lo cual la alternativa de evaluación es el método ESBVT el cual nos indica las características superficiales del pavimento básico y de esta forma se puede proyectar un plan estratégico para su preservación.

Los resultados de evaluación de la condición superficial del pavimento de BVT, se concuerdan mejor al resultado obtenido con el método PCI.

Se **recomienda** La variedad de los materiales componentes del pavimento básico y la gran heterogeneidad de las características de los materiales incluso dentro de un mismo tramo, además de la dificultad técnica y económica de contar con variables de entrada precisas (como el tránsito o la pluviometría mensual), hacen que las estrategias de mantenimiento y conservación de las carreteras de bajo volumen de tránsito BVT, esté centrado en una respuesta a la condición del camino, más que en una modelación y una planificación a largo plazo de las actividades a ejecutar, como se realiza con los caminos pavimentados. Es por esta razón que se recomienda realizar las evaluaciones superficiales del pavimento de carreteras de BVT, con determinada frecuencia para verificar el cumplimiento de la serviciabilidad de la vía.

Las vías de bajo volumen de tránsito son un bien público y son elementos esenciales de integración territorial, de comunicación y, en especial, de inclusión social, como un derecho básico, razón por lo que se recomienda establecer lineamientos que promuevan la recopilación y consolidación de información dentro de un sistema georeferenciado, sobre la red de BVT (inventario, condición y desempeño); información que puede ser utilizada en los procesos de gestión.

Se recomienda ampliar los trabajos de investigación, referente a la aplicación de otros métodos de evaluación de la condición superficial de pavimentos en carreteras de bajo volumen de tránsito, donde se usan otros tipos de tratamientos superficiales, con la finalidad de contar en nuestro medio con alternativas para la evaluación de los pavimentos básicos.

Finalmente, debido a una mejor confiabilidad del método ESBVT en relación con el método VIZIR, con respecto a la evaluación de la condición superficial del pavimento en carreteras de bajo volumen de tránsito, se recomienda que se difunda como herramienta de gestión, en estrategias de mantenimiento y conservación de pavimentos básicos, por la facilidad y precisión de los resultados al aplicar el método.

b) Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las plataformas deportivas de las instituciones educativas estatales del distrito de tumbes provincia de tumbes y departamento de tumbes, noviembre – 2011.

Perú – 2011

Según (**Ramos Marquez, 2011**) tiene como **objetivo** obtener el PCI para las plataformas deportivas en las instituciones educativas estatales del Distrito de Tumbes, a partir de las patologías encontradas en el concreto.

El autor **concluyó** su logró en poder determinar un PCI=80 el cual nos indica que tiene un estado muy bueno. Las plataformas deportivas de las instituciones educativa del Distrito de Tumbes, presenta mayor patologías de grietas lineales, pulimiento de agregados y descascaramiento de juntas. La I.E. Leonardo Rodríguez tiene un PCI de 52 poniéndola en un nivel regular, la I.E. Ramón Castilla tiene un PCI de 67 poniéndola en un nivel regular, igual que las instituciones educativas Carlos Teodoro Puell con PCI de 65 el cual se ubica en el nivel bueno.

Se **recomienda** rehabilitar las partes dañadas de las losas de las IE del Distrito de Tumbes.

Tomar en cuenta el suelo como prioridad antes de construir debido a que las grietas son producto de asentamientos diferenciales del suelo, o por problemas de orden constructivo o arcilla semiexpansiva que pueda afectar en las épocas de lluvia.

Se recomienda cerrar bien las juntas para evitar filtraciones de agua debajo de las losas y que se produzca estos efectos.

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Pavimento

Según **Rengifo (2014)**, el pavimento es una estructura diseñada para poder absorber tensiones ocasionadas por los vehículos, de acuerdo a como ha sido diseñado, puede durar muchos años de vida.

Según **Montejo (2002)**, es una estructura que está constituida por capas una sobre otras que están diseñados y construidos con materiales adecuados y compactación eficaz. Este pavimento se apoya sobre la subrasante el cual soportan esfuerzos de cargas de los vehículos repetidamente durante un tiempo de vida de acuerdo al diseño del pavimento.

Según **Zagaceta y Romero (2008)**, un pavimento es un conjunto de capas de materiales seleccionados que reciben las cargas de tránsito y estos son transmitido en las capas inferiores, distribuyéndolas con uniformidad para tener una operación rápida y cómoda.

2.2.2. Clasificación de pavimentos

Al clasificar el pavimento se tendrá en cuenta como se distribuye las cargas de los vehículos en la carpeta de rodadura y luego pasa a la subrasante.

El pavimento se clasifica en tres tipos:

- a. Pavimentos flexibles o asfálticos
- b. Pavimentos rígidos o de concreto
- c. Pavimentos híbridos o mixtos

a. Pavimentos flexibles o asfálticos

Estos pavimentos está formado por estas capas: sub-rasante, sub-base, base y la carpeta de rodadura; (**Véase Figura 1**) estas capas también pueden estar definidas por el tipo de material o composición del suelo.

Según **Osuna (2008)**, el pavimento está formado por una subbase y base y una carpeta de rodadura, como podría ser: una carpeta de riegos, una carpeta de mezcla asfáltica, o de mezcla en caliente, es también conocido como mezcla de asfalto, el cual también es usado para el riego en la carpeta de rodadura.

“Es aquel pavimento que en su parte superior tiene una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas granulares, denominadas base y sub-base.” (**Armijos Salinas, 2009**)



Figura 1. Composición de un pavimento flexible
Fuente: (Rodríguez Velásquez, 2009).

b. Pavimentos rígidos o de concreto

Son estructuras sobre el suelo, los cuales poseen en su capa superior una losa de concreto, esta se halla encima y apoyada sobre una capa, llamada base o subrasante, (**Véase Figura 2**) el pavimento rígido es el pavimento más resistente y no pide mucho mantenimiento ya que su estructura en la actualidad se ha adoptado una maya de acero que permite a la losa de concreto tener mayor resistencia y fiabilidad, su promedio de vida útil está entre los 15 a 30 años.

Según **Camposano y García (2012)**, está constituido por una losa de concreto y también presentan un armado de acero, su presupuesto es más alto que el pavimento flexible, su tiempo de vida varía entre 20 y 40 años, se realiza poco mantenimiento y solo se mantiene en las juntas de la losa.

Según (**Ramos Nuñez, 2015**), es una losa de concreto hidráulico que está por encima de las capas base y sub-base, y estos apoyados en la sub-

rasante. La capacidad del pavimento rígido depende del como resisten las losas.



Figura 2. Composición de un pavimento rígido
Fuente: (Rodríguez Velásquez, 2009).

c. Pavimentos híbridos o mixtos

Según (Rodríguez Velásquez, 2009), es la combinación del pavimento flexible y rígido. Cuando se colocan bloques de concreto compuesto de arcilla lo cual logran disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que los bloques producen una ligera vibración en los autos que circulan por una vía. Este bloque de concreto es usado frecuentemente en zonas urbanas, ya que garantiza seguridad y bienestar para los usuarios.

Los pavimentos de superficie asfáltica construidos sobre el pavimento rígido son considerados pavimentos mixtos, pero más adelante produce la falla de fisura en la junta (Véase Figura 3).

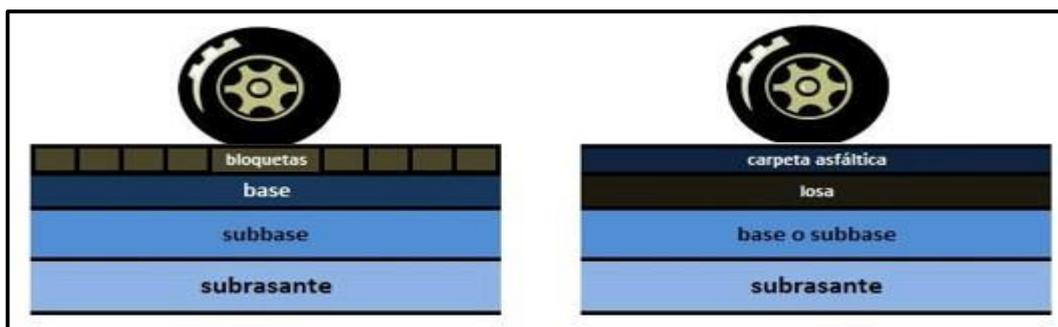


Figura 3. Composición de un pavimento mixto
 Fuente: (Rodríguez Velásquez, 2009).

2.2.3. Comportamiento estructural de los pavimentos

El comportamiento estructural de un pavimento frente a cargas externas, es la reacción de las capas. Existe una diferencia de comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos, de acuerdo a la forma como se distribuyen las tensiones (**Véase Figura4**).

La distribución de cargas en el pavimento flexible es de mayor a menor, donde las capas superficiales soportan mayores tensiones y luego se distribuye a las capas inferiores.

En el pavimento rígido, la losa es la capa que soporta todas las cargas. Las capas inferiores, son despreciables, en términos de resistencia. Las cargas son distribuidas uniformemente debido a la rigidez del concreto, dando poca tensión en la subrasante.

En los pavimentos flexibles la mayor tensión se produce en la subrasante, por tener poca rigidez, por eso se deforma más que el rígido.

Según **Leguía y Pacheco (2016)**, el pavimento se comporta de acuerdo a la carga que soporta y con la velocidad que se transcurre en dicha vía. Al soportar varias veces las cargas móviles el pavimento hace que afecten

a la resistencia de sus capas. En el pavimento flexible este efecto se ve en la capa de la carpeta asfáltica y a base.

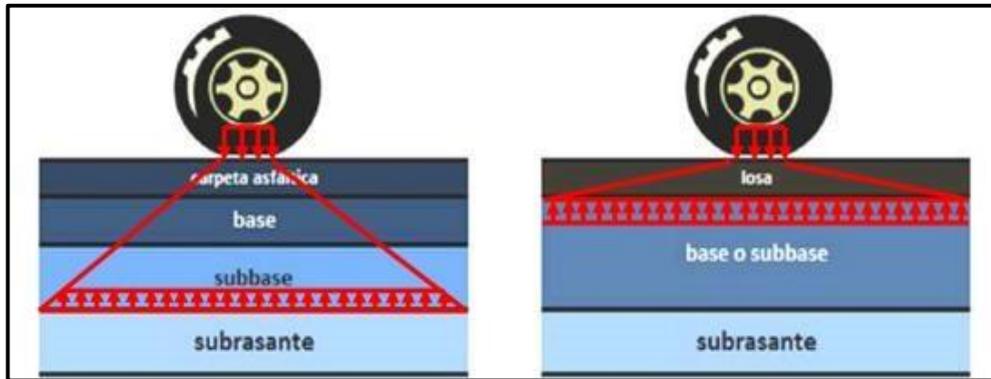


Figura 4. Comportamiento del pavimento debido a las cargas
Fuente: (Rodríguez Velásquez, 2009)

2.2.4. Patología en pavimento

La patología es el estudio de fallas que presentan muchas estructuras a lo largo de su vida, estas patologías que dan inicio a las deformaciones o colisiones en el pavimento son producidas por hechos conocidos o desconocidos. Estas patologías presentan aspectos visuales definidos por el método del PCI (índice de condición del pavimento).

Según **Godoy y Ramírez (2006)**, la patología estudia las enfermedades y procesos anormales de hechos conocidos o desconocidos. Este trabajo de investigación trata reducir la aparición de las fallas en los pavimentos rígidos, para ellos se debe llevar a una inspección permanente de las obras realizadas, para reconocer las fallas que se van presentando y establecer una referencia a sus posibles causas.

“Se define como el deterioro del pavimento, es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo.” (Namuche Rodríguez, 2014)

2.2.5. Deterioros más comunes en los pavimentos

Según Osuna (2008), el desperfecto de un pavimento es la serie de daños en la capa de rodadura que perjudican una circulación segura y confortable de los vehículos. El mal estado de la superficie nos indica un poco desempeño del pavimento; si desempeña mal se dice que el pavimento está mostrando alguna falla. Siempre será necesario realizar investigaciones adecuadas del campo, para establecer que origino la causa del daño. Es necesario realizar mantenimientos en las vías con los avances de tecnología que tenemos, utilizar nuevos materiales y revisar otros archivos relacionados para mantener una vía.

Los diferentes tipos de daños que presenta un pavimento rígido son:

- ✓ Juntas.
- ✓ Fisuras y Grietas.
- ✓ Deterioros Superficiales.
- ✓ Otros Deterioros.

a. Sello de junta

Es causada por varios factores como la acumulación de materiales, perdida de adherencia en los bordes del pavimento, sobre acabado, etc. Estas deficiencias están determinadas por los siguientes nombres:

- ✓ Deficiencia del Sellado.

- ✓ Juntas Saltadas.
- ✓ Separación de Junta longitudinal

b. Fisuras y Grietas

Son fallas que se ven a simple vista, sus dimensiones de estas fisuras pueden variar según la intensidad del daño y se presentan en distintos sitios del pavimento, estas grietas pueden ser:

- ✓ Grieta de Esquina.
- ✓ Grieta Longitudinales.

c. Deterioro superficial

Son fallas que presentan el pavimento en forma de desgastes o desintegración del mismo, el cual se ve a simple vista el hormigón.

Están definidas por las determinaciones:

- ✓ Fisuramiento por Retracción (Tipo Malla).
- ✓ Desintegración.
- ✓ Baches.

d. Otros deterioros

Se tomara los conceptos de otras patologías como:

- ✓ Levantamiento Localizado.
- ✓ Escalonamiento de Juntas y Grietas.
- ✓ Descenso de la Berma.
- ✓ Separación entre Berma y Pavimento.
- ✓ Parche deteriorado.
- ✓ Surgencia de Finos.
- ✓ Fragmentación Múltiple.

2.2.6. Serviciabilidad de pavimentos

Según **Rivera y otros** (2011), los usuarios califican el servicio del pavimento, para medir el servicio de los pavimentos, se evalúa la superficie, pero esta evaluación no es completa.

La serviciabilidad del pavimento fue representado en un índice de los resultados de la prueba AASHO, en la cual se realizó una evaluación mediante escala que varía de 0 a 5, siendo 5 una superficie perfecta y 0 una superficie mala. En la siguiente tabla se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASHO:

Tabla 1. *Escala de calificación de Serviciabilidad de los pavimentos*

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
5.0 – 4.0	Muy buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 – 3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los “Muy Buenos”, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.

3.0 – 2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 – 1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 – 0.0	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Fuente: (AASHO, 1962)

Según (AASHO, 1962), se consideran tres indicadores para poder medir la serviciabilidad de un pavimento:

a) El rango de serviciabilidad presente (PSR)

Es determinado por la evaluación promedio de los usuarios, este promedio origina al PSR, el cual tiene carácter subjetivo.

b) El índice de serviciabilidad presente (PSI)

Es la característica física del pavimento que se medirá objetivamente y relacionarse con las evaluaciones subjetivas. Establece el estado funcional actual del pavimento.

c) La condición superficial del pavimento

De acuerdo a los ensayos que se realizó en la AASHO Road Test en 1962, se descubrió que la serviciabilidad de un pavimento era atribuida a la variación que existía a lo largo de la pista, y estas medidas de regularidad nos mostraban la serviciabilidad del pavimento existente.

Los valores del PSR y el PSI no son suficientes realizar una intervención en el pavimento, por el cual es necesario desarrollar métodos de evaluación de pavimentos para determinar su condición superficial y poder obtener el índice de evaluación.

2.2.7. Evaluación de pavimentos

Para prolongar la vida útil de un pavimento se realizara evaluaciones que consiste en el estudio del estado de la estructura y la superficie del pavimento, para poder conservarlas y mantenerlas.

Según **Armijos (2009)**, la evaluación de pavimentos radica en un informe, el cual se presenta el estado en que está la superficie, para que así poder repararlas y mantenerlas, para alargar el tiempo de vida de los pavimentos, por ello es importante una evaluación que sea objetiva y conforme al medio en que se encuentre.

a. Importancia de evaluación de pavimentos

Es importante realizar una evaluación del pavimento, porque nos permite conocer a tiempo los deterioros que se presenta en la superficie, y de acuerdo a esto realizar un mantenimiento para tener un servicio más óptimo al usuario. Con esta evaluación podemos decir cuántos años de vida le queda a la red vial.

Esta evaluación también nos ayuda a optimizar nuestros costos en la rehabilitación, pues si presenta un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio, previniendo una futura mayor inversión.

b. Objetividad en la evaluación de pavimentos

Para realizar una evaluación se necesita de personas conocedoras del tema, de no ser así, estas pruebas pierden su creencia con el tiempo y no podrán ser comparadas, para realizar una evaluación precisa se escogerá un modelo de evaluación que se encuentre normalizado.

Según **Armijos (2009)**, no siempre se consigue mediciones que cumplan con la condición para poder diferenciar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de la toma de decisiones, originando una diferencia entre la real y lo indicado por las muestras. La diferencia que ocurre se debe a dos causas:

- a) Variabilidad de las unidades, ya que las unidades son la base para los análisis que se efectuaran.

b) Variedad de la respuesta dentro de cada unidad, se relaciona la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

c. Curva de comportamiento de los pavimentos

La curva de comportamiento muestra la calidad histórica del pavimento.

Para analizar el comportamiento de los pavimentos se necesita la calidad de la carpeta de rodadura durante el periodo de estudio y datos del tránsito vehicular durante ese periodo. La grafica esta representado por el índice de serviciabilidad versus el tiempo o numero de ejes equivalentes.; de esta manera se visualiza si un pavimento necesita de una rehabilitación o mantenimiento, para que así se prolongue su tiempo de vida.

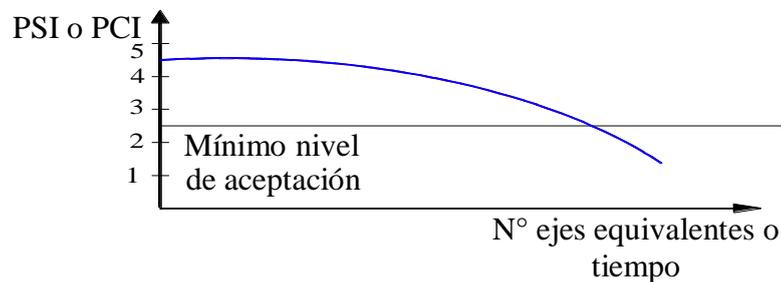


Figura 5. Curva de comportamiento del pavimento.

Fuente: (Armijos Salinas, 2009).

d. Tipos de fallas en los pavimentos

Los tipos de fallas presentes son: fallas de superficie y fallas en la estructura.

✓ **Fallas de superficie**

Estas fallas son causadas en la capa de rodadura, para corregir estas fallas es necesario graduar la superficie.

✓ **Fallas estructurales**

Es una falla que se origina en las capas constitutivas del pavimento debido al tránsito y los factores climáticos. Para corregir esta falla es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente, para que estas capas respondan a las a las cargas del tránsito.

e. Tipos de evaluación del pavimento

Para poder evaluar existen diferentes métodos que son aplicados en las pistas, entre los que se aplican están:

✓ **Inspección visual de daños en carreteras (VIZIR)**

Según **Armijos (2009)**, es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, y así poder tomar medidas como su mantenimiento y rehabilitación.

Este índice fue desarrollado en Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France o por sus siglas en inglés LCPC.

El sistema VIZIR nos ayuda a distinguir las fallas estructurales y las fallas funcionales, que fue adoptado en vías de desarrollo y zonas tropicales.

Según **Apolinario (2012)**, este método fue desarrollado en Francia a partir en los años 60 para los pavimentos flexibles, esta metodología fue usada por los continentes asiáticos y africanos, sin embargo en el Perú no es muy conocido.

El VIZIR se usa para la cuantificar y calificar los daños, a partir de las inspecciones visuales, califica la condición del pavimento mediante el índice global de degradación para realizar un mantenimiento.

✓ **FHWA / OH99 / 004**

“Este índice es muy sencillo y claro, porque pondera los factores dando mayor privilegio a los deterioros que son muy abundantes o importantes en ciudades donde hay estaciones muy marcadas pero no en áreas tropicales.”

(Armijos Salinas, 2009)

✓ **ASTM D 6433 – 99**

Según **Armijos (2009)**, es también conocido como Present Condition Index, o PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones que presentan los pavimentos flexibles y rígidos. Este método es usado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de deterioros en la superficie del pavimento.

2.2.8. Proceso de evaluación de los pavimentos

Según **Vásquez (2002)**, el procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende una etapa de trabajo de campo y otra etapa de cálculos aplicando la metodología respectiva; y es el siguiente: Primero se inspecciona individualmente cada unidad de muestra seleccionada, luego,

se registra el tramo y número de sección así como el número y tipo de unidad de muestra. Los daños o fallas se identificaran, teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de los mismos:

a. La clase

Está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento como ejemplo las grietas de esquina, losa dividida, etc. cada uno de ellos se describe en el manual de daños de la evaluación de la condición de pavimentos.

b. El grado de severidad

De la calidad de tránsito se determina por:

✓ **L: (Low: Bajo):**

Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad.

✓ **M: (Medium: Medio):**

Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad.

✓ **H: (High: Alto):**

Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad.

c. La extensión

Que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada

tipo de deterioro, en el caso de la evaluación de pavimentos de hormigón, la calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en una losa o varias losas.

2.2.9. Manual de daños en pavimentos rígidos

Según (Vásquez Varela, 2002):

a. Blowup - Buckling

- ***Descripción:***

Los Blowup o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

- ***Niveles de Severidad***

L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad

- **Opciones de Reparación**

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

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

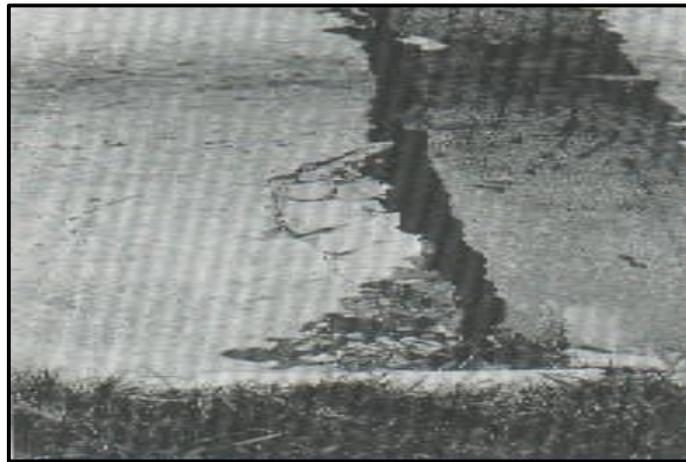


Figura 6. Falla por Blowup – Buckling
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

b. Grieta de Esquina

- **Descripción:**

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de

esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

- ***Niveles de Severidad***

L: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.

M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)

H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

- ***Medida***

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

- ✓ Sólo tiene una grieta de esquina.
- ✓ Contiene más de una grieta de una severidad particular.
- ✓ Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de

severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

➤ *Opciones de reparación*

L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

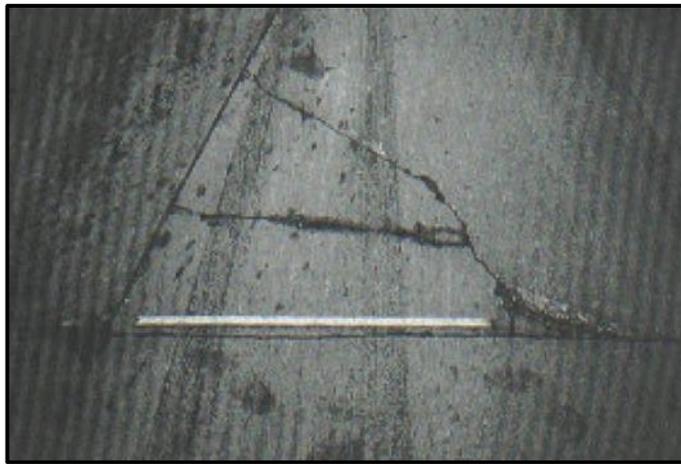


Figura 7. Grieta de esquina
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

c. Losa Dividida

• *Descripción:*

La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

- ***Niveles de severidad***

En el Cuadro siguiente se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Cuadro 1. *Cuadro de Severidad de Losa Dividida*

SEVERIDAD DE LAS MAYORÍAS DE LAS GRIETAS	NUMERO DE PEDAZOS EN LA LOSA		
	AGRIETADA		
	1 a 5	6 a 8	8 o más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Fuente: (Vásquez Varela, 2002).

- ***Medida***

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

- ***Opciones de reparación***

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

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa



Figura 8. Falla de losa dividida
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

d. Grieta de Durabilidad “d”

- *Descripción:*

Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

- *Niveles de severidad*

L: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse

desprendido.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- ✓ Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.
- ✓ Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

- ***Medida***

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

- ***Opciones de reparación***

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.

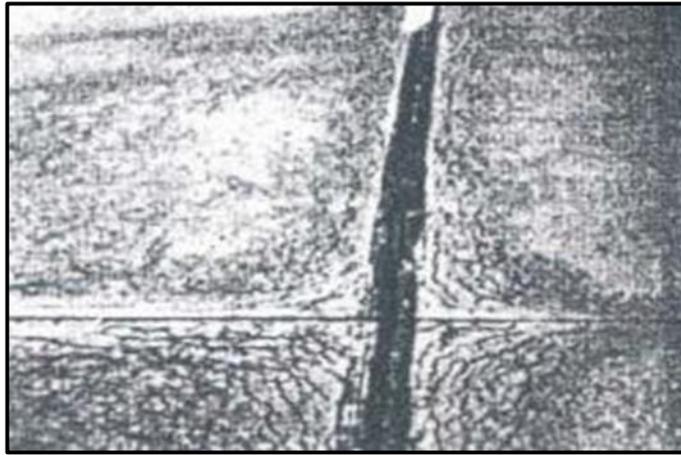


Figura 9. Grieta de Durabilidad D
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

e. Escala

• *Descripción:*

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

- ✓ Asentamiento debido una fundación blanda.
- ✓ Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
- ✓ Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

• *Niveles de Severidad*

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el Cuadro siguiente:

Cuadro 2. Cuadro de Niveles de Escala

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayores que 19 mm

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

- **Medida**

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

- **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.



Figura 10. Falla de Escala
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

f. Daño del Sello de la Junta

- ***Descripción:***

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

- ✓ Desprendimiento del sellante de la junta.
- ✓ Extrusión del sellante.
- ✓ Crecimiento de vegetación.
- ✓ Endurecimiento del material llenante (oxidación).
- ✓ Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
- ✓ Falta o ausencia del sellante en la junta.

- ***Niveles de Severidad***

L: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.

M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo.

El sellante requiere reemplazo inmediato.

- **Medida**

No se registra losa por losa sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

- **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Sellado de juntas de menor consideración.

H: Sellado de juntas de mayor consideración.



Figura 11. Daño del sello de la Junta
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

g. *Desnivel Carril / Berma*

- ***Descripción:***

El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad.

También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

- ***Nivel de severidad***

L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.

M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.

H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

- ***Medida***

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

- **Opciones de reparación**

L, M, H: Re-nivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.



Figura 12. Desnivel carril berma
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

h. Grietas Lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)

- ***Descripción:***

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes.

Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en todo la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

- ***Niveles de severidad***

- **❖ Losas sin refuerzo**

L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- ✓ Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
- ✓ Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
- ✓ Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- ✓ Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
- ✓ Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

- **❖ Losas con refuerzo**

L: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- ✓ Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin

escala.

- ✓ Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
- ✓ Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- ✓ Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
- ✓ Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

- ***Medida***

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

- ***Opciones de reparación***

L: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



Figura 13. Falla por Grieta Lineal
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

i. Parche Grande (mayor de 0.45 m²) y acometidas de servicios públicos

- ***Descripción:***

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

- ***Niveles de severidad***

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

✓ **Medida**

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta

✓ **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.



Figura 14. Parche Grande mayor de (0.45 m²)
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

j. Parche Pequeño (menor de 0.45 m²)

✓ ***Descripción:***

Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

✓ ***Niveles de Severidad***

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

H: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

✓ ***Medida***

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

✓ ***Opciones para Reparación***

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.



Figura 15. Parche Pequeño menor de (0.45 m²)
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

k. Pulimento de Agregados

✓ ***Descripción:***

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

✓ ***Niveles de Severidad***

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de

pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

✓ ***Medida***

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

✓ ***Opciones de reparación***

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobre carpeta.



Figura 16. Pulimento de Agregados
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

l. Popouts

✓ ***Descripción:***

Un Popouts es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

✓ ***Niveles de severidad***

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el Popouts debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

✓ ***Medida***

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres Popouts por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

✓ ***Opciones de reparación***

L, M y H: No se hace nada.



Figura 17. Falla por Popouts
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

m. Bombeo

✓ ***Descripción***

El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte.

Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

✓ ***Niveles de Severidad***

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

✓ ***Medida***

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas.

Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

✓ **Opciones de reparación**

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.



Figura 18. Falla por Bombeo
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

n. **Punzonamiento**

✓ **Descripción:**

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

Cuadro 3. Cuadro de Nivel de Falla por Punzonamiento

SEVERIDAD DE LAS MAYORÍAS DE LAS GRIETAS	NUMERO DE PEDAZOS EN LA LOSA AGRIETADA		
	2 a 3	4 a 5	5 o más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	H	H

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

✓ **Medida**

Si uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

✓ **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo



Figura 19. Falla por Punzonamiento
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

o. Cruce de Vía Férrea

✓ *Descripción:*

El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

✓ *Niveles de severidad*

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

M: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

✓ *Medida*

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea.

Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

✓ *Opciones de reparación*

L: No se hace nada.

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

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

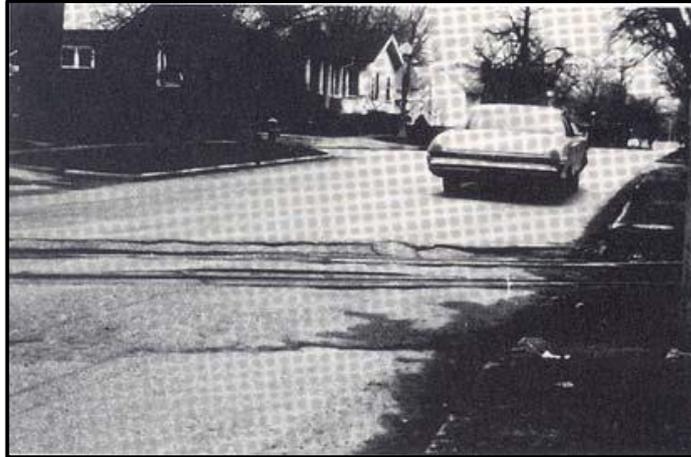


Figura 20. Cruce de vía Férrea
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

p. *Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado.*

✓ **Descripción:**

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

✓ **Niveles de Severidad**

L: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor

presente.

M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

H: La losa esta descamada en más del 15% de su área.

✓ ***Medida***

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

✓ ***Opciones para Reparación***

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobre-carpeta



Figura 21. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

q. Grietas de Retracción

✓ **Descripción:**

Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

✓ **Niveles de Severidad**

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

✓ **Medida**

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

✓ **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.



Figura 22. Grieta por Retracción
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

r. Descascaramiento de Esquina

✓ **Descripción:**

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

✓ **Niveles de severidad**

En el **Cuadro 4** siguiente se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm deberá contarse.

Cuadro 4. Cuadro de dimensiones de Descascaramiento

PROFUNDIDAD DEL DESCASCARAMIENTO	DIMENSIONES DE LOS LADOS DEL DESCASCARAMIENTO	
	127.0 x 127.0mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor de 305.0 x 305.0
Menor de 25.0 mm	L	L
> 25.0 mm a 51.0 mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

✓ **Medida**

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

✓ **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.



Figura 23. Descascaramiento de esquina
Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

s. Descascaramiento de Junta

✓ **Descripción:**

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

✓ Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.

✓ Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

✓ *Niveles de Severidad*

En el **Cuadro 5** se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Cuadro 5. *Niveles de Descascaramiento de Juntas*

FRAGMENTO DEL DESCASCARAMIENTO	ANCHO DEL DESCASCAR AMIENTO	LONGITUD DEL DESCASCARAMIENTO	
		< 0.6 m	> 0.6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos)	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	L	L
Suelos. Pueden moverse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial menos de 25.00 mm	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	M	H

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

✓ **Medida**

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

✓ **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.



Figura 24. Descascaramiento de Junta

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

III. HIPÓTESIS

a) Hipótesis general

El índice de integridad estructural y la condición operacional del pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho - 2018, presenta un PCI de 27, lo cual lo clasifica como un pavimento malo.

b) Hipótesis secundario

Las patologías mi población del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho – 2018 son:

- ✓ Pulimiento de agregados con PCI=26 (condición malo).
- ✓ Parcheo PCI=28 (condición malo).
- ✓ Grieta de esquina PCI=30 (condición malo).
- ✓ Escala PCI=22 (condición muy malo).
- ✓ Grieta longitudinal y transversal con PCI= 21 (condición muy malo).

IV. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en esta tesis, nos permite describir las características del terreno, el sistema de evaluación, los procedimientos de cálculo y la determinación y evaluación de las patologías en el pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho.

4.1. Tipo de investigación

El presente trabajo, es de tipo descriptivo, no experimental y cuantitativo de corte transversal, correspondiente al año 2018.

a) Descriptivo

Es descriptivo, porque describe la realidad sin alterarla.

b) No experimental

Es no experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a un análisis de laboratorio.

c) Cuantitativo

Es cuantitativo porque permitió generar datos de campo para su evaluación.

d) Transversal

Es transversal porque se analiza en el periodo junio 2018.

4.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación de este estudio es de tipo descriptivo, explicativo y correlacionado, ya que se especifica las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones y otros componentes de las patologías estudiadas. La evaluación de patologías en el pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, nos ha permitido identificar cada una de las patologías y su severidad de deterioro.

4.3. Diseño de la investigación

Se desarrolló siguiendo el método PCI Índice de Condición de Pavimentos, el cual se tomaron algunos criterios en el procesamiento de datos:

- a) La evaluación se realizó de manera visual y personalizada.
- b) Fue de manera manual, no se utilizó software.
- c) La metodología usada para la investigación fue:
 - ✓ Recopilación de antecedentes preliminares: en esta etapa se realiza la búsqueda, el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayuden a mi proyecto.
 - ✓ Estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos enfocados al método PCI.

Para la determinación de las muestras se tomó las tres cuadras del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, nos permitió desarrollar un trabajo ordenado en el siguiente orden:



Donde:

M= Muestra

O= Observación

A= Análisis

E= Evaluación

R= Resultado

4.4. Universo y muestra

Universo

Para nuestra investigación el universo está dado por la delimitación geográfica del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho.

Muestra

Se seleccionó las tres cuadras del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, el cual contiene 43 losas, cada una de 3.5m por 4m de sección.

4.5. Definición y operacionalización de variables

Cuadro 6. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Patología del pavimento rígido.	Es la determinación y evaluación de las patologías en el pavimento rígido para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional del jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho - 2018	Tipos de patologías que se presentan en los pavimentos de concreto del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.	Variabilidad en: Dimensiones y tipo de patologías del pavimento rígido. Grado de afectación: la severidad de la vía.	Tipo, forma de falla. Clase de falla Nivel de Severidad Bajo (B) Medio (M) Alto (A)

Fuente: (propia, 2018)

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la inspección visual y la toma de datos a través de ficha técnica como instrumento de la recolección de datos en la muestra según el muestreo.

La evaluación de la condición incluyó los siguientes aspectos:

- ✓ Wincha, para realizar las mediciones de cada paño del pavimento, y las áreas dañadas.
- ✓ Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- ✓ Manual de daños del PCI con los formatos correspondientes.
- ✓ Cámara digital para la toma de fotografías de las muestras.
- ✓ Laptop para procesar la estructura de la tesis.

4.7. Plan de análisis

El plan de análisis para el presente trabajo de investigación, comprende:

- ✓ La ubicación del área de estudio.
- ✓ Determinación de los tipos de patologías presentes en el pavimento del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana.
- ✓ Determinar el índice de condición de pavimento del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana.
- ✓ Procesamiento de los datos utilizando el manual del PCI y Excel.
- ✓ Representación de resultados a través de cuadros estadísticos.

4.8. Matriz de consistencia

«DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DEL JIRÓN MARISCAL CÁCERES – SANTA ANA, DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2018»

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	METODOLOGÍA	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES
¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho - 2018, nos permitirá obtener un índice de integridad estructural y la condición operacional de la superficie del pavimento?	Determinar y evaluar las patologías en el pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho - 2018.	El índice de integridad estructural y la condición operacional del pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho - 2018, presenta un PCI de 27, lo cual lo clasifica como un pavimento malo.	<p>1. TIPO DE INVESTIGACIÓN Descriptivo, no experimental y cuantitativo.</p> <p>2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN Descriptivo, explicativo y correlacionado</p> <p>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Se desarrolló siguiendo el método PCI y VIZIR.</p> <p>4. POBLACIÓN Distrito de Carmen Alto.</p> <p>5. MUESTRA Avenida Carmen Alto.</p> <p>6. TÉCNICAS Visual, recolección de datos.</p> <p>7. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Libros, internet, proyectos, etc.</p>	Determinación y evaluación de las patologías presentes en el pavimento rígido nos permitirán conocer el índice de integridad estructural del pavimento rígido.	Tipo, forma de falla.
PROBLEMA SECUNDARIO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS SECUNDARIO		VARIABLE DEPENDIENTE	Clase de falla y nivel de severidad.
<p>1. ¿Qué índice de integridad estructural presenta el pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho - 2018?</p> <p>2. ¿Qué patologías presenta el pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho - 2018?</p>	<p>✓ Determinar el índice de integridad estructural del pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho – 2018.</p> <p>✓ Evaluar las patologías que el pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho – 2018.</p>	<p>Las patologías mi población del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, ubicado en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho – 2018 son:</p> <p>✓ Pulimiento de agregados con PCI=26 (condición malo).</p> <p>✓ Parcheo PCI=28 (condición malo).</p> <p>✓ Grieta de esquina PCI=30 (condición malo).</p> <p>✓ Escala PCI=22 (condición muy malo).</p> <p>✓ Grieta longitudinal y transversal con PCI= 21 (condición muy malo).</p>		<p>Análisis del índice de integridad estructural del pavimento rígido.</p>	<p>Bajo (B)</p> <p>Medio (M)</p> <p>Alto (A)</p>

Fuente: (propia, 2018)

4.9. Principios éticos

La presente investigación no solo se manejó el tema de ciencias y técnicas que nos enseña nuestra casa de estudios, sino también velamos por la integridad y desarrollo del ser humano en su conjunto, sirviendo al público, esforzándonos por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería; además apoyar a otras instituciones profesionales y académicas.

Los resultados obtenidos en la investigación es de gran aporte para la Municipalidad de Huamanga, Departamento de Ayacucho, donde prevalece la ética responsable profesional.

Los principios éticos en la investigación, nos hemos comprometido con:

- ✓ La relación con el público: este informe debe ser sencillo y fácil de comprender.
- ✓ La relación con los profesionales: los ingenieros que trabajen en este sector pueden revisar y dar su opinión, sin dañar la reputación del autor del proyecto y no apropiarse de proyectos que no fueron elaborados por sí mismos.
- ✓ El buen comportamiento.
- ✓ El respeto a los derechos individuales, no engañar ni engañarse.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados

Se analizarán 3 muestras del pavimento rígido del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana, del Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho – 2018, el cual nuestro gran objetivo es determinar las principales patologías que presenta este jirón utilizando el método del PCI para así determinar el índice de condición del pavimento; se pudieron identificar diversas patologías basándonos en el manual del PCI para poder determinar su condición de operabilidad, por lo cual se tiene en consideración lo siguiente:

1. Ubicación de la zona de investigación.
2. Cálculo de las unidades muestrales que se está inspeccionando.
3. Las patologías existentes en cada muestra.
4. El grado o nivel de severidad según los estándares del manual del PCI.
5. Calcular el PCI para cada unidad muestral del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana – 2018.

Tabla 2. Evaluación de muestra 1

UNIDAD DE MUESTRA N° 01 - JIRÓN MARISCAL CÁCERES										
 «DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DEL JIRÓN MARISCAL CÁCERES - SANTA ANA, DEL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2018»										
UBICACIÓN:		Jirón Mariscal Cáceres			TIPO DE MUESTRA:		Vehicular			
DISTRITO:		Ayacucho			NÚMERO DE PAÑOS		11			
PROVINCIA:		Huamanga			UNIDAD DE MUESTREO		U1			
DEPARTAMENTO:		Ayacucho			CUADRA		1			
INSPECCIONADO POR:		EDWIN DARWIN CHAVEZ GAMBOA			FECHA		10/07/2018			
Nº	Daño	Nº	Daño	Nº	Daño	Nº	Daño	Nº	Daño	
21	Blow up / Buckling	28	Grieta Longitudinal, Transversal	35	Cruce de Vía Ferrea	22	Grieta de Esquina	29	Parqueo (grande)	
23	Losa dividida	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción	24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimiento de agregados	
25	Escala	32	Popouts	39	Descascaramiento de esquina	26	Sello de Junta	33	Bombeo	
27	Desnivel Carril / Berma	34	Punzonamiento		Descascaramiento de junta					
Nº	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	Nº DE PAÑOS	DENSIDAD (%)	VALOR DE REDUCCIÓN (VR)					
23	Losa dividida	A	10	90.91	88.33					
26	Sello de Junta	A	11	100.00	8.00					
29	Parqueo (grande)	M	3	27.27	18.80					
31	Pulimiento de agregados	A	11	100.00	9.70					
39	Descascaramiento de junta	M	10	90.91	25.00					
CALCULO DE VALOR DE REDUCCION CORREGIDO										
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 más alto de VR										
VAR= Valor individual más alto de VR										
VR (más alto):		88.33			m=		2.11			
Nº	VALOR DE REDUCCION					TOTAL	q	VCR	CONDICIÓN CLASIFICATORIO	
1	88.33	25.00	18.80	9.70	8.00	149.83	5	78.12	LETRAS	NÚMERO
2	88.33	25.00	18.80	9.70	2.00	143.83	4	78.72	Falla	0 -10
3	88.33	25.00	18.80	2.00	2.00	136.13	3	82.02	Muy Mala	10-25
4	88.33	25.00	2.00	2.00	2.00	119.33	2	80.63	Mala	25 -40
5	88.33	2.00	2.00	2.00	2.00	96.33	1	96.33	Regular	40 -55
							Max. CVR	96.33	Buena	55 -70
Maximo VCR=	96.33								Muy Buena	70 -85
PCI=	3.67								Excelente	85 -100
CLASIFICACIÓN=	Falla									

Fuente: (propia, 2018)

Tabla 3. Evaluación de muestra 2

		UNIDAD DE MUESTRA N° 02 - JIRÓN MARISCAL CÁCERES									
«DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DEL JIRÓN MARISCAL CÁCERES - SANTA ANA, DEL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2018»											
UBICACIÓN:	Jirón Mariscal Cáceres	NIVEL DE USO:	Vehicular								
DISTRITO:	Ayacucho	TOTAL DE LOSAS:	17								
PROVINCIA:	Huamanga	UND. MUESTREO	UM 02								
DEPARTAMENTO:	Ayacucho	CUADRA	2								
INSPECCIONADO POR:	CHAVEZ GAMBOA, Edwin Darwin	FECHA	10/10/2018								
Nº	Daño	Nº	Daño	Nº	Daño						
21	Blow Up/Buckling	28	Grieta Longitudinal, Transversal	35	Cruce de Via Ferrea						
22	Grieta de esquina	29	Parqueo (grande)	36	Desconchamiento						
23	Losa dividida	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción						
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimiento de agregados	38	Descascaramiento de esquina						
25	Escala	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta						
26	Sello de junta	33	Bombeo								
27	Desnivel Carril / Berma	34	Punzonamiento								
Nº	Tipo de daño	Severidad	Incidencia (Nº de losas)	Densidad de falla (%)	VALOR REDUCCIÓN (VR)						
22	Grieta de esquina	A	6	35.29	56.32						
23	Losa dividida	A	12	70.59	82.28						
25	Escala	B	9	52.94	22.42						
26	Sello de junta	A	17	100.00	8.00						
31	Pulimiento de agregados	A	9	52.94	7.37						
39	Descascaramiento de junta	A	3	17.65	22.09						
CALCULO DE VALOR DE REDUCCION CORREGIDO											
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 más alto de VR										
VAR=	Valor individual más alto de VR										
VR (más alto):	82.28		m=	2.68							
Nº	VALOR DE REDUCCION						TOTAL	q	VCR	CONDICIÓN	
1	82.28	56.32	22.42	22.09	8.00	7.37	198.48	6	92.54	LETRAS	NÚMERO
2	82.28	56.32	22.42	22.09	8.00	2.00	193.11	5	94.93	Falla	0 -10
3	82.28	56.32	22.42	22.09	2.00	2.00	187.11	4	96.84	Muy Mala	10-25
4	82.28	56.32	22.42	2.00	2.00	2.00	167.02	3	95.8	Mala	25 -40
5	82.28	56.32	2.00	2.00	2.00	2.00	146.60	2	93.47	Regular	40 -55
6	82.28	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	92.28	1	92.28	Buena	55 -70
								Max. CVR	96.84	Muy Buena	70 -85
										Excelente	85 -100
Maximo VCR=	96.84										
PCI=	3.16	CLASIFICACIÓN=		Falla							

Fuente: (propia, 2018)

Tabla 4. Evaluación de muestra 3

		UNIDAD DE MUESTRA N° 03 - JIRÓN MARISCAL CÁCERES										
«DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DEL JIRÓN MARISCAL CÁCERES - SANTA ANA, DEL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2018»												
UBICACIÓN:	Jirón Mariscal Cáceres	NIVEL DE USO:	Vehicular									
DISTRITO:	Ayacucho	TOTAL DE LOSAS:	17									
PROVINCIA:	Huamanga	UND. MUESTREO	UM 03									
DEPARTAMENTO:	Ayacucho	CUADRA	3									
INSPECCIONADO POR:	CHAVEZ GAMBOA, Edwin Darwin	FECHA	22/10/2018									
Nº	Daño	Nº	Daño	Nº	Daño							
21	Blow Up/Buckling	28	Grieta Longitudinal, Transversal	35	Cruce de Vía Ferrea							
22	Grieta de esquina	29	Parqueo (grande)	36	Desconchamiento							
23	Losa dividida	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción							
24	Grieta de Durabilidad "D"	31	Pulimiento de agregados	38	Descascaramiento de esquina							
25	Escala	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta							
26	Sello de junta	33	Bombeo									
27	Desnivel Carril / Berma	34	Punzonamiento									
Nº	Tipo de daño	Severidad	Incidencia (Nº de losas)	Densidad de falla (%)	VALOR REDUCCIÓN (VR)							
22	Grieta de esquina	A	5	29.41	51.53							
28	Grieta Longitudinal, Transversal	A	6	35.29	37.76							
26	Sello de junta	A	17	100.00	8.00							
29	Parqueo (grande)	M	3	17.65	10.34							
31	Pulimiento de agregados	A	13	76.47	8.69							
39	Descascaramiento de junta	M	8	47.06	17.75							
CALCULO DE VALOR DE REDUCCION CORREGIDO												
DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)												
$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$												
Donde:	Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10). VAR = Valor individual más alto de VR											
m=	Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10). VAR = Valor individual más alto de VR											
VAR=	Valor individual más alto de VR											
VR (más alto):	51.53		m=	5.59								
Nº	VALOR DE REDUCCION						TOTAL	q	VCR	CONDICIÓN		
1	51.53	37.76	17.75	10.34	8.69	8.00	134.07	6	68.33	LETRAS	NÚMERO	
2	51.53	37.76	17.75	10.34	8.69	2.00	128.07	5	68.61	Falla	0 -10	
3	51.53	37.76	17.75	10.34	2.00	2.00	121.38	4	68.45	Muy Mala	10-25	
4	51.53	37.76	17.75	2.00	2.00	2.00	113.04	3	70.17	Mala	25 -40	
5	51.53	37.76	2.00	2.00	2.00	2.00	97.29	2	68.51	Regular	40 -55	
6	51.53	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	61.53	1	61.53	Buena	55 -70	
								Max. CVR	70.17	Muy Buena	70 -85	
										Excelente	85 -100	
Maximo VCR=	70.17											
PCI=	29.83	CLASIFICACIÓN=						Mala				

Fuente: (propia, 2018)

5.2. Análisis de resultados

Las muestras calculadas nos muestran resultados obtenidos en cada una de ellas, se presenta el siguiente análisis:

A. Unidad de Muestra U1: SE ENCONTRO CINCO TIPOS DE PATOLOGÍAS.

- ❖ Losa dividida con severidad alta y 90.91 % de densidad de falla.
- ❖ Sello de junta con severidad alta y 100 % de densidad de falla.
- ❖ Parcheo grande con severidad media y 27.27 % de densidad de falla.
- ❖ Pulimiento de agregados con severidad alta y 100 % de densidad de falla.
- ❖ Descascaramiento de junta con severidad media y 90.91 % de densidad de falla.

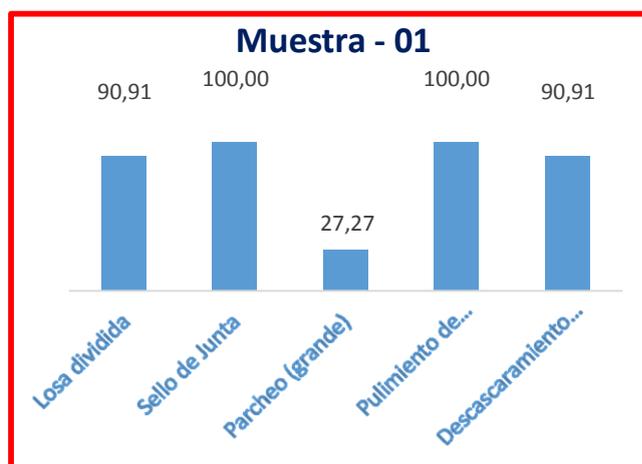


Figura 25. Muestra 01
Fuente: (propia, 2018)

Al realizar los respectivos cálculos se halló un PCI igual a 3.67 que Constituye una condición de pavimento en estado FALLA.

B. Unidad de Muestra U2: SE ENCONTRO CINCO TIPOS DE PATOLOGÍAS

- ❖ Grieta de esquina con severidad alta y 35.29 % de densidad de falla.

- ❖ Losa dividida con severidad alta y 70.59 % de densidad de falla.
- ❖ Escala con severidad baja y 52.94 % de densidad de falla.
- ❖ Sello de junta con severidad alta y 100 % de densidad de falla.
- ❖ Pulimiento de agregados con severidad alta y 52.94% de densidad de falla.
- ❖ Descascaramiento de junta con severidad alta y 17.65 % de densidad de falla.



Figura 26. Muestra 02
Fuente: (propia, 2018)

C. Unidad de Muestra U3: SE ENCONTRO SEIS TIPOS DE PATOLOGÍAS

- ❖ Grieta de esquina con severidad alta y 29.41 % de densidad de falla.
- ❖ Grieta longitudinal y transversal con severidad alta y 35.29 % de densidad de falla.
- ❖ Sello de junta con severidad alta y 100 % de densidad de falla.
- ❖ Parcheo grande con severidad media y 17.65 % de densidad de falla.
- ❖ Pulimiento de agregados con severidad alta y 76.47% de densidad de falla.
- ❖ Descascaramiento de junta con severidad media y 47.06 % de densidad de falla.

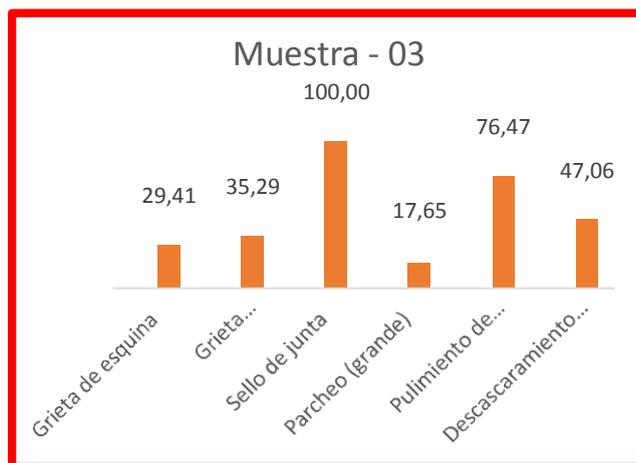


Figura 27. Muestra 03
Fuente: (propia, 2018)

D. Para la determinación del estado de toda la avenida se saca un promedio de las 3 unidades de muestreo $(PCI1 + PCI2 + PCI3)/3 = (3.67 + 3.16 + 29.83)/3 = 12.22$, este valor nos menciona que el estado de toda el Jirón Mariscal Cáceres se encuentra en una condición muy mala por ende se debe de remplazar todas las losas dañadas y hacer el mantenimiento preventivo en algunas losas.

VI. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se logró identificar y caracterizar los daños patológicos del pavimento rígido en el Jirón Mariscal Cáceres, del distrito de Ayacucho, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho – 2018 mediante 3 muestras.

- ❖ En la muestra 01 se identificó las patologías de Losa dividida, Sello de junta, Parcheo grande, Pulimiento de agregados y Descascaramiento de junta, con un PCI igual a 3.67 de condición falla.
- ❖ En la muestra 02 se identificó las patologías de Grieta de esquina, Losa dividida, escala, sello de junta, Pulimento de agregados y Descascaramiento de junta con un PCI igual a 3.16 de condición falla.
- ❖ En la muestra 03 se identificó las patologías de Grieta de esquina, Grieta longitudinal y transversal, sello de junta, Parche grande, Pulimento de agregados y Descascaramiento de junta con un PCI igual a 29.83 de condición Mala.

Referencias bibliográficas

- (1) AASHO. (1962). *American Association of State Highway and Transportation Officials*.
- (2) Apolinario Morales, E. W. (2012). *Innovación del método vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito*. [Tesis para Optar el Grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería de Transportes], Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- (3) Armijos Salinas, C. R. (2009). *Evaluación Superficial de algunas Calles de la Ciudad de Loja*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil], Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- (4) Camposano Olivera, J. E., & Garcia Cardenas, K. V. (2012). *Diagnostico del estado situacional de la Vía: Av Argentina- Av. 24 de Junio por el Método: Índice de Condición de Pavimentos-2012*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil], Huancayo.
- (5) Duque Sanabria, C. A., & Tibaquirá García, J. (2010). *Estudio de la patología presente en el pavimento rígido del segmento de vía de la carretera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de granada departamento del Meta*. [Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos], Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- (6) Godoy Oddone, A. J., & Ramirez Dittrich, R. F. (2006). *patología de pavimentos rígidos de la ciudad de asunción – Uruguay*.

- (7) Leguía Loarte, P. B., & Pacheco Risco, H. F. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavemen condition index (PCI) en las vías arteriales: cincuentenario, colón y miguel grau (Huacho-Huaura-Lima)*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil], Universidad de San Martín de Porres, Lima.
- (8) Miranda Rebolledo, R. J. (2010). *Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos*. [Tesis para optar al título de Ingeniero Constructor], Universidad Austral De Chile, Valdivia, Chile.
- (9) Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos*. Enágora.
- (10) Namuche Rodríguez, O. A. (2014). *Las Incidencias de las Patologías del Concreto en las vidas Útiles en las Plataformas deportivas de las Instituciones Educativas Estatales del Niver Secundario, Distrito de Marcavelica, Provincia de Sullana*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil], Universidad Católica Los Ángele de Chimbote, Piura.
- (11) Osuna Ruiz, R. E. (2008). *PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS PARA LA RED*. [Tesis para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Civil], Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico.
- (12) Ramos Marquez, J. J. (2011). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las plataformas deportivas de las instituciones educativas estatales del distrito de tumbes provincia de tumbes y departamento de tumbes, noviembre - 2011*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil], Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Piura.

- (13) Ramos Nuñez, F. A. (2015). *Estudio de lo Daños del Pavimento Rígido en alguna calles de los Barrios Laguito, Catillogrande y Bocanegra en Zonas con nivel Freático alto en la ciudad de Cartajena*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil], Universidad de Cartagena, Cartagena.
- (14) Rengifo Arakaki, K. K. (2014). *Diseño de los pavimentos de la nueva Carretera Panamerica Norte en el tramo de Huacho a Pativilca*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil], Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- (15) Rivera, E., Rojas, J., Darce, M. I., Arauz, J. C., Arauz, J. R., & Navarro, S. (s.f.). *Curso: "Gestión de Conservación vial" Medición del PCI en el pavimento*. [Maestrías en vías terrestre] Módulo IV, Universidad Nacional de Ingeniería - RUPAP, Lima.
- (16) Rodríguez Velásquez, E. D. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil], Universidad de Piura, Piura.
- (17) Sanchez Díaz, L. E., & Machuca Oliveros, J. (2012). *Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar*. [Trabajo de grado presentado para optar al título de Tecnólogo en Obras Civiles], Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Cesar, Bogotá.
- (18) Zagaceta Gutierrez, I., & Romero Ordonez, R. (2008). *El Pavimento de Concreto Hidráulico Premezclado en la Modernización yRehabilitacion de la*

Avenida Arboledas. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil], Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, México, México.

ANEXOS



Figura 28. Medición de la losa del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana



Figura 29. Grieta de esquina, pulimiento de agregados, grieta longitudinal y transversal de la cuadra 03 del Jirón Marsical Cáceres – Santa Ana



Figura 30. Grieta longitudinal y transversal, descascaramiento de junta, parcheo grande presente en la cuadra 02 del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana

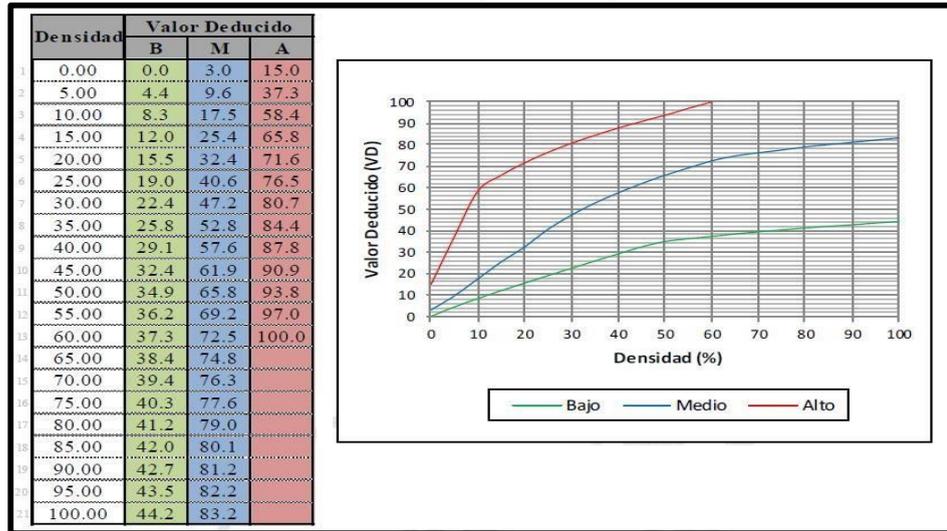


Figura 31. Grieta de esquina, parche grande, longitud transversal y longitudinal presente en la cuadra 03 del Jirón Mariscal Cáceres – Santa Ana

ABACOS DE VALORES REDUCIDOS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

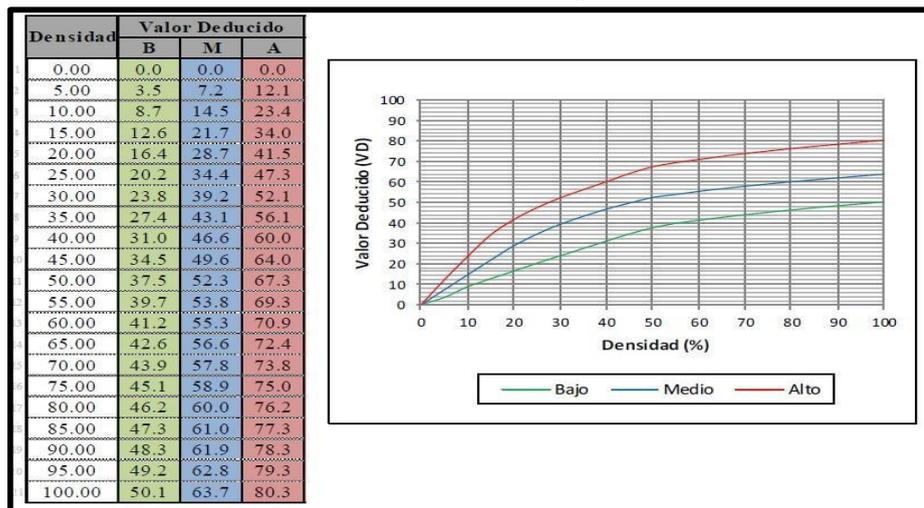
BLOWUP – BUCKLING

Cuadro 7. Blowup - Buckling



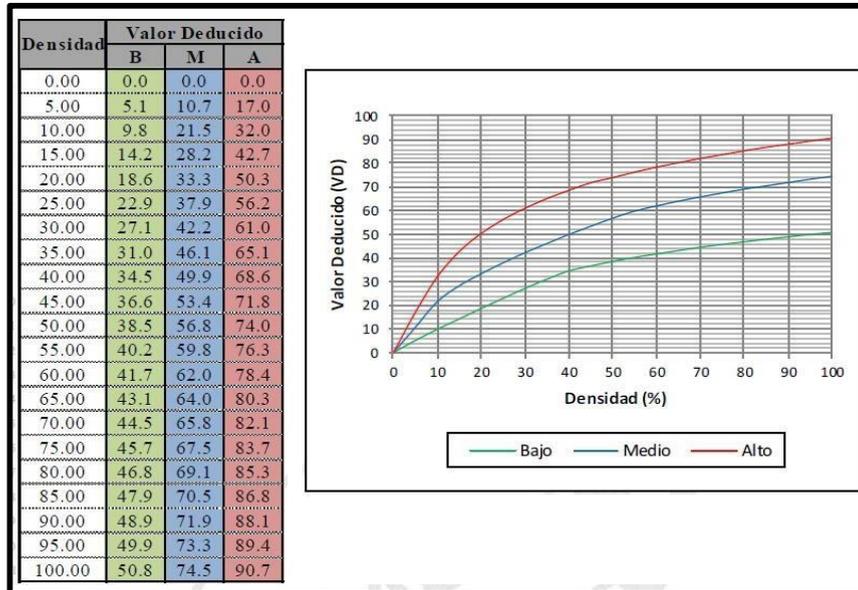
GRIETA DE ESQUINA

Cuadro 8. Grieta de Esquina



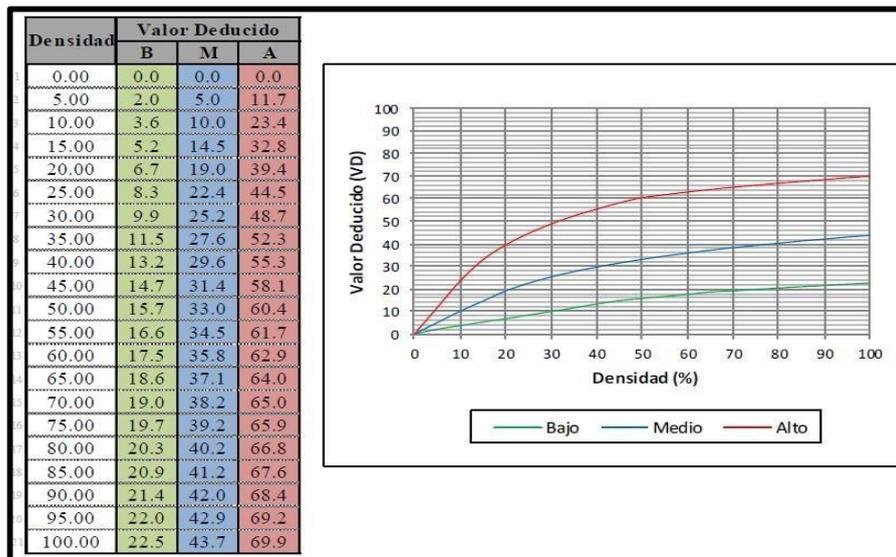
LOSA DIVIDIDA

Cuadro 9. Losa Dividida



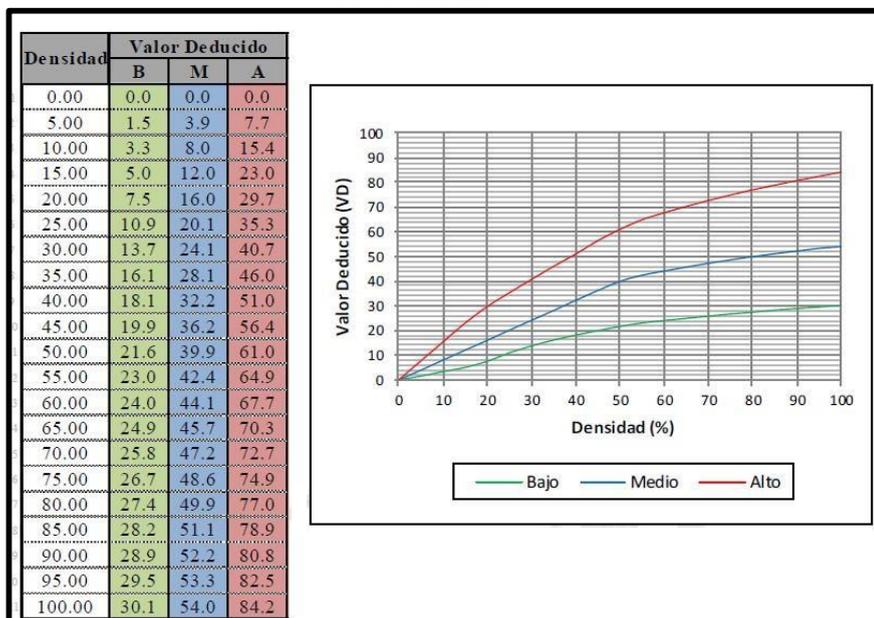
GRIETA DE DURABILIDAD "D"

Cuadro 10. Grieta de Durabilidad "D"



ESCALA

Cuadro 11. *Escala*



DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA

El sello de la junta no está relacionado por la densidad. La severidad del daño está relacionada por el sellador en general, para una unidad de muestra en particular.

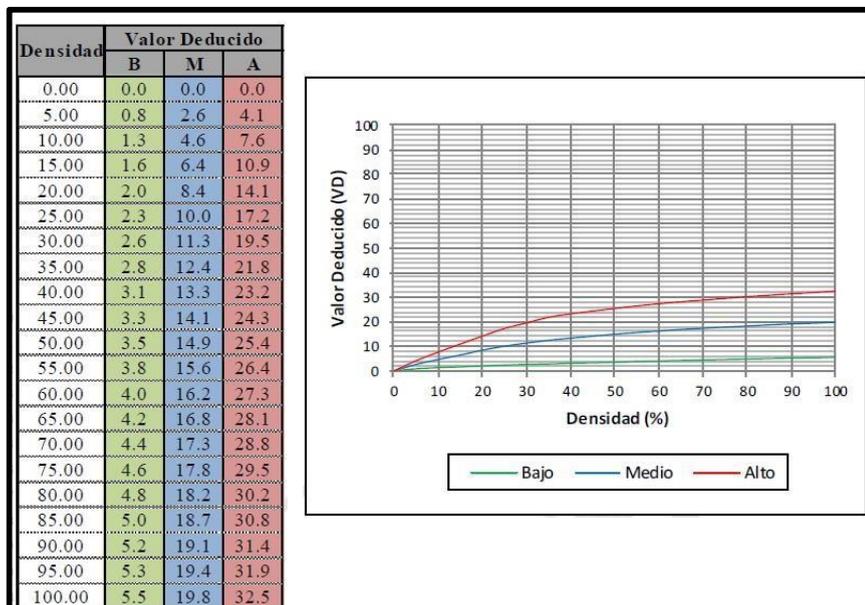
Los valores deducidos para los tres niveles de severidad son:

Cuadro 12. *Daño del sello de la junta*

Severidad	VD
Bajo	2.0
Medio	4.0
Alto	8.0

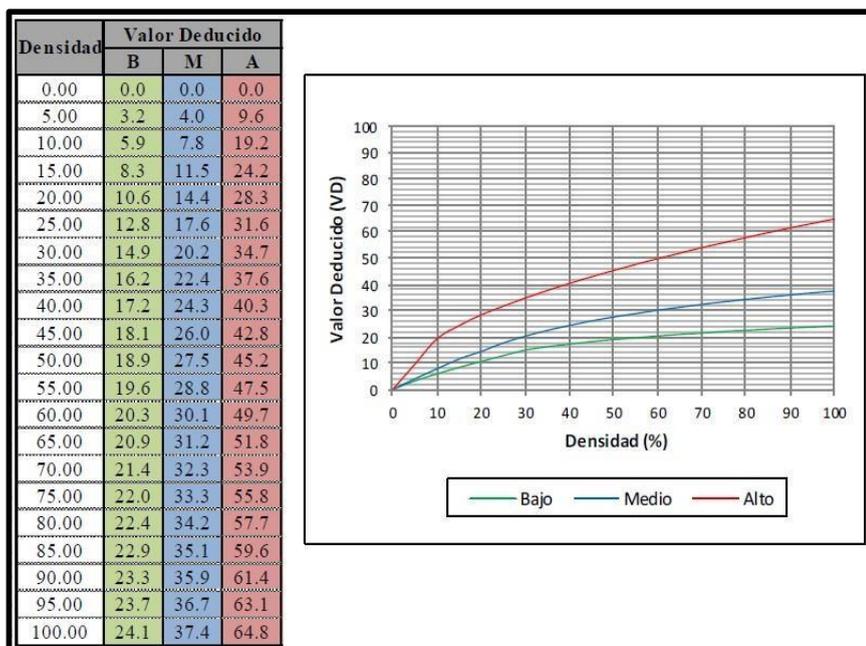
DESNIVEL CARRIL BERMA

Cuadro 13. *Desnivel carril berma*



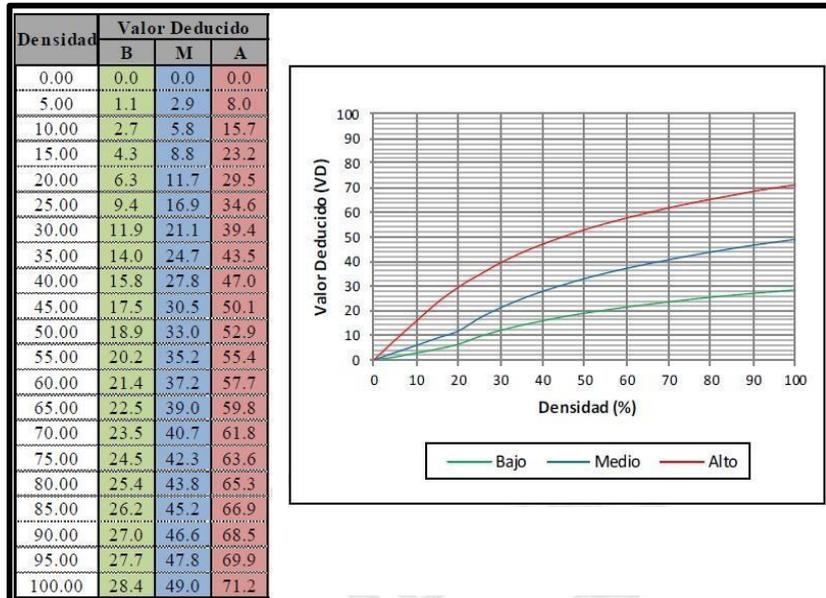
GRIETAS LINEALES (longitudinales, transversales y diagonales)

Cuadro 14. *Grietas lineales*



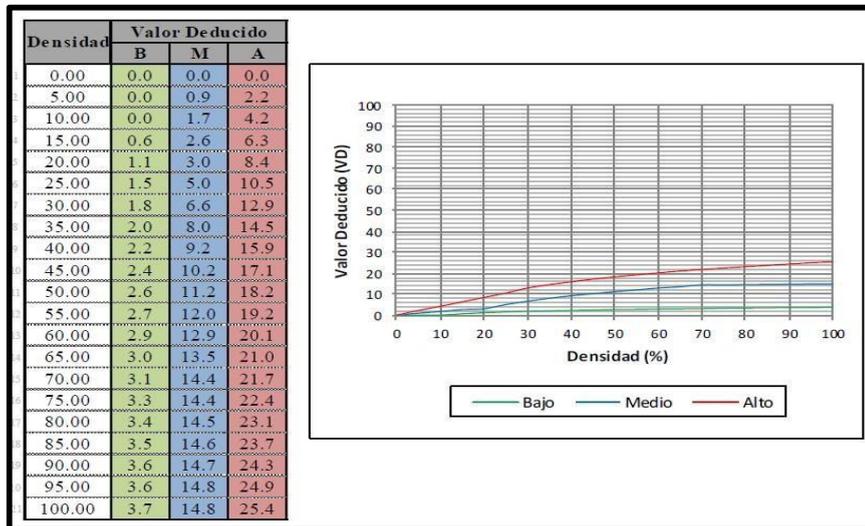
PARCHE GRANDE (mayor de 0.45 m²) Y ACOMETIDAS DE SERV. PÚBLICO

Cuadro 15 *Parche Grande (mayor de 0.45 m²)*



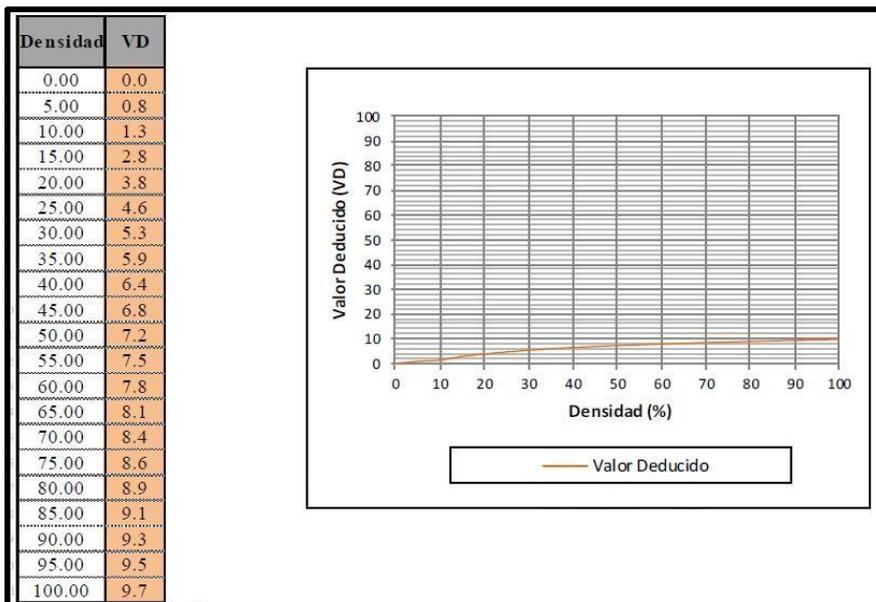
PARCHE PEQUEÑO (menos de 0.45 m²)

Cuadro 16. *Parche pequeño (menos de 0.45 m²)*



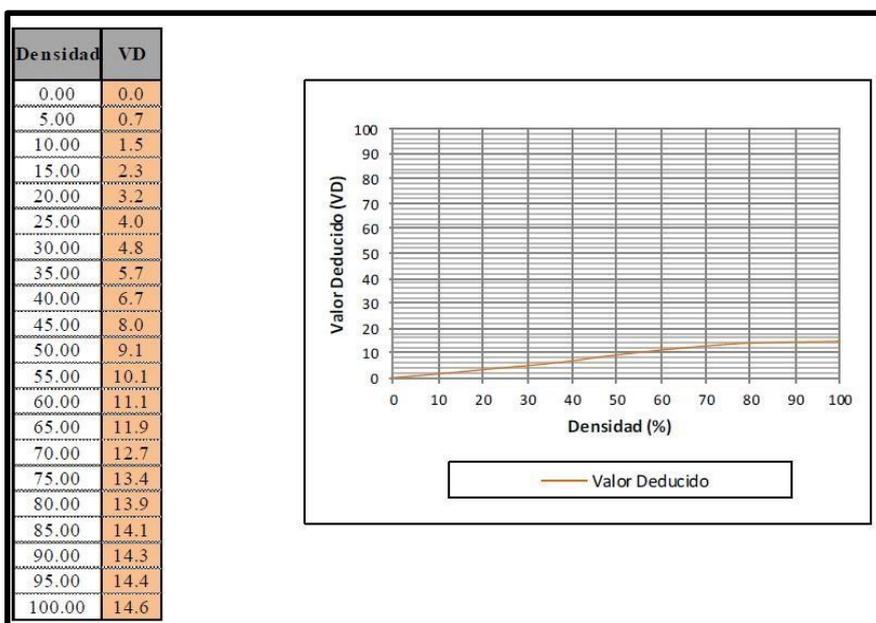
PULIEMIENTO DE AGREGADOS

Cuadro 17. Pulimiento de agregados



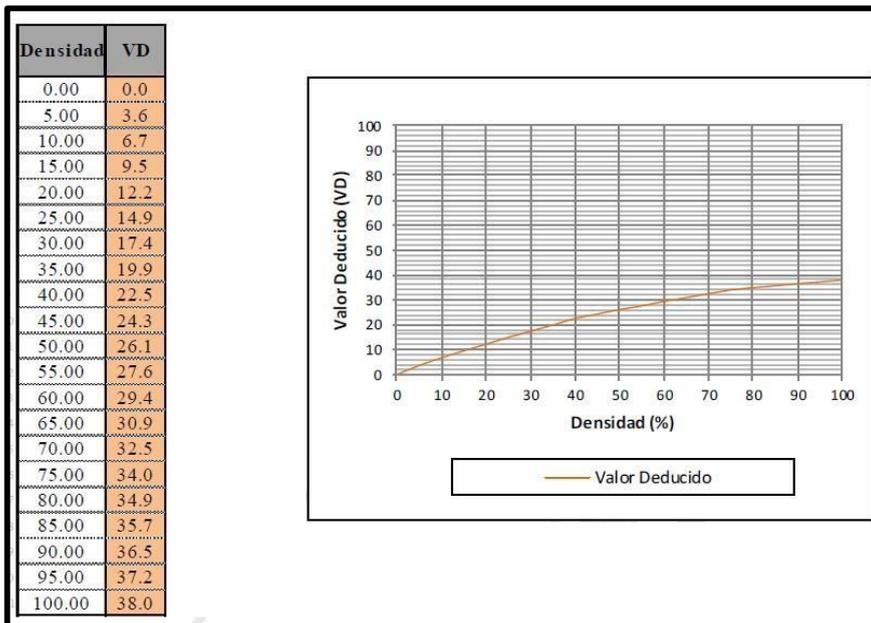
POPOUTS

Cuadro 18. Popouts



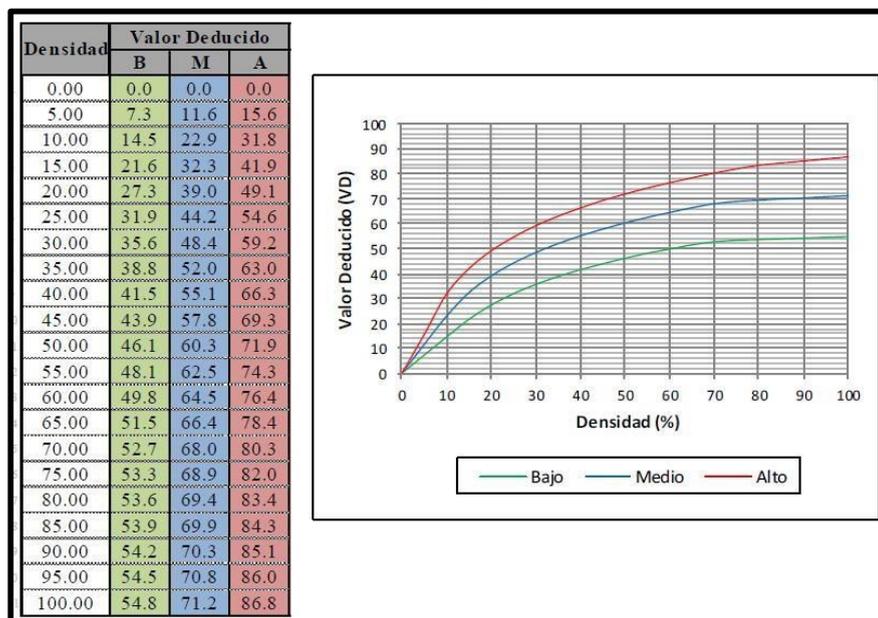
BOMBEO

Cuadro 19. *Bombeo*



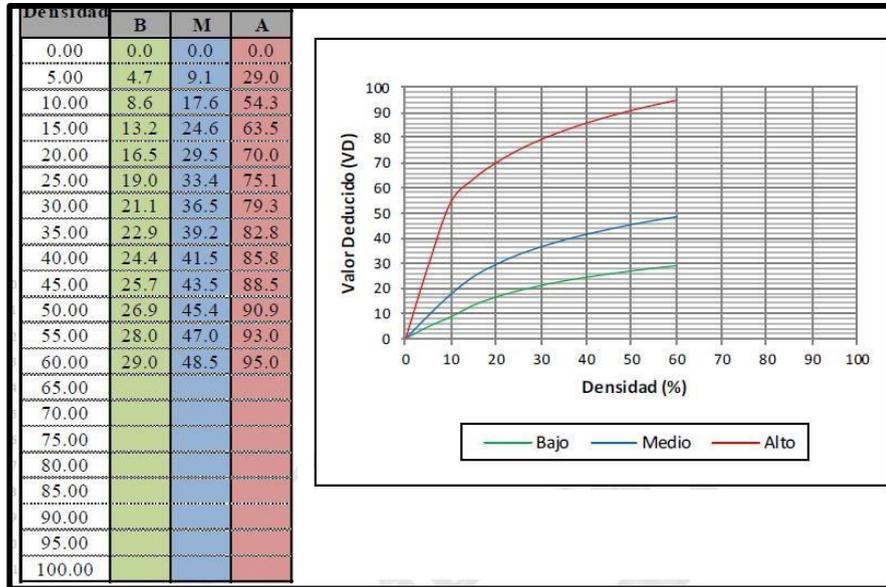
PUNZONAMIENTO

Cuadro 20. *Punzonamiento*



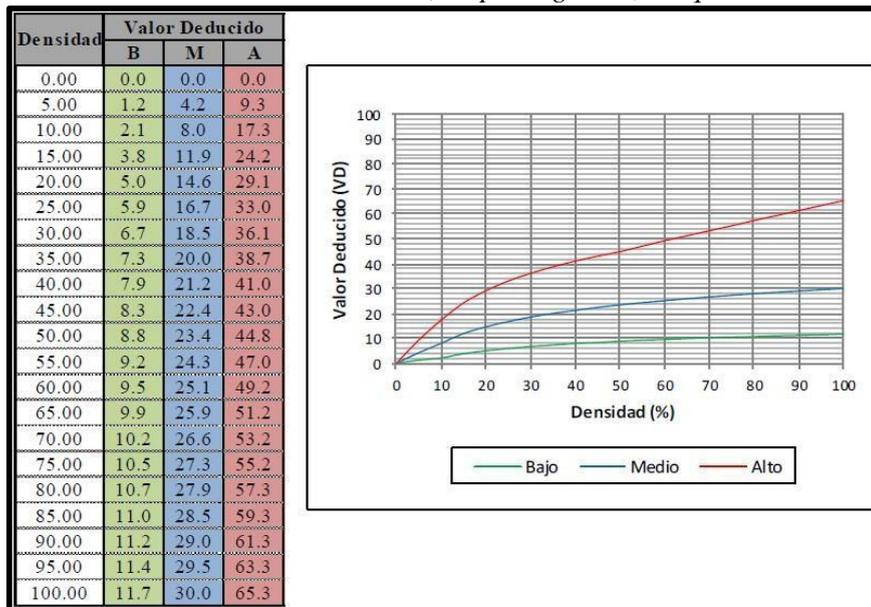
CRUCE DE LA VÍA FÉRREA

Cuadro 21. *Cruce de la vía férrea*



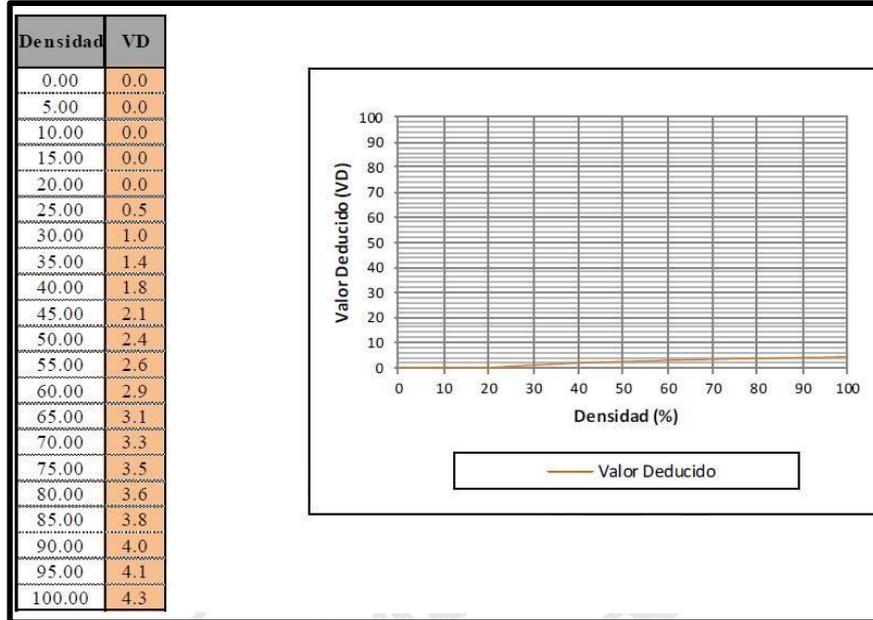
DESCONCHONAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO

Cuadro 22. *Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado*



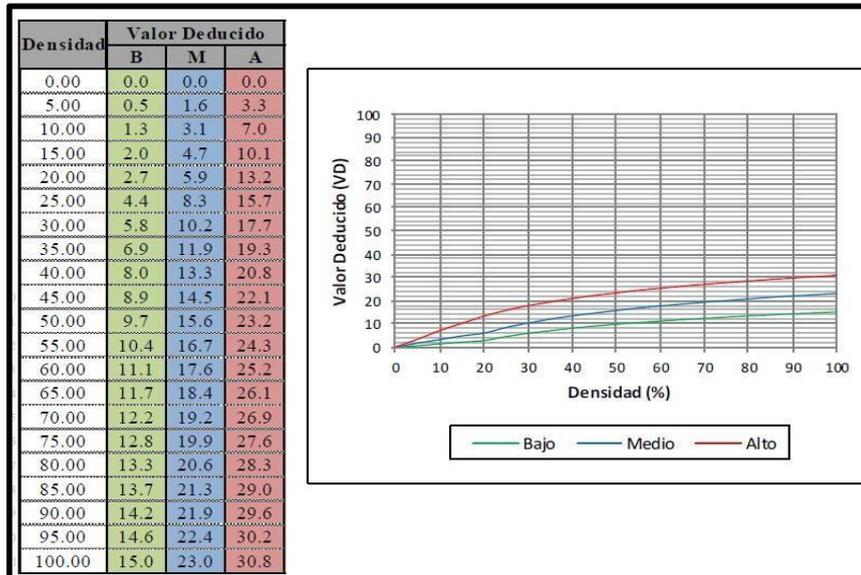
GRIETAS DE RETRACCIÓN

Cuadro 23. *Grietas de retracción*



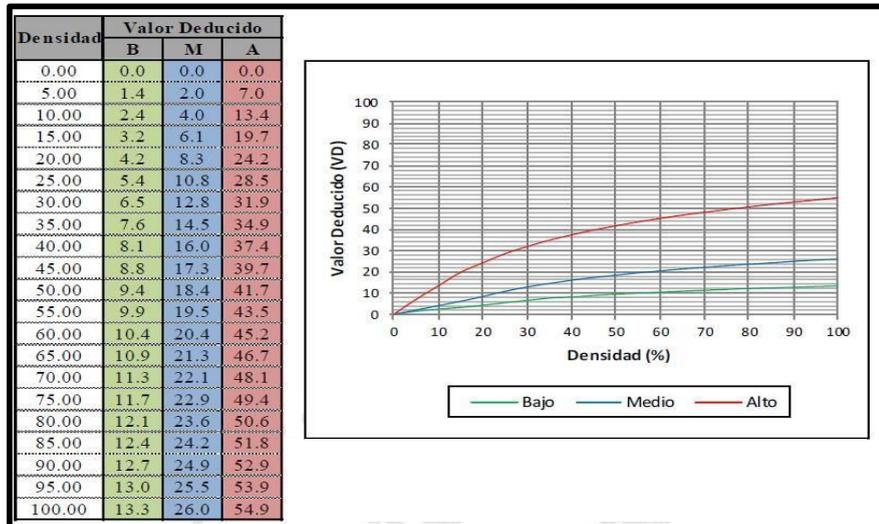
DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA

Cuadro 24 *Descascaramiento de esquina*



DESCASCARAMIENTO DE JUNTA

Cuadro 25 Descascaramiento de junta



VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

Cuadro 26. Valores deducidos corregidos

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)								
	q=1	q=2	q=3	q=4	q=5	q=6	q=7	q=8	q=9
0.00	0.00								
10.00	10.00								
11.00	11.00	8.00							
16.00	16.00	12.40	8.00						
20.00	20.00	16.00	11.00						
27.00	27.00	21.90	15.90	14.00					
30.00	30.00	24.50	18.00	16.00					
35.00	35.00	28.50	21.70	19.20	17.10	15.00			
40.00	40.00	32.00	25.40	22.50	20.20	18.00			
50.00	50.00	39.50	32.00	29.00	26.50	24.00			
57.00	57.00	44.00	36.90	33.40	30.80	28.20	26.80	25.40	23.70
60.00	60.00	46.00	38.50	35.20	32.60	30.00	28.30	26.60	25.00
70.00	70.00	52.50	45.00	41.00	38.50	36.00	34.00	32.00	30.00
80.00	80.00	58.50	51.40	47.00	44.20	41.50	39.30	37.10	35.00
90.00	90.00	64.50	57.40	52.50	49.70	47.00	44.50	42.00	39.50
100.00	100.00	70.00	63.00	58.00	55.00	52.00	49.30	46.60	44.00
110.00		75.50	68.50	63.00	60.00	57.00	54.30	51.60	49.00
120.00		81.00	74.00	67.80	64.90	62.00	59.20	56.40	53.50
130.00		86.00	78.90	72.50	69.50	66.50	63.70	60.90	58.00
140.00		90.50	84.00	77.00	74.00	71.00	68.20	65.40	62.50
150.00		95.00	88.40	81.50	78.20	75.00	72.30	69.60	67.00
160.00		99.50	93.00	85.50	82.20	79.00	76.30	73.60	71.00
161.00		100.00	93.40	86.00	82.70	79.40	76.70	74.00	71.40
170.00			97.00	89.60	86.30	83.00	80.30	77.60	75.00
177.00			100.00	92.60	88.80	85.50	82.70	80.30	77.80
180.00				94.00	90.00	86.60	83.70	81.40	79.00
190.00				98.00	94.00	90.00	87.50	85.00	82.50
195.00				100.00	95.50	91.50	89.10	86.70	84.30
200.00					96.5	93.00	90.70	88.40	86.00