



**UCT**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS  
EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS PARA  
DETERMINAR EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL  
PAVIMENTO EN EL JIRON WARI DEL DISTRITO  
DE SAN JUAN, PROVINCIA DE HUAMANGA  
DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2016.**

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

**AUTOR:**

**ASTO SUMARI, CIRO MAXIMO**

**ORCID: 0000-0002-8293-7109**

**ASESOR:**

**RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER**

**ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**AYACUCHO - PERÚ  
2020**

# **TÍTULO DE LA TESIS**

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN EL JIRON. WARI DEL DISTRITO DE SAN JUAN, PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2016.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Asto Sumari, Ciro Maximo

ORCID:

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote

Estudiante de Pregrado  
Ayacucho-Perú

### **ASESOR**

Retamozo Fernández, Saúl Walter

ORCID: 0000-0002-3637-8780

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote

Facultad de Ingeniería  
Escuela profesional de Ingeniería Civil  
Ayacucho-Perú

### **JURADO**

Purilla Velarde, Jesús Luis

ORCID: 0000-0002-2103-3077

Esparta Sánchez, José Agustín

ORCID: 0000-0002-7709-2279

Sánchez Quiñones, Víctor Andrés

ORCID: 0000-0002-6949-864X

## FIRMA DE JURADO Y ASESOR

---

Retamozo Fernández, Saúl Walter  
ORCID: 0000-0002-3637-8780  
**Asesor**

---

Purilla Velarde, Jesús Luis  
ORCID: 0000-0002-2103-3077  
**Presidente**

---

Esparta Sánchez, José Agustín  
ORCID: 0000-0002-7709-2279  
**Miembro**

---

Sánchez Quiñones, Víctor Andrés  
ORCID: 0000-0002-6949-864X  
**Miembro**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote y a todos los docentes de esta institución, en especial a todos mis asesores, quienes con mucha generosidad supieron brindarme sus conocimientos y experiencias que me servirán en mi futuro profesional.

Agradezco a mis compañeros de estudio de la universidad y toda la carrera profesional de ingeniería civil, por el compañerismo, comprensión e interacción en momentos y situaciones de aprendizaje en equipos y grupos de trabajos.

## **DEDICATORIA**

Por sobre todo dedico este trabajo primordialmente a Dios, por darme la vida, salud y en tal sentido haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi formación profesional.

Con todo respeto, amor, admiración y gratitud a mis queridos padres: Julio y Armanda, motores, apoyo y fortaleza en mi continua formación moral y espiritual como persona y profesional.

”

## RESUMEN

---

Esta investigación analiza las patologías en los pavimentos rígidos para determinar el índice de condición de pavimento en la jr. Wari del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho; en el cual tuvo como objetivo, analizar los tipos de patologías encontradas y mediante el cual determinar el índice de condición del pavimento rígido. Esta investigación se realizó apoyándose a los antecedentes nacionales e internacional que sirvió de modelo y ejemplo que me permitieron hacer comparaciones y tener ideas para esta investigación; para la determinación de las patologías en los pavimento rígido en las diferentes avenidas se utilizó un tipo de investigación descriptivo y un método de investigación cualitativa, mediante uso de formatos en donde describen los tipos de fallas, estas tendrán la finalidad de recopilar los datos necesarios para una correcta determinación de fallas existentes en la estructura del pavimento rígido; y finalmente mediante los cuadros de inspección se procedió la determinación del índice de condición del pavimento rígido, en donde el promedio consto en un valor de 40 en el cual según el rango de clasificación del índice de condición del pavimento es una clasificación regular. Debido al resultado de PCI obtenido, se concluyó que el estado actual del pavimento se encuentra en condiciones de circulación normal, pero que perjudican el tránsito de los vehículos, y no brinda una adecuada comodidad a los conductores y pasajeros.

**Palabras clave:** PCI, patología, pavimentos, grieta.

---

## ABSTRACT

---

This research analyzes the pathologies in rigid pavements to determine the pavement condition index in jr. Wari from the district of San Juan Bautista, province of Huamanga and department of Ayacucho; in which he aimed to analyze the types of pathologies found and by which to determine the condition index of the rigid pavement. This research was conducted based on national and international background that served as a model and example that allowed me to make comparisons and have ideas for this research; For the determination of the pathologies in the rigid pavement in the different avenues a type of descriptive investigation and a qualitative investigation method were specified, through the use of formats where the types of failures are described, these modifications the proposal to collect the data necessary for a correct determination of affected faults in the rigid pavement structure; and finally, through the inspection tables, the determination of the condition index of the rigid pavement will be processed, where the average consists of a value of 40 in which according to the classification range of the pavement condition index is a regular classification. Due to the result of the PCI obtained, the current state of the pavement was concluded that it is in normal traffic conditions, but that damages the traffic of the vehicles, and does not provide adequate comfort for drivers and passengers.

**Keywords:** PCI, pathology, pavements, crack.

---



# ÍNDICE GENERAL

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>i</b>
<b>EQUIPO DE TRABAJO</b>	<b>ii</b>
<b>FIRMA DE JURADO Y ASESOR</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xiii</b>
<b>I INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>II REVISIÓN DE LA LITERATURA.</b>	<b>3</b>
2.1 Antecedentes. . . . .	3
2.1.1 Antecedentes Locales. . . . .	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales. . . . .	6
2.1.3 Antecedentes Internacionales. . . . .	12

2.2	Bases teóricas. . . . .	14
2.2.1	Pavimento. . . . .	14
2.2.2	Tipos de pavimentos. . . . .	15
2.2.2.1	Pavimentos rígidos. . . . .	15
	A. Elementos que integran un pavimento rígido. . . . .	15
2.2.2.2	Pavimentos flexibles. . . . .	17
2.2.3	Patologías en pavimentos. . . . .	17
2.2.3.1	Tipos de patologías en pavimentos rígidos. . . . .	17
	A. Juntas. . . . .	17
	B. Grietas. . . . .	20
	C. Deterioro superficial. . . . .	23
	D. Otros deterioros. . . . .	26
2.2.4	INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO – PCI. . . . .	33
2.2.4.1	Determinación de las unidades de muestreo para evaluación. . . . .	36
2.2.5	Cálculo del PCI. . . . .	37
2.2.5.1	Cálculo del PCI de una sección de pavimento. . . . .	38
<b>III HIPÓTESIS.</b>		<b>40</b>
3.1	Hipótesis general. . . . .	40
3.2	Hipótesis específicas. . . . .	40
<b>IV METODOLOGÍA.</b>		<b>42</b>
4.1	Tipo de investigación. . . . .	42
4.2	Nivel de la investigación. . . . .	42
4.3	Diseño de la investigación. . . . .	42
4.4	Población y muestra. . . . .	43
4.4.1	Muestra. . . . .	43
4.4.2	Muestreo. . . . .	44

4.5	Definición y operacionalización de variables e indicadores. . . . .	44
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos. . . . .	44
4.6.1	Técnicas e instrumentos. . . . .	44
4.7	Matriz de consistencia. . . . .	44
4.8	Principios éticos. . . . .	47
<b>V</b>	<b>RESULTADOS.</b>	<b>48</b>
5.1	Resultados. . . . .	48
5.2	Análisis de resultados. . . . .	63
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>65</b>
	<b>ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.</b>	<b>66</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Sección transversal del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Claudio Giordani,2018). . . . .	15
2.2	Deficiencias de sellado del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Duvan Sanabria,2013). . . . .	18
2.3	Junta saltada del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Argos,2012). . . . .	19
2.4	Separaciones de la junta longitudinal del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Argos,2012). . . . .	20
2.5	Grieta de esquina del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Duvan Sanabria,2013). . . . .	21
2.6	Grieta longitudinal del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Duvan Sanabria,2013). . . . .	22
2.7	Grieta transversal del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Argos,2012). . . . .	23
2.8	Fisuramiento por retracción. <b>Fuente:</b> (Duvan Sanabria,2013). . . . .	24
2.9	Desintegración del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Duvan Sanabria,2013). . . . .	25
2.10	Baches del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Argos,2012). . . . .	26
2.11	Levantamientos localizados del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Duvan Sanabria,2013). . . . .	27
2.12	Escalonamientos de juntas y grietas. <b>Fuente:</b> (Duvan Sanabria,2013). . . . .	28
2.13	Descensos de la berma en el pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Argos,2012). . . . .	29
2.14	Separación entre berma y pavimento. <b>Fuente:</b> (Duvan Sanabria,2013). . . . .	30
2.15	Muestra los parches deteriorados del pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Argos,2012). . . . .	31
2.16	La surgencia de finos en el pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Rafael Seminario, 2009). . . . .	32
2.17	El fragmento múltiple en el pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (Rafael Seminario, 2009). . . . .	33
5.1	. . . . .	48
5.2	. . . . .	50

5.3	.....	52
5.4	.....	54
5.5	.....	57
5.6	.....	58
5.7	.....	59
5.8	.....	61
5.9	.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Rango y calificación del PCI. <b>Fuente:</b> (Rafael Seminario, 2009). . . . .	34
2.2	Descripciones de cada calificación del PCI. <b>Fuente:</b> (Rafael Seminario, 2009). . .	35
2.3	La intervención de cada rango. <b>Fuente:</b> (Rafael Seminario, 2009). . . . .	36
4.1	Matriz de operacionalización de variables. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	45
4.2	Matriz de consistencia. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	46
5.1	. . . . .	49
5.2	. . . . .	51
5.3	. . . . .	53
5.4	. . . . .	55
5.5	. . . . .	56
5.6	. . . . .	57
5.7	. . . . .	59
5.8	. . . . .	60
5.9	. . . . .	61
5.10	. . . . .	62
5.11	Distribución de patologías en la Muestra N° 03. <b>Fuente:</b> (Elaboración Propia). .	63

# **I. INTRODUCCIÓN.**

Es un problema para los municipios del país mantener las vías, pistas pavimentadas y con un buen estado de servicio, lo cual hace ver que no se cuenta con un servicio o sistema de gestión vial para su evaluación, mantenimiento y rehabilitación de pavimentos, la ciudad de Huamanga no escapa a estos problemas, en su mayoría las calles de la ciudad son de pavimento rígido, pero no cumplen a cabalidad con su función de facilitar el tránsito de los vehículos y peatones con seguridad, eficiencia y economía, en el plazo establecido de su vida útil. Esto ha motivado el desarrollo de una serie de procedimientos para su evaluación y rehabilitación de pavimentos no muy costoso.

La evaluación de un pavimento rígido puede ser de manera superficial y estructural, la cual consiste en determinar los daños existentes en éste, así como las causas de origen. Asimismo, tiene por objeto que los resultados que se desprendan de su aplicación se tomen en cuenta al formular las especificaciones de diseño y construcción de nuevos pavimentos en la ciudad de huamanga. En este estudio se evaluará el pavimento rígido superficialmente mediante el método del PCI, el cual consiste en inspeccionar de forma visual y determinar las fallas existentes en el pavimento rígido, para luego procesar los datos obtenidos, determinar su cantidad, severidad y densidad del mismo, determinando la condición en que se encuentra el pavimento rígido, el cual está en un rango de 0(cero) para pavimentos colapsados y 100(cien) para pavimentos en excelente estado.

En la ciudad de huamanga el deterioro de los pavimentos rígidos construidos en los últimos años es el tema de este estudio que tiene por objetivo general realizar

la evaluación del estado del pavimento rígido en el jirón wari, del distrito de San Juan Bautista. Mediante la metodología del PCI, siendo la formulación del problema **¿Cuál es el estado de condición del pavimento rígido de jirón Wari según la metodología del PCI?**



## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

### **2.1 Antecedentes.**

#### **2.1.1 Antecedentes Locales.**

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO EN EL BARRIO DE VILLON ALTO – DISTRITO DE HUARAZ – PROVINCIA DE HUARAZ – REGIÓN ANCASH. La presente investigación tiene el propósito de determinar y evaluar las patologías del pavimento rígido para así conocer el estado actual en que se encuentre dicha estructura. Luego de la inspección visual realizada a las calles del barrio de Villón Alto, se encontró en total 12 de las patologías estimadas por el método del PCI. Son 04 las patologías y/o lesiones que tienen mayor presencia los cuales podemos nombrar: grieta lineal con una incidencia del 23%, descascaramiento de junta con una incidencia del 17%, seguido por el descascaramiento de esquina con incidencia del 15% y finalmente el pulimento de agregados con incidencia de 12%. En menor grado de incidencia son las siguientes: grieta de esquina y losa dividida con 7.7% cada uno, grieta de durabilidad “D” con 5.8% y Blow up / Buckling, escala, parcheo grande, Popouts, punzonamiento y desconchamiento con 1.9% cada uno. Las grietas lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales) que tienen el mayor porcentaje de incidencia, es debido al tránsito constante de vehículos livianos y pesados, principalmente en las avenidas Pedro Villón y Mrcl Toribio de Luzuriaga en dichas vías es evidente la presencia de estas lesiones. El Descascaramiento de junta se ha observado casi en todas las avenidas y jirones los cuales han sido causados por

(1) la repetida carga de vehículos pesados en las avenidas de mayor tráfico y (2) en los jirones podemos presumir a que estas calles no han sido diseñadas para resistir cargas elevadas repentinamente, el concreto que se utilizo fue pobre y finalmente por algunos agentes químicos y orgánicos. El descascaramiento de esquina ocurre también por lo descrito en el párrafo anterior y a su vez por disminución del sello asfáltico entre los paños de los pavimentos que al entrar en contacto con algún vehículo por acciones mecánicas hacen que se debilite, originando la fatiga y el desgaste de los vértices. El pulimento de agregados, originado por la acción mecánica de los vehículos (tonelaje y frenado) las cuales al friccionarse con 128 la superficie del pavimento disminuyen los finos haciendo notar las partículas gruesas que a su también son debilitados; también podemos considerar que estas lesiones son producidos por fenómenos naturales es decir por las precipitaciones pluviales de gran avenida los cuales son acompañados de lodo y material pétreo los mismos que erosionan la superficie del pavimento. Las grietas de esquina, la losa dividida, los Popouts, y punzonamiento, son lesiones que se producen generalmente cuando los pavimentos están sometidos a cargas. Los hundimientos producto de la falta una adecuada compactación, además de la mala calidad del suelo en ciertos sectores que no garantizan el soporte a las cargas que van estar sometidas los pavimentos. La Escala, es producido por la inadecuada o baja compactación de los suelos (Sub-base), es decir aquello acarrea al asentamiento del pavimento. También la presencia de diversas fluctuaciones de temperatura origina el debilitamiento e interacción molecular interna como las heladas (congelamiento y descongelamiento) hace q se produzca el fenómeno de Grieta de Durabilidad “D” [1].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE LIMA DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRO, DISTRITO PIURA, PROVINCIA DE PIURA Y DEPARTAMENTO DE PIURA, NOVIEMBRE 2017. La presente tesis tiene como finalidad la evaluación y la determinación de las incidencias de las patologías existentes en el pavimento flexible de la calle Lima del asentamiento humano San pedro del

distrito de Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura. La cual permitirá obtener un índice de condición y estado actual del pavimento. La calle Lima del asentamiento humano San Pedro se ubica entre la av. Don Bosco y la calle Pisco. Teniendo una longitud de 800m y un ancho de calzada de 6m con un área de  $4800m^2$  de pavimento asfáltico a evaluar, la cual presenta diversos tipos de fallas como huecos, parches, desprendimientos de agregados, pulimento de agregados, piel de cocodrilo, etc. Para la determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la calle Lima el área de estudio a evaluar se dividió en 21 unidades de muestreo cada una con un área de  $228.6m^2$ . Dichas unidades de muestreo fueron evaluadas mediante el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), donde se realizó un estudio visual descriptivo para identificar cada tipo de patología presente en el pavimento, teniendo en cuenta el área afectada y grado de severidad. El pavimento asfáltico de la calle Lima del A.H. San Pedro del distrito Piura de la provincia de Piura obtuvo como resultado por el método Índice de condición del pavimento (PCI) un valor de 56.14 con una clasificación de pavimento en buen estado. Y la patología más predominante en el pavimento flexible es pulimento de agregados, que tiene una severidad leve en la afectación al deterioro del pavimento. las patologías como mayor incidencia en el pavimento asfáltico son: pulimento de agregados con un 11.84% de afectación, ahuellamiento con un 3.98% de afectación, desprendimiento de agregados con un 6.5% de afectación. Se concluye que la solución a la problemática, sería reparar las patologías existentes en el pavimento. Para lograrlo es necesario conocer el estado real en el que se encuentra, para aplicar procedimiento correspondiente. Pero el problema no termina ahí. No basta sólo con reparar las fallas, sino que es necesario evaluar el comportamiento de la vía para darle el mantenimiento continuo correspondiente para evitar repararlo nuevamente e incurrir a gastos innecesarios [2].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN SOBRECIMIENTO, COLUMNAS, VIGAS Y MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DEL CERCO PERIMÉTRICO DEL ESTADIO MUNICIPAL JOSÉ

CÉSPEDES BRAVO, DISTRITO DE SALAVERRY, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD – JUNIO 2019.

El cerco perimétrico del estadio municipal José Céspedes Bravo ubicado en el distrito de Salaverry, provincia de Trujillo, región La Libertad, posee un tiempo de existencia de unos 30 años aproximadamente según registros de la municipalidad de Salaverry. En tal sentido dicha infraestructura se encuentra con deterioros progresivos debido a que posee patologías, motivo principal por la cual se desarrolló esta investigación. Donde se planteó como enunciado del problema, ¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías del concreto en el sobrecimiento, columnas, vigas y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico del estadio municipal José Céspedes Bravo, nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías?. La metodología utilizada fue del tipo descriptivo, nivel cuantitativo y cualitativo, no experimental y de corte transversal. La patología que resultó tener mayor presencia y afectación en la infraestructura del cerco perimétrico del estadio municipal José Céspedes Bravo, resultó ser la erosión con un 15.69% y la patología desintegración de menos importancia alcanzó un 0.14%. Además, se determinó que el área afectada por patologías llegó a un 27.08% y un área sin patologías un 72.91%. El nivel de severidad predominante de la muestra fue moderado. [3].

## **2.1.2 Antecedentes Nacionales.**

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS VEREDAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE COISHCO, DISTRITO DE COISHCO, PROVINCIA DE SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH-DICIEMBRE 2014.

Este trabajo pretende difundir la elevación de patologías de pavimentos de concreto, como una alternativa de solución en la rehabilitación de los pavimentos de concreto. En este sentido, la presente tesis tiene como objetivo dar a conocer los

métodos para conocer los tipos de daños que sufren los pavimentos y determinan su rango de clasificación.

El desarrollo del trabajo comprende todas las consideraciones básicas que se debe tener en cuenta al momento de analizar las patologías, así como el procedimiento para determinar el índice de condición del pavimento, y su aplicación a un problema específico en el centro histórico del distrito de coishco provincia de la santa, departamento de Ancash.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye que la metodología es aplicable a los pavimentos de concreto de nuestra ciudad. Presentándose como una alternativa técnica económica. [4].

DIAGNOSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO RÍGIDO AHUELLAMIENTO Y AGRIETAMIENTO EN LA AV. TUPACAMARU (ENTRE LOS JR. LAS MERCEDES Y JR. LOS NOGALES) DEL DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DE ARTAMENTO DE UCAYALI, JUNIO 2016.

La tesis que presento tiene como objetivo Conocer cuál es el estado actual del pavimento de la Av. Túpac Amaru (entre los jr. Las Mercedes y jr. Los Nogales), del Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, estableciendo los tipos de fallas o patologías y el nivel de incidencia de cada una de ellas en la superficie representado en porcentaje Para el Distrito de Manantay hemos encontrado varios tipos de patologías que afectan la superficie del Pavimento, para lo cual se aplicó la metodología del PCI (Pavement Condition Index) o índice de condición del pavimento De orden visual y con visión de ingeniería la cual dio como resultado un PCI general total de 93. La mayor incidencia en las patologías que tienen los pavimentos del distrito de Manantay, corresponden a Ahuellamiento y Agrietamientos, con un nivel leve y moderado de severidad, sin embargo, a nivel de todas las calles tenemos un nivel de Excelente. Es de notar que para obtener el PCI de todo el cercado se tiene que tenerlos PCI de cada una de sus calles y luego en un

promedio simple de los valores de los PCI se tendrá el PCI final. [5].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL PAVIMENTO DE LAS PISTAS DEL A.H. ANITA CABRERA DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO.

El nivel de incidencia de las patologías del concreto en las pistas de las calles del distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región Loreto son grietas lineales y grietas de esquina a un nivel leve.

El índice promedio de condición de pavimento, para las pistas del distrito de San Juan Bautista, es 98 y en concordancia con la escala de evaluación del pci, se concluye que su estado de conservación es Excelente.

Se concluye que las pistas de la calle dos de febrero tiene un nivel de excelente con un PCI de 98.4.- Se concluye que las pistas de las demás calles tienen un nivel de excelente deben aplicárseles el mantenimiento correctivo y rutinario. [6].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO DE LA AVENIDA DOS DE MAYO DEL DISTRITO DE TAMBO PATA, PROVINCIA DE TAMBO PATA, DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS. En el presente estudio de investigación el nivel de incidencia de las patologías del concreto en los paños del pavimento de rodadura del distrito Tambo pata Tambo pata-Madre de Dios son Grietas Lineales, pulimento de agregados, Descascaramiento de juntas y craquelado a un nivel medio. El índice promedio de condición de pavimento, en el distrito de Tambo pata Provincia de Tambo pata-Departamento de Madre de Dios es 63 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es Bueno. Se concluye que solo el tramo de las cuadras 17 a 20 de la Avenida Dos de Mayo del Distrito de Tambo pata de Madre de Dios tiene un nivel de muy bueno a diferencia de los demás tramos que tienen un nivel de bueno. [7].

PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE

## ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y LA CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE.

La presente investigación tiene por objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de veredas del casco urbano de la localidad de puerto Maldonado distrito y Provincia de Puerto Maldonado, Región Madre de dios. En este estudio se aplicó el método del PCI para determinar el índice de condición estructural del pavimento de las veredas de ochocientos veinte paños de vereda, para identificar sus fallas existentes y cuantificar su estado. La metodología del trabajo es evaluativa visual a través de una hoja de evaluación. Se realiza un registro estadístico de las patologías y valores de PCI obtenidos de muestras de diferentes calles de la ciudad de Maldonado. Finalmente, la conclusión de esta investigación muestra que las veredas del casco urbano de puerto Maldonado tienen un pavimento en estado bueno, con un PCI ponderado a 45.42 y las fallas encontradas fueron de tipo funcional, que provocan un tránsito inseguro e incómodo al peatón. [ñonez].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y LA CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN CAHUIDE, DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal: determinar y evaluar las patologías del pavimento para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del pavimento rígido del jirón Cahuide, en el distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. La metodología que se ha utilizado es correlacional, no experimental, transversal-descriptivo; se utilizó el método del PCI. El jirón Huáscar posee siete (7) cuadras; dos (2) de ellas son de rodadura asfáltica; se evaluaron las cinco (5) cuadras, con un total de 254 losas y un área evaluada de 6985  $m^2$ . El autor llega al resultado; consta de diez (10) unidades de muestras; dichas muestras evaluadas, son: muestra

01 un PCI 73.00 de condición Muy bueno, muestras 06 y 07 con PCI de 58.00 y 08 un PCI 68.00 de condición Bueno, las muestras 02, 04, 05 y 09 de condición Malo y las muestras 03 con PCI de 16.00 y 10 con PCI 19.00 de condición Muy malo. El estudio ha llegado a la siguiente conclusión: el jirón Huáscar presenta una condición **REGULAR** con PCI promedio de **42.00**; el 40.00% representa una condición Muy buena, 33.00% condición Bueno, 17.00% condición Malo y 10.00% de condición Muy malo. El mayor PCI es 73.00 y le corresponde a muestra 01 la menor le corresponde a muestra 03 con un PCI de 16.00. [8].

#### INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE INTEGRIDAD FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. SAN MARTIN DE PORRES, ENTRE LA AV. ATAHUALPA Y JR. LOS GERANIOS, DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA.

La presente tesis tuvo por objetivo identificar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad funcional y estructural del pavimento rígido de la Av. San Martín de Porres, entre la Av. Atahualpa y Jr. Los Geranios, de la ciudad de Cajamarca. En este estudio se aplicó el método de Evaluación Superficial de Pavimentos por el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) para identificar las fallas existentes y cuantificar su estado. Las fallas más frecuentes encontradas fueron: pulimiento de superficie, descascamiento de juntas, parche grande deteriorado y descascamiento de esquina, con porcentajes de 48%, 18%, 15% y 7% respectivamente. Un 52% de las fallas por parche grande deteriorado fueron provocadas por la rotura de las losas en el proceso de reposición de instalaciones públicas después de la puesta en operación de la vía. Así mismo, se determinó el nivel de incidencia de las patologías del concreto con respecto a las 54 unidades de muestra inspeccionadas, las patologías más incidentes fueron: el pulimiento de superficie en 60.4%, descascamiento de juntas en 23.2% y parches grandes deteriorados en 18.7%. En el cálculo del PCI se identificó el tipo de daño, su severidad y la cantidad o densidad del mismo, llegándose a la conclusión de que la condición del pavimento



es muy buena, con un PCI ponderado de 81.3, y las fallas encontradas son del tipo funcional. [9].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA. Uno de los objetivos primordiales de los organismos encargados de planificar y/o ejecutar obras, concernientes al mejoramiento y conservación de la red vial con superficies de rodadura a nivel afirmado, asfaltado, pavimentos rígidos, debería ser básicamente mejorar la superficie de rodadura de estos caminos a través de la ejecución de soluciones innovadoras, que beneficien a zonas de alto impacto social y productivo, siendo además estas soluciones de bajo costo si se compara con las obras de mantenimiento periódico tradicionales. Teniendo como resultado principal: la determinación y ubicación del área de estudio, determinación de los tipos de patologías existentes en las plataformas deportivas de las instituciones educativas estatales del nivel secundario del distrito de Castilla, determinación del Índice de condición de pavimento para cada plataforma deportiva de las instituciones educativas estatales del nivel secundario del distrito de Castilla. Se concluye que el Índice promedio de condición del pavimento de la provincia de Huancabamba es del 50% correspondiendo a un nivel de regular o estado regular. Los pavimentos sufren grandes desperfectos por la mala ejecución, la calidad de los agregados de la zona, la inclemencia del tiempo [10].

DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL INDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO Y CONDICION OPERACIONAL EN LA AVENIDA PERU DEL DISTRITO DE CARMEN ALTO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, AGOSTO - 2016. La presente tesis analizó la determinación y evaluación de las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional en la avenida Perú

del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; cuyo objetivo principal fue determinar el índice de integridad estructural y así tener la condición operacional de la superficie del pavimento, a través de la evaluación de patologías presentadas en la vía; para lo cual se basó en investigaciones nacionales e internacionales relacionadas a la presente investigación; todo ello aportó para dar solución a la problemática de la investigación. Asimismo la metodología fue del tipo descriptivo porque describen los hechos como son observados, sin alterarla, predominantemente cuantitativo porque permite examinar los datos de manera numérica, sobre todo en el campo de la estadística, y además el diseño de investigación fue no experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio. Finalmente se concluyó que la avenida Perú presentó un índice de integridad estructural de 14, la misma que según los rangos de condición operacional, nos muestra un pavimento en estado muy malo. [11].

### **2.1.3 Antecedentes Internacionales.**

ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE PRODUCEN EL DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS. El presente estudio define un diagnóstico detallado de las patologías sufridas por varios proyectos en pavimento rígido del país y particularmente en la zona norte de Manabí, y que en base a un seguimiento riguroso se pudo constatar las diferentes causas que las provocaron. Para elaborar la presente tesis, fue necesario realizar un diagnóstico detallado de las vías más críticas en el país, especialmente la Chone-Canuto-Calceta-Junín-Pimpiguasí, en la que se evidencia deterioros severos en su estructura, lo que justifico elaborar diseños y ensayos en el laboratorio, para verificar si las características de los materiales utilizados en esta vía son los más adecuados. Las visitas a los diferentes proyectos y a las experiencias compartidas de los consultores y constructores permitieron recopilar un compendio de reparaciones adecuadas y consideraciones necesarias para evitar a futuro las patologías en los proyectos viales de pavimentos rígidos. [12].

## ALGORITMO PARA RECONOCIMIENTO DE FALLAS TIPO FISURA EN PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE TRATAMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES.

El estudio ve la necesidad de avanzar hacia planes de gestión de pavimentos más eficaces, eficientes y económicas ha impulsado el uso de tecnologías para la evaluación del estado del pavimento, destacando el reconocimiento de fisuras mediante el procesamiento de imágenes digitales. En este contexto, y como parte del desarrollo de un sistema automatizado para la clasificación y evaluación del estado del pavimento en vías urbanas para Bucaramanga y su área metropolitana, en el presente trabajo se propuso un algoritmo capaz de identificar, clasificar y medir las fisuras registradas en imágenes digitales del pavimento rígido. Para realizar el algoritmo, se partió de establecer un procedimiento de recolección de las imágenes digitales, las cuales fueron pre-procesadas con un filtro mediano y una homogenización del fondo. Para segmentar las fisuras se empleó la técnica de crecimiento por regiones, seguida de algoritmos: el primero para eliminar los objetivos que por su forma discreparan de una fisura, y el segundo para unir los tramos de grietas segmentados. Posteriormente, se establecieron cinco clases de fisuras: borde, longitudinal, transversal, de bloque u otro objeto, las cuales fueron caracterizadas con tres descriptores de forma (extensión, elongación y orientación) y clasificadas con una red neuronal perceptron multicapa. Finalmente, el algoritmo desarrollado es válido para imágenes capturadas dentro y fuera del procedimiento de recolección, obteniéndose, respectivamente, porcentajes de acierto en el clasificador de 84 y 74%. [13].

**PATOLOGÍA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA CIUDAD DE ASUNCIÓN-PARAGUAY.** El presente estudio de investigación tuvo como objetivo principal realizar una evaluación de diversos pavimentos rígidos construidos en calles y avenidas de la comuna asuncena, con el fin de determinar el estado en que se encuentran, así como recomendar las propuestas de solución a sus patologías, si las hubiere. En Conclusión, el estudio del aporte estructural del pavimento empedrado, realizado en otros trabajos de investigación, ha demostrado que el empedrado posee

un coeficiente de balasto (k) variando de 19 a 180 kg/cm<sup>3</sup>. Aun asumiendo el valor menor, para cálculos de dimensionamiento de pavimento rígido, sigue siendo un valor considerablemente alto, pero los resultados arrojan también la falta de uniformidad de dicho coeficiente para distintos sectores evaluados, siendo su uniformidad y no la alternancia de valores elevados la situación ideal para el soporte de un pavimento rígido. Así también, las bases de elevada rigidez (como es el caso del empedrado) no acompañan las deformaciones de las losas de hormigón hidráulico y son causantes de mayores esfuerzos en las mismas. Por último, otra condición que se debe cumplir para el buen desempeño del pavimento rígido es la regularidad de la base, situación que los empedrados en la mayoría de los casos no presentan [14]

EVALUACIÓN Y PATOLOGÍA DE PAVIMENTOS DE CONCRETO, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA, AGOSTO DE 2012. El presente trabajo de investigación se aprecia que el deterioro predominante es el agrietamiento transversal, seguido por el longitudinal. Se encontraron 112 losas que ya habían sido reparadas, la mayoría de ellas por agrietamiento transversal. Fisuras transversales por carril: Los carriles 2 al 7 tienen un espesor de concreto de 21 cm. Los carriles 1 y 8 tienen un espesor de concreto de 25 cm. la Mayor cantidad de fisuras se encuentran en los carriles que tienen espesor de 21 cm. Carriles 4 y 5 son los de transporte masivo, y los carriles 2 y 7, son los carriles centrales de tráfico mixto. Además, las losas presentan una gran variación en el espesor construido, esto quiere decir que no hay un buen control durante la ejecución. [15]

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1 Pavimento.**

Es una estructura de las vías de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales elaborados o no, colocados sobre el terreno acondicionado, que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos: Con seguridad, con

comodidad. Es importante tener en cuenta que el pavimento puede revestirse con diferentes materiales, como piedras o maderas. El término, sin embargo, suele asociarse en algunos países al asfalto, el material utilizado para construir calles, rutas y otras vías de comunicación. [16]

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

## 2.2.2 Tipos de pavimentos.

### 2.2.2.1 Pavimentos rígidos.

Los pavimentos rígidos se integran por una capa (losa) de concreto de cemento portland que se apoya en una capa de base, constituida por grava; esta capa descansa en una capa de suelo compactado, llamada sub rasante. La resistencia estructural depende principalmente de la losa de concreto, tal como se muestra en la figura. [16]



Figura 2.1: Sección transversal del pavimento rígido.  
Fuente: (Claudio Giordani,2018).

### A. Elementos que integran un pavimento rígido.

#### a. Sub rasante.

Es la capa de terreno que soporta la estructura del pavimento y que se prolonga hasta una profundidad que no afecte a la carga de diseño que corresponde al tránsito

previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en el diseño final. El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por lo tanto, el diseño de un pavimento es básicamente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub rasante.

b. **Sub base.**

Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento, en consecuencia; la capa de la sub rasante puede soportar absorbiendo variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub base. Por lo tanto, ésta capa controlará los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Además, trabaja como capa de drenaje y controla la ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una sub rasante o sub base adecuada.

c. **Losa de concreto.**

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, asan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la sub rasante, dado que no usan capa de base. En consecuencia, el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento.

### **2.2.2.2 Pavimentos flexibles.**

Una carpeta constituida por una mezcla asfáltica proporciona la superficie de rodamiento; que soporta directamente las sollicitaciones del tránsito y aporta las características funcionales. Estructuralmente, la carpeta absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Las capas que forman un pavimento flexible son: carpeta asfáltica, base y sub base, las cuales se construyen sobre la capa sub rasante. [17]

### **2.2.3 Patologías en pavimentos.**

#### **2.2.3.1 Tipos de patologías en pavimentos rígidos.**

Los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido, los cuales fueron agrupados en cuatro categorías generales:

- Juntas.
- Fisuras y grietas.
- Deterioro superficial.
- Otros deterioros.

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría se describe a continuación, presentando su definición y sus posibles causas. Las fotografías relacionadas con cada tipo de daño, se presentan a medida que se describe cada uno de ellos.

#### **A. Juntas.**

**a. Deficiencias del Sellado.** Se refiere a cualquier condición que posibilite la acumulación de material en las juntas o permita una significativa infiltración de agua. La acumulación de material incompresible impide el movimiento de la losa, posibilitando que se produzcan fallas, como levantamiento o despostillamientos de juntas tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.2: Deficiencias de sellado del pavimento rígido.

**Fuente:** (Duvan Sanabria,2013).

Posibles causas: Las causas más frecuentes para que el material de sello sea deficiente, son:

- Endurecimiento por oxidación del material de sello.
- Pérdida de adherencia con los bordes de las losas.
- Levantamiento del material de sello por efecto del tránsito y movimientos de las losas.
- Escasez o ausencia del material de sello.



- Material de sello inadecuado.

**b. Juntas saltadas.** Rotura, fracturación o desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.50 metros de una junta o una esquina y generalmente no se extiende más allá de esa distancia. Además, no se extiende verticalmente a través de la losa, sino que intersectan la junta en ángulo tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.3: Junta saltada del pavimento rígido.

Fuente: (Argos,2012).

Posibles causas: Los despostillamientos se producen como consecuencia de diversos factores que pueden actuar aislada o combinadamente; excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas del tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad del hormigón en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta; deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas.

**c. Separación de la junta longitudinal.** Corresponde a una abertura de la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de

pavimentos rígidos tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 2.4: Separaciones de la junta longitudinal del pavimento rígido.

Fuente: (Argos,2012).

Posibles causas:

- Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclajes entre carriles adyacentes.
- Desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento diferencial en la sub rasante.
- Ausencia de bermas.

## **B. Grietas.**

**a. Grietas de esquina.** Es una fisura que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.5: Grieta de esquina del pavimento rígido.

**Fuente:** (Duvan Sanabria,2013).

#### Posibles Causas:

Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga del hormigón), que debilita y erosiona el apoyo de la fundación, así como también por una deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece el que se produzcan altas deflexiones de esquina.

**b. Grietas Longitudinales.** Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.6: Grieta longitudinal del pavimento rígido.

Fuente: (Duvan Sanabria,2013).

Posibles causas:

Son causadas por la repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por las deficiencias en la ejecución de éstas y/o sus juntas longitudinales. Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y/o losas, con relación ancho / longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

**c. Grietas transversales.** Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos tal como se muestra.



Figura 2.7: Grieta transversal del pavimento rígido.

Fuente: (Argos,2012).

#### Posibles Causas:

Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas. La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivo, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.

### **C. Deterioro superficial.**

**a. Fisuramiento por retracción (tipo malla).** Es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de hormigón. Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulos de  $120^\circ$  tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.8: Fisuramiento por retracción.

Fuente: (Duvan Sanabria,2013).

Posibles causas: Las fisuras capilares generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del hormigón fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del hormigón resulte muy débil frente a la retracción. Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un desconchado que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos de hormigón armado, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

**b. Desintegración.** Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del hormigón, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.9: Desintegración del pavimento rígido.

**Fuente:** (Duvan Sanabria,2013).

Posibles causas: Son causadas por el efecto abrasivo del tránsito sobre hormigones de pobre calidad, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría), o bien por deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso, etc.).

**c. Baches.** Descomposición o desintegración la losa de hormigón y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.10: Baches del pavimento rígido.

Fuente: (Argos,2012).

Posibles causas: Los baches se producen por conjunción de varias causas: fundaciones y capas inferiores inestables; espesores del pavimento estructuralmente insuficientes; defectos constructivos; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas. La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache.

#### **D. Otros deterioros.**

**a. Levantamiento localizado.** Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal tal como se indica en la figura siguiente.





Figura 2.11: Levantamientos localizados del pavimento rígido.

Fuente: (Duvan Sanabria,2013).

Posibles causas: Son causadas por falta de libertad de expansión de las losas de hormigón, las mismas que ocurren mayormente en la proximidad de las juntas transversales. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

**b. Escalonamiento de juntas y grietas.** Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.12: Escalonamientos de juntas y grietas.

Fuente: (Duvan Sanabria,2013).

Posibles causas: Es el resultado en parte del ascenso a través de la junta o grieta del material suelto proveniente de la capa inferior de la losa (en sentido de la circulación del tránsito) como también por depresión del extremo de la losa posterior, al disminuir el soporte de la fundación. Son manifestaciones del fenómeno de bombeo, cambios de volumen que sufren los suelos bajo la losa de hormigón y de una deficiente transferencia de carga entre juntas.

**c. Descenso de la berma.** Diferencia de nivel entre la superficie de la losa respecto a la superficie de la berma, ocurre cuando alguna de las bermas sufre asentamientos tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 2.13: Descensos de la berma en el pavimento rígido.

Fuente: (Argos,2012).

Posibles causas: Las principales causas del descenso de berma son:

- Asentamiento de la berma por compactación insuficiente.
- En bermas no revestidas: por la acción del tráfico o erosión de la capa superficial por agua que escurre desde el pavimento hasta el borde exterior de la losa.
- Inestabilidad de la banca.

**d. Separación entre berma y pavimento.** Incremento en la abertura de la junta longitudinal entre la berma y el pavimento tal como se indica en la figura siguiente.



Figura 2.14: Separación entre berma y pavimento.

Fuente: (Duvan Sanabria,2013).

Posibles causas: Las causas más probables de la separación entre berma y pavimento son:

- Compactación insuficiente en la cara lateral del pavimento.
- Escurrimiento de agua sobre la berma cuando existe un desnivel entre ella y el pavimento.

**e. Parches deteriorados.** Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parchado por reparación de servicios públicos es un parche que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo. Los parchados disminuyen la serviciabilidad de la pista, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una carretera, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma. En muchos casos, los parchados, por deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas tal como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.15: Muestra los parches deteriorados del pavimento rígido.

**Fuente:** (Argos,2012).

Posibles causas:

- En el caso de parches asfálticos, capacidad estructural insuficiente del parche o mala construcción del mismo.
- En reemplazo por nuevas losas de hormigón de espesor similar al del pavimento existente, insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.
- En parches con hormigón de pequeñas dimensiones, inferiores a una losa, retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despega del hormigón antiguo.

**f. Surgencia de finos.** Es la expulsión de finos a través de las juntas o fisuras, ésta expulsión (en presencia de agua) se presenta por la deflexión que sufre la losa ante el paso de cargas. Al expulsar agua esta arrastra partículas de grava, arena, arcillas o limos generando la pérdida del soporte de las losas de concreto. El bombeo se puede evidenciar por el material que aparece tanto en juntas y fisuras de la losa como en la superficie del pavimento tal como se ve en la figura siguiente.



Figura 2.16: La surgencia de finos en el pavimento rígido.

Fuente: (Rafael Seminario, 2009).

Posibles causas:

- Presencia de agua superficial que penetra entre la base y la losa de hormigón.
- Material erodable en la base.
- Tráfico de vehículos pesados frecuente.
- Transmisión inadecuada de cargas entre losas.

**g. Fragmentación múltiple.** Fracturamiento de la losa de hormigón conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos tal como se ve en la figura siguiente.



Figura 2.17: El fragmento múltiple en el pavimento rígido.

Fuente: (Rafael Seminario, 2009).

Posibles causas:

Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.

#### **2.2.4 INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO – PCI.**

El índice de condición de pavimento (PCI), se constituye en la metodología más completa para la evaluación y clasificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de gestión vial disponibles en la actualidad.

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

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el cuadro uno se representan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento [18]

<b>RANGO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
<b>100-85</b>	<b>EXCELENTE</b>
<b>86-70</b>	<b>MUY BUENO</b>
<b>70-55</b>	<b>BUENO</b>
<b>55-40</b>	<b>REGULAR</b>
<b>40-25</b>	<b>MALO</b>
<b>25-10</b>	<b>MUY MALO</b>
<b>10-0</b>	<b>FALLADO</b>

Tabla 2.1: Rango y calificación del PCI.

**Fuente:** (Rafael Seminario, 2009).

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

En el cuadro siguiente se muestran los puntos resaltantes en una calificación del PCI:



CALIFICACION	DESCRIPCION
100	pavimento en perfecto estado
70	Punto en que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor
55	Punto en que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes. Condición para corregir fallas fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo "buena" pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje comienza a aumentar
40	Punto en el que pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como "regular" o "aceptable", el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto "óptimo" de rehabilitación.
0	El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera "fallado" y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial de un alto porcentaje de su área.

Tabla 2.2: Descripciones de cada calificación del PCI.

Fuente: (Rafael Seminario, 2009).

El cuadro resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI calculado para cada vía en el siguiente cuadro mostrado.

<b>RANGO PCI</b>	<b>INTERVENCION</b>
0-30	CONSTRUCCION
31-70	REAHILITACION
71-100	MANTENIMIENTO

Tabla 2.3: La intervención de cada rango.

Fuente: (Rafael Seminario, 2009).

### **Objetivos del PCI:**

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del método de PCI son:

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

#### **2.2.4.1 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.**

En la “Evaluación De Una Red” puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo. En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N s^2}{((e^2 / 4) * (N - 1) + s^2)}$$

**Donde:**

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

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

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

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

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $s$ ) del PCI de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

### 2.2.5 Cálculo del PCI.

Si solo uno o ninguno de los VR es mayor a 5, la suma de los VRs es utilizada en lugar del máximo VRC para la determinación del PCI. De no ser así utilizar el siguiente procedimiento para determinar el máximo VRC.

Determinar  $m$ , el máximo número de fallas permitidas:

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

**Donde:**

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

$VAR$  : Valor individual más alto de VR.

Ingresar en la tabla del cálculo VRs en la primera fila en forma descendente, reemplazando el menor VR por el producto del mismo y la fracción decimal del  $m$  calculado y utilizar este valor como el menor en la primera fila, NOTA DE

TRADUCCIÓN. Si el número de VRs es menor al valor de m, ingresar todos los VRs en la tabla. Si el número de VRs es mayor a m utilizar los m valores más altos solamente.

Sumar todos los valores de VRs de la fila y colocar ese valor en la columna de “total”, luego poner en la columna “q” el número de valores de VRs que son mayores a 5.

Determinar el VRC con la curva de corrección correcta para pavimentos para de concreto, con los valores de “Total” y “q” en la tabla de resultados. Copiar los VRs a la siguiente línea, cambiando el menor valor de VR mayor que 5 a 5. Luego repetir lo anterior hasta que se cumpla “q” =1. El máximo VRC es el valor más alto de la columna VRC.

#### **2.2.5.1 Cálculo del PCI de una sección de pavimento.**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N}$$

**Donde:**

$PCI_S$  : PCI de la sección del pavimento.

$PCI_R$  : PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

$PCI_A$  : PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

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

### **III. HIPÓTESIS.**

#### **3.1 Hipótesis general.**

El índice de integridad estructural de la superficie de rodadura del pavimento rígido en el Jirón. Wari del distrito de San Juan, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho según este resultado se encuentra en un estado Regular por presentar fallas con considerable parches y grietas a nivel visual, siendo necesario rehabilitar la superficie de rodadura con un mantenimiento de tipo periódico.

#### **3.2 Hipótesis específicas.**

- Las patologías que presenta el pavimento rígido en el Jirón. Wari del distrito de San Juan, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho en el año 2018 son: parches, grietas, descascaramiento de juntas y desconchamientos.
- Se logró identificar los parámetros del PCI y su proceso de realización para obtener el índice de integridad estructural y condición del pavimento rígido en el Jirón. Wari del distrito de San Juan, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho en el año 2018 siendo dichos parámetros: nivel de severidad, valores deducidos y auscultación visual.
- Se logró nombrar los pasos del algoritmo VIZIR y la manera de su desarrollo para obtener el índice de integridad estructural y condición del pavimento rígido en el Jirón. Wari del distrito de San Juan, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho en el año 2018 siendo dichos pasos: su deterioro estructural y

funcional, su índice de fisuración y su índice de deformación.

- El método VIZIR resulta más eficiente respecto al PCI para obtener el índice de integridad estructural y condición del pavimento rígido en el Jirón. Wari del distrito de San Juan, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho en el año 2018 por aproximar valores más cercanos a la realidad y por ser una metodología más moderna.

## **IV. METODOLOGÍA.**

### **4.1 Tipo de investigación.**

El proceso investigativo, tiene que ver con un enfoque de investigación aplicada de nivel descriptivo; como consecuencia del contacto directo o indirecto con los fenómenos que en este caso corresponde a la evaluación de las vías principales, recogiendo sus características externas: enumeración y agrupamiento de sus partes, las cualidades y circunstancias que lo entornan.

### **4.2 Nivel de la investigación.**

El nivel de la investigación para el presente estudio, de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio de tipo cualitativa. Por qué solo se observa fenómenos tal como se dan en su contexto natural y se analiza, además es transeccional porque se recolectan datos en un único momento.

### **4.3 Diseño de la investigación.**

Para los pavimentos se aplica el método del PCI (Pavement condition index) el cual consiste en la determinación de un índice de la condición del pavimento (el cual puede ser pista de concreto asfáltico o de concreto hidráulico, vereda, losa deportiva,) consistente en cinco niveles según el cuadro 01 que se muestra.

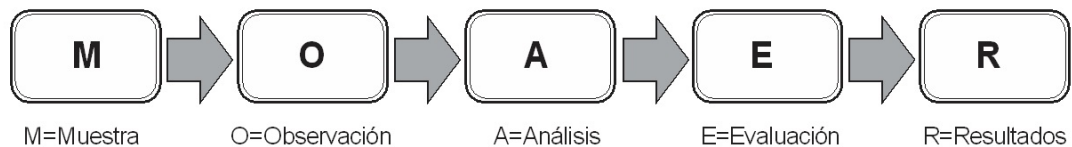
Esta metodología consiste en establecer los parámetros de cada espacio



debidamente especificado, codificarlo y determinar sus patologías, estas se comparan con los ábacos establecidos para cada patología y se determina la condición del pavimento indicado, luego se compara con el nivel de cero a 100 y se establece el índice de condición del pavimento.

Para los pavimentos se tiene la aplicación de la metodología del PCI o índice de condición del pavimento, el cual varía según el caso de pavimentos rígidos, pavimentos flexibles.

Este diseño se gráfica de la siguiente manera:



M = Muestra

O = Observación

A = Análisis

E = Evaluación

R = Resultados

## **4.4 Población y muestra.**

Nuestro universo está conformado por todas las estructuras de concreto a nivel nacional

### **4.4.1 Muestra.**

Constituida por la muestra de las estructuras de concreto del sector o área geográfica en estudio.

#### **4.4.2 Muestreo.**

Distribución de los elementos (estructuras) muestrales en función al nivel estratificado y completamente al azar

#### **4.5 Definición y operacionalización de variables e indicadores.**

Ver la Tabla 4.1.

#### **4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

##### **4.6.1 Técnicas e instrumentos.**

Se utilizará formularios, fichas técnicas, otros instrumentos de recolección de datos según se requiera.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de las depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- Calculadora, Balotario.

#### **4.7 Matriz de consistencia.**

Ver la Tabla 4.2.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN EL JIRÓN. WARI DEL DISTRITO DE SAN JUAN, PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2016.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Patologías presentes en el pavimento rígido en el jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2016.</p>	<p>Anomalías sobre la superficie del pavimento como son los parches grandes y parches pequeños.</p> <p>Anomalías a lo largo del pavimento rígido como grietas lineales y pulimento de agregados.</p> <p>Anomalías en el interior del pavimento como son las losas divididas.</p>	<p>Nivel de severidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de severidad Baja.</li> <li>- Nivel de severidad Media.</li> <li>- Nivel de severidad Alta.</li> </ul> <p>Tipo de presencia de patologías en forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertical.</li> <li>- Horizontal.</li> <li>- Oblicuo.</li> </ul> <p>Grado de afectación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Alta.</li> <li>-Media.</li> <li>-Baja.</li> </ul>
<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Índice de condición operacional del pavimento rígido en el jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2016.</p>	<p>Tipos de patologías que se presentan en los pavimentos rígidos en el jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2016.</p>	<p>Rango de Calificación del PCI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 100-85 (Excelente).</li> <li>- 85-70 (Muy buena).</li> <li>- 70-55 (Buena).</li> <li>- 55-40 (Regular).</li> <li>- 40-25 (Malo).</li> <li>- 25-10 (Muy malo).</li> <li>- 10-0 (Fallado).</li> </ul>

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.  
Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN EL JIRÓN. WARI DEL DISTRITO DE SAN JUAN, PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2016.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>¿Cómo identificar, clasificar y cuantificar las patologías del pavimento rígido para la obtención del índice de condición del pavimento en el jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2016.</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Identificar y caracterizar las patologías del pavimento rígido en el jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2016.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar los tipos de patologías en el pavimento rígido en el perímetro del jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista.</li> <li>2. Caracterizar la patología influyente insitu del pavimento rígido en el jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga-2016.</li> </ol>	<p>Se aprecia la necesidad que existe en identificar los diferentes tipos patológicos y caracterizar la patología predominante en la superficie de rodadura en el jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista por el método PCI, lo cual nos permitirá proponer el tipo de intervención en las vías. Además, nos permitirá conocer el tipo de la patología predominante del tramo y las causas originadas, con la que se podrán corregir y prevenir los errores controlando el proceso constructivo en las pavimentaciones nuevas que se ejecutaran en este distrito.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Se podrá identificar y caracterizar las patologías del pavimento rígido en el jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2016.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se podrá identificar los tipos de patologías en el pavimento rígido en el perímetro del jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2016.</li> <li>2. Se podrá caracterizar la patología predominante insitu en el pavimento rígido del jr Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga-2016.</li> </ol>	<p><b>Tipo:</b> El proyecto de investigación es del tipo exploratorio.</p> <p><b>Nivel:</b> El proyecto de investigación es de nivel cualitativo.</p> <p><b>Enfoque:</b> La investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p><b>Diseño:</b> Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar el estado del pavimento rígido en el jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2016.</p> <p><b>Universo y muestra:</b> El universo o población es indeterminada. La población comprende las diferentes calles del jirón Wari del Distrito de San Juan Bautista de la ciudad de Ayacucho.</p>

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.8 Principios éticos.

Como profesional de Ingeniería Civil, debemos promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de nuestra profesión, sirviendo con fidelidad al público, a nuestros empleadores y clientes, esforzándonos por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería, además de apoyar a las instituciones profesionales y académicas.

Ingenieros Civiles, estaremos al servicio de la sociedad, teniendo como obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de cada tarea profesional que nos sean asignadas.

Como principios éticos, debemos comprometernos son:

- La Relación con el público.
- La Relación con la sociedad.
- El ejercicio profesional.
- Los Deberes con el Colegio.
- La Relación con el público.

## V. RESULTADOS.

### 5.1 Resultados.

Formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas y sus posibles causas en los diferentes pavimentos seleccionados.

Las fallas encontradas en el jirón Wari cuadra 1 de 78 metros de distancia tal como se muestra en la figura 5.1 y en la tabla 5.1.


	<b>Vía de estudio</b>	Jirón Wari
	<b>fecha</b>	22 – 07 - 2016
	<b>cuadra</b>	01- 78 metros
	<b>Fallas encontradas</b>	Grietas transversales Grietas lineales Pulimento de agregados Parche grande Parche pequeño

Figura 5.1

De acuerdo con la información anterior se procede a desarrollar una detallada descripción de las fallas encontradas y en el resto de los tramos de vías seleccionadas.

Falla	Descripción	Causa
Grietas transversales	Las grietas transversales son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada.	Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada tardíamente.
Grietas lineales	Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada	Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta.
Pulimiento de agregados	Desintegración progresiva de la superficie con pérdida inicial de la textura y posteriormente del mortero, deja los agregados expuestos.	Errores en el diseño del concreto hidráulico; curado inapropiado; acción del tránsito cuando la superficie presenta fisuras por retracción de fraguado y temperatura.
Parche grande	Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar	Insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.

Tabla 5.1

Distintas fallas de patologías encontradas en el jirón Wari, cuadra 2 tal como se muestra en la figura 5.2 y en la table 5.2.


	<b>Vía de estudio</b>	Jirón, Wari
	<b>fecha</b>	22 - 07 - 2016
	<b>cuadra</b>	02 - 27metros
	<b>Fallas encontradas</b>	Grietas de esquina, Grietas lineales, Pulimento de agregados, Parche grande, Parche pequeño, Grieta por retracción.

Figura 5.2



Falla	Descripción	Causa
Grietas de esquina	Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y que forma ángulos.	Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente transmisión de cargas entre
Grietas lineales	Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada	Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta.
Pulimiento de agregados	Desintegración progresiva de la superficie con pérdida inicial de la textura y posteriormente del mortero, deja los agregados expuestos.	Errores en el diseño del concreto hidráulico; curado inapropiado; acción del tránsito cuando la superficie presenta fisuras por retracción de fraguado y temperatura.
Parche grande	Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar	Insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.
Grieta por retracción	Agrietamiento del pavimento en diversas direcciones	Soporte deficiente de la subrasante. Acción de cargas muy pesadas. Baja resistencia del concreto.

Tabla 5.2

Los tipos de fallas patológicas encontradas en el jirón Wari cuadra 3 tal como

se indica en la figura 5.3 y en la tabla 5.3.


	<b>Vía de estudio</b>	Jirón Wari,
	<b>fecha</b>	22 – 07 - 2016
	<b>cuadra</b>	03 de 84 metros
	<b>Fallas encontradas</b>	Grietas lineales, Pulimento de agregados, Parche grande, Parche pequeño.

Figura 5.3

Falla	Descripción	Causa
Grietas lineales	Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada	Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta.
Pulimiento de agregados	Desintegración progresiva de la superficie con pérdida inicial de la textura y posteriormente del mortero, deja los agregados expuestos.	Errores en el diseño del concreto hidráulico; curado inapropiado; acción del tránsito cuando la superficie presenta fisuras por retracción de fraguado y temperatura.
Parche grande	Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar	Insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.

Tabla 5.3

Las diferentes fallas patológicas encontrados en el jirón Wari cuadra 4 tal como se indica en la figura 5.4 y en la tabla 5.4.


	<b>Vía de estudio</b>	Jirón wari y cuzco
	<b>fecha</b>	22 – 07 - 2016
	<b>cuadra</b>	4- de 104metros
	<b>Fallas encontradas</b>	Grieta de esquina, Grietas lineales, Pulimento de agregados, Parche grande, Parche pequeño,

Figura 5.4

Falla	Descripción	Causa
Grietas de esquina	Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y que forma ángulos.	Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente transmisión de cargas entre
Grietas lineales	Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada	Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta.
Pulimiento de agregados	Desintegración progresiva de la superficie con pérdida inicial de la textura y posteriormente del mortero, deja los agregados expuestos.	Errores en el diseño del concreto hidráulico; curado inapropiado; acción del tránsito cuando la superficie presenta fisuras por retracción de fraguado y temperatura.
Parche grande	Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar	Insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.

Tabla 5.4

### Diagnostico mediante cuadros de inspección

hoja de inspección de condición para unidad de muestra	
calle	Jirón wari
cuadra	1
tiempo de construcción	20
dimensión del paño	4*3
muestra	78 metros
numero de paños	36
área del paño	12
total de área	432

TIPO DE FALLA		
1. grieta de esquina	6. bombeo	
2. escala	7. descascaramiento de juntas	
3. grietas lineales	8. descascaramiento de esquina	
4. pulimento de agregados	9. parche pequeño	
5. parche grande	10. grieta de retracción	
L : LOW	M : MEDIUN	H : HIGH

tipo de falla	severidad	numero de lozas	densidad	valor de deducción
1	L	3	5.68	5
1	M	3	9.09	12
3	L	6	20.46	10
3	M	8	46.59	26
4	L	10	86.36	9
4	M	3	11.36	1
5	M	1	1.14	0
9	L	2	5.68	0
9	M	2	2.27	0

Tabla 5.5

#	Valor de reducción									total	q	VRC
1	26	12	10	9	5	1	0	0	0.01	63.01	8	*
2	26	12	10	9	5	1	0	5	0.01	68.01	7	*
3	26	12	10	9	5	1	5	5	0.01	73.01	6	37
4	26	12	10	9	5	5	5	5	0.01	77.01	5	*
5	26	12	10	9	5	5	5	5	0.01	77.01	4	44
6	26	12	10	5	5	5	5	5	0.01	73.01	3	46
7	26	12	5	5	5	5	5	5	0.01	68.01	2	50
8	26	5	5	5	5	5	5	5	0.01	61.01	1	61

Tabla 5.6

Máximo VCR = 61

PCI = 100 - Máximo VCR

PCI = 100-61

PCI = 39

**RANGO DE CALIFICACION DEL PCI**

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

Figura 5.5

hoja de inspección de condición para unidad de muestra	
calle	Jirón wari
cuadra	2
tiempo de construcción	20
dimensión del paño	4*3
muestra	27 metros
numero de paños	14
área del paño	12
total de área	168

TIPO DE FALLA	
1. GRIETA DE ESQUINA	6. BOMBEO
2. ESCALA	7. DESCASCAMIENTO DE JUNTAS
3. GRIETAS LINEALES	8. DESCASCAMIENTO DE ESQUINA
4. PULIMENTO DE AGREGADOS	9. PARCHE PEQUEÑO
5. PARCHE GRANDE	10. GRIETA DE RETRACCION
L:LOW	M : MEDIUN
	H : HIGH

tipo de falla	severidad	numero de lozas	densidad	valor de reducción
1	L	1	1.14	1
1	M	1	3.41	10
3	L	2	13.64	9
3	M	2	5.41	18
4	L	2	5.77	9
4	M	2	5.82	1
5	M	1	1.14	2
9	L	1	2.41	0
9	M	1	2.41	0
10	L	1	1.14	0

Figura 5.6



#	VALOR DE REDUCCION									TOTAL	q	VRC
	18	10	9	2	1	0	0	0	0.77			
1	18	10	9	2	1	0	0	0	0.77	40.77	8	*
2	18	10	9	2	1	0	0	5	0.77	45.77	7	*
3	18	10	9	2	1	0	5	5	0.77	50.77	6	24
4	18	10	9	2	1	5	5	5	0.77	55.77	5	*
5	18	10	9	2	5	5	5	5	0.77	59.77	4	34
6	18	10	9	5	5	5	5	5	0.77	62.77	3	35
7	18	10	5	5	5	5	5	5	0.77	58.77	2	44
8	18	5	5	5	5	5	5	5	0.77	53.77	1	53

Tabla 5.7

Máximo VCR = 53

PCI = 100 - Máximo VCR

PCI = 100-53

PCI = 47

<b>RANGO DE CALIFICACION DEL PCI</b>
--------------------------------------

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

Figura 5.7

Hoja de inspección de condición para unidad de muestra	
calle	Jirón wari
cuadra	3
tiempo de construcción	20
dimensión del paño	4*3
muestra	84 metros
numero de paños	42
área del paño	12
total de área	504

TIPO DE FALLA	
1. GRIETA DE ESQUINA	6. BOMBEO
2. ESCALA	7. DESCASCAMIENTO DE JUNTAS
3. GRIETAS LINEALES	8. DESCASCAMIENTO DE ESQUINA
4. PULIMENTO DE AGREGADOS	9. PARCHE PEQUEÑO
5. PARCHE GRANDE	10. GRIETA DE RETRACCION
L : LOW	M : MEDIUN
	H : HIGH

tipo de falla	severidad	numero de lozas	densidad	valor de reducción
3	L	6	14	8
3	M	4	10	9
4	L	10	44	7
4	M	10	44	7
4	H	4	10	2
5	L	2	3	0
5	M	4	8	3
5	H	2	2	4
9	M	2	2	0

Tabla 5.8

#	VALOR DE REDUCCION									TOTAL	q	VRC	
	9	8	7	4	3	2	0	0	0				
1	9	8	7	4	3	2	0	0	0	0.62	33.62	9	*
2	9	8	7	4	3	2	0	0	5	0.62	38.62	8	*
3	9	8	7	4	3	2	0	5	5	0.62	43.62	7	*
4	9	8	7	4	3	2	5	5	5	0.62	48.62	6	22
5	9	8	7	4	3	5	5	5	5	0.62	51.62	5	*
6	9	8	7	4	5	5	5	5	5	0.62	53.62	4	30
7	9	8	7	5	5	5	5	5	5	0.62	54.62	3	35
8	9	8	5	5	5	5	5	5	5	0.62	52.62	2	40
9	9	5	5	5	5	5	5	5	5	0.62	49.62	1	49

Tabla 5.9

Máximo VCR = 49

PCI = 100 - Máximo VCR

PCI = 100-49

PCI = 51

**RANGO DE CALIFICACION DEL PCI**

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

Figura 5.8

hoja de inspección de condición para unidad de muestra	
calle	Jirón wari y cuzco
cuadra	esquina
tiempo de construcción	20
dimensión del paño	4*3
muestra	104 metros
numero de paños	52
área del paño	12
total de área	624

TIPO DE FALLA	
1. GRIETA DE ESQUINA	6. BOMBEO
2. ESCALA	7. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS
3. GRIETAS LINEALES	8. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA
4. PULIMENTO DE AGREGADOS	9. PARCHE PEQUEÑO
5. PARCHE GRANDE	10. GRIETA DE RETRACCION
L : LOW	M : MEDIUN      H : HIGH

tipo de falla	severidad	numero de lozas	densidad	valor de reducción
1	L	4	24	21
1	M	5	24	34
1	H	6	26	49
3	L	1	2	1
3	M	4	30	20
3	H	2	10	19
4	M	8	44	7
4	H	4	26	3
5	M	6	26	18
5	H	1	2	4
9	L	6	26	1
9	M	6	20	4
9	H	1	2	1

Tabla 5.10

#	VALOR DE REDUCCION						TOTAL	q	VRC
1	49	34	21	20	19	0.83	143.83	5	
2	49	34	21	20	5	0.83	129.83	4	77
3	49	34	21	5	5	0.83	114.83	3	77
4	49	34	5	5	5	0.83	98.83	2	68
5	49	5	5	5	5	0.83	69.83	1	69

Tabla 5.11: Distribución de patologías en la Muestra N° 03.

Fuente:(Elaboración Propia).

Máximo VCR = 77

PCI = 100 - Máximo VCR

PCI = 100-77

PCI = 23

<b>RANGO DE CALIFICACION DEL PCI</b>
--------------------------------------

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

Figura 5.9

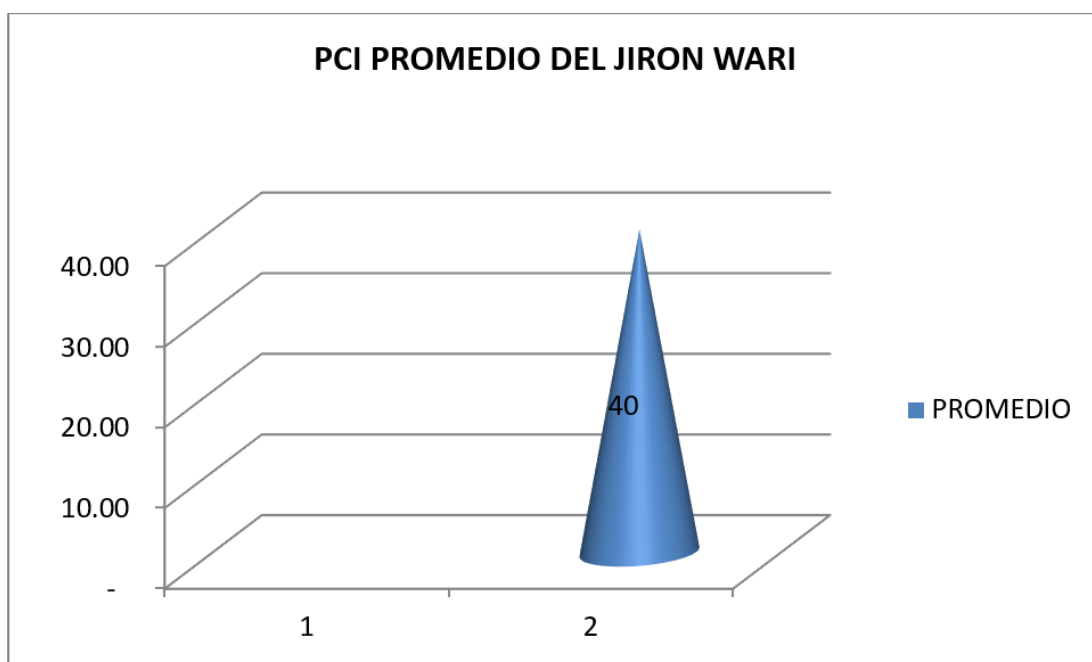
## 5.2 Análisis de resultados.

La determinación de los resultados se realizó tomando en consideración la ubicación del área de estudio del jirón Wari del distrito San Juan Bautista provincia Huamanga y departamento de Ayacucho.

Para ello se ha aplicado la metodología del PCI para el desarrollo de la información del jirón Wari del distrito San Juan Bautista provincia Huamanga y departamento de Ayacucho y consiste en lo siguiente:

La hoja de inspección de condición para la unidad de muestra contiene: la determinación de las patologías y su ubicación en el área de trabajo, además de la cuantificación de las patologías de cada cuadra del jirón Wari.

En la hoja del cálculo del VRC, se indica los niveles de las patologías y el PCI calculado para cada cuadra. Como resultado final se establece en una gráfica del PCI del promedio total del jirón Wari, del distrito de San Juan Bautista provincia Huamanga y departamento de Ayacucho.



## VI. CONCLUSIONES.

- Las fallas en los pavimentos rígidos son por el año de uso, pero mayormente son por mal proceso constructivo realizado; en el cual es necesario regirse de manera estricta a las normas tanto de diseño como de mantenimiento de los pavimentos rígidos, con el fin de evitar y disminuir procesos de deterioro observados en el análisis de la presente investigación.
- Las fallas localizadas en el análisis del jirón Wari fueron: grieta por retracción, grietas de esquina, grietas lineales, grietas transversales, pulimiento de agregado, parcheo grande y pequeño. En las cuales las causas principales de las fallas localizadas de las avenidas son principalmente por la condición climática de la zona, proceso constructivo y de las cargas de tránsito.
- Según los cuadros de inspección del jirón Wari; que se ha realizado por tramos, mediante el procedimiento PCI (Índice de condición del Pavimento), se concluyó que el estado actual del pavimento en el jirón Wari, se encuentra en un estado REGULAR debido a un valor de PCI de 40, según los rangos de clasificación anteriormente enunciados.
- Las causas más comunes son tráfico de diseño (cargas son bastante mayores a las de diseño ejemplo camión T3S3), incremento en el tráfico con los años; la mala compactación del afirmado de la sub base, la mala calidad y dosificación de materiales usados en la elaboración del concreto (diseño de mezclas), los factores climáticos (lluvias), sistema de drenaje pluvial inadecuado.

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.**

El estudio realizado presenta las fallas en el pavimento rígido en el Jr. Wari del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. Este estudio permitirá proponer alternativas de reforzamiento por el cual se evitara daños importantes sobre la estructura. Además, se podrá trazar un plan de prevención de futuros daños que tomen en cuenta las patologías propuestas por el AASHTO. Este plan de prevención permitira evitar futuras rajaduras sobre el pavimento causado principalmente por el uso continuo de vehiculos de alto tonelaje, exposición a fenomenos naturales y falta de mantenimiento preventivo.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MAURO GONZALES. Determinacion y evaluaciÓn de las patologias del pavimento de concreto hidraulico en el barrio de villon alto – distrito de huaraz – provincia de huaraz – regiÓn ancash. *ULADECH*, 2015.
- [2] ALEXANDER ZAPATA. Determinacion y evaluacion de las patologias del pavimento flexible de la calle lima del asentamiento humano san pedro, distrito piura, provincia de piura y departamento de piura, noviembre 2017. *ULADECH*, 2019.
- [3] JHON VILLANUEVA. DeterminaciÓn y evaluaciÓn de patologías del concreto en sobrecimiento, columnas, vigas y muros de albaÑilería confinada del cerco perimÉtrico del estadio municipal josÉ cÉspedes bravo, distrito de salaverry, provincia de trujillo, regiÓn la libertad – junio 2019. *ULADECH*, 2019.
- [4] MOISES PINEDO. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de integridad estructural del pavimento y condicion operacional de la superficie de las veredas del centro historico de coishco, distrito de coishco, provincia de santa, departamento de ancash-diciembre 2014. *ULADECH*, 2014.
- [5] SANDRO TUESTA. Diagnostico y evaluacion de las patologias del concreto rigido–ahuellamiento y agrietamiento en la av. tupac amaru (entre los jr. las mercedes y jr. los nogales), del distrito de manantay, provincia de coronel portillo, departamento de ucayali, junio - 2016. *ULADECH*, 2016.
- [6] JOSE SANTILLAN. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto en el pavimento de las pistas del a.h. anita cabrera del distrito de san juan bautista, provincia de maynas, departamento de loreto. *ULADECH*, 2011.
- [7] GILBER ACOSTA. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto hidraulico de la avenida dos de mayo del distrito de tambo pata, provincia de tambo pata, departamento de madre de dios. *ULADECH*, 2012.
- [8] DIMAS TANANTA. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de integridad estructural del pavimento y la condiciÓn operacional de la superficie del pavimento rigido del jr. cahuide, distrito calleria, provincia coronel portillo, ucayali. *ULADECH*, 2016.
- [9] CYNTHIA SANCHEZ. Incidencia de las patologias del concreto en la obtencion del indice de integridad funcional y estructural del pavimento rigido de la av.

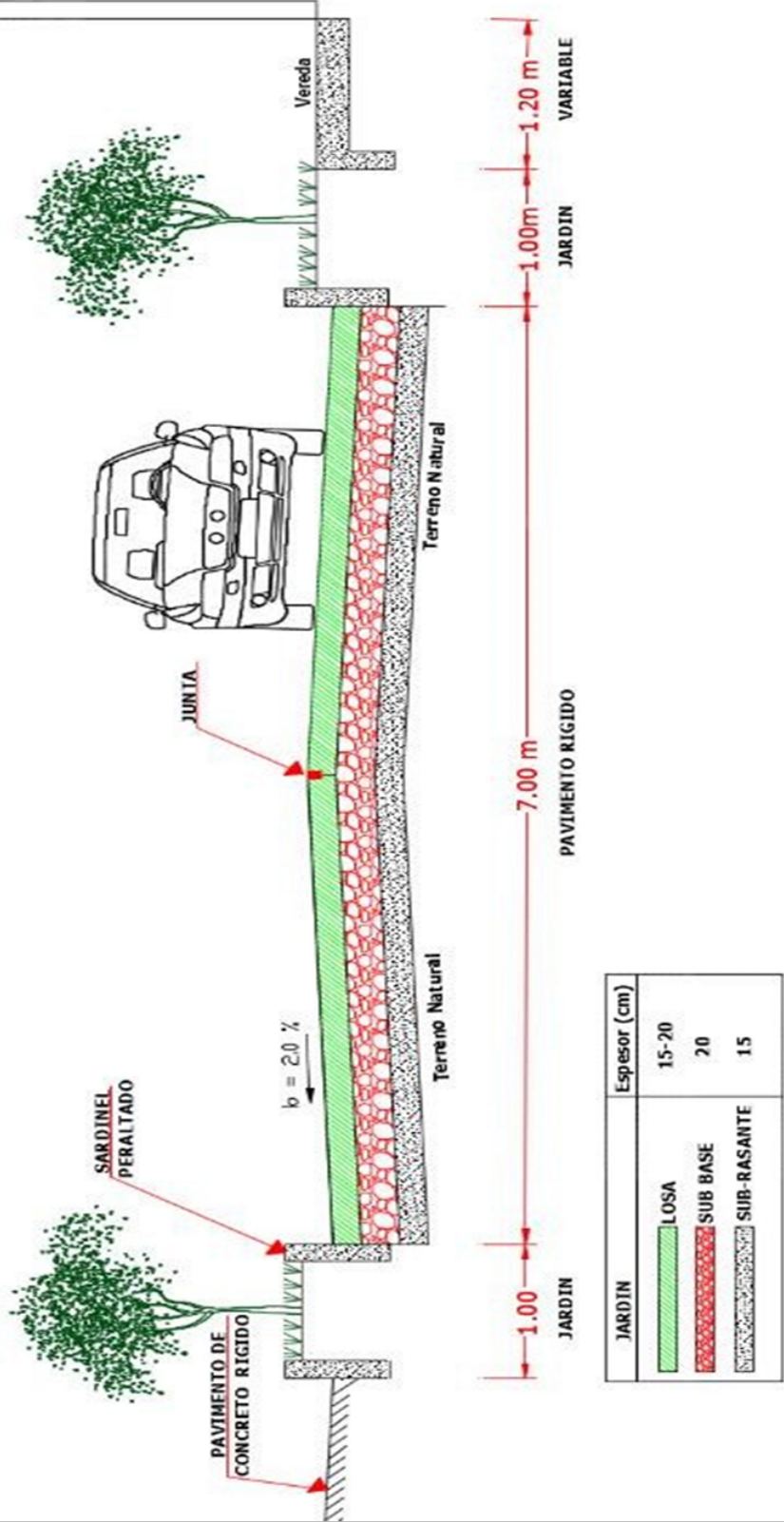
san martin de porres, entre la av. atahualpa y jr. los geranios, de la ciudad de cajamarca. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA*, 2018.

- [10] TULIO ESPINOZA. Determinacion y evaluacion del nivel de incidencia de las patologias del concreto en los pavimentos rigidos de la provincia de huancabamba, departamento de piura. *ULADECH*, 2010.
- [11] EDGAR FLORES. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de integridad estructural del pavimento rigido y condicion operacional en la avenida peru del distrito de carmen alto, provincia de huamanga, departamento de ayacucho, agosto - 2016. *ULADECH*, 2016.
- [12] CESAR RUIZ. Analisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rigidos. *ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO*, 2011.
- [13] MIGUEL CASTILLO & SULAY MESA. Algoritmo para reconocimiento de fallas tipo fisura en pavimento rigido mediante tratamiento de imagenes digitales. *UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*, 2011.
- [14] ALVARO GODOY & RAUL RAMIREZ. *PATOLOGIA DE PAVIMENTOS RIGIDOS DE LA CIUDAD DE ASUNCION - PARAGUAY*. FIUNA, 2006.
- [15] DIEGO JARAMILLO. *EVALUACION Y PATOLOGIA DE PAVIMENTOS DE CONCRETO, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA*. CEMENTOS PROGRESO, 2012.
- [16] CLAUDIO GIORDANI & DIEGO LEONE. Pavimentos. *UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL*, 2018.
- [17] RICARDO MIRANDA. *DETERIORO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, 2010.
- [18] RAFAEL SEMINARIO. Determinacion y evaluacion de las patologias en pavimentos y estructuras de concreto a nivel nacional. *ULADECH*, 2009.

# **ANEXOS**

## **Anexo 1: Plano de localización del proyecto.**

# Secciones típica de calle en tramo 02



## **Anexo 2: Fotos descriptivas.**



**Fotografía 1:** Muestreo del pavimento, inicio del Jirón Wari.



**Fotografía 2:** Muestreo del pavimento, inicio del Jirón Wari.



**Fotografía 3:** *Inspección de la falla Losa Dividida de severidad alta Jirón Wari.*



**Fotografía 4:** *Inspección de la falla Parcheo Grande de severidad alta Jirón Wari.*





**Fotografía 5:** *Inspección de falla parcheo grande, desconchamiento, losa dividida Jirón Wari.*

## **Anexo 3: Instrumentos de evaluación.**

**Formato para recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas**

<b>imagen</b>	<b>Vía de estudio</b>	
	<b>fecha</b>	
	<b>cuadra</b>	
	<b>Fallas encontradas</b>	

**Formato para la obtención del máximo valor deducido**

No.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1												
2												
3												
4												

**Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra**

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA																																																	
Componente:		Sección:		Unidad de muestra:																																													
Inspeccionado por:		Fecha:		Área de la muestra:																																													
<b>Tipo de falla</b>				<b>DIAGRAMA:</b>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <table border="0"> <tr> <td style="width: 50%;">1. Estallidos</td> <td style="width: 50%;">9. Bombeo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Rotura de esquina</td> <td>10. Desprendimientos, fisuras</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales</td> <td>erráticas, mapa de fisuras</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>4. Fisura de durabilidad (D)</td> <td>11. Asentamientos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5. Daño en sello de juntas</td> <td>12. Losa fragmentada</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td>6. Bacheos, 5 pie2</td> <td>13. Fisuras por retracción</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7. Bacheos - corte para instalaciones</td> <td>14. Desprendimiento en junta</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>8. Pérdidas repentinas</td> <td>15. Desprendimiento en esquina</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 35%; text-align: center;"> <p>A B C D E</p> </div> </div>	1. Estallidos	9. Bombeo		2. Rotura de esquina	10. Desprendimientos, fisuras		3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales	erráticas, mapa de fisuras	10	4. Fisura de durabilidad (D)	11. Asentamientos		5. Daño en sello de juntas	12. Losa fragmentada	9	6. Bacheos, 5 pie2	13. Fisuras por retracción		7. Bacheos - corte para instalaciones	14. Desprendimiento en junta	8	8. Pérdidas repentinas	15. Desprendimiento en esquina				7			6			5			4			3			2			1
1. Estallidos	9. Bombeo																																																
2. Rotura de esquina	10. Desprendimientos, fisuras																																																
3. Fisuras longitudinales, transversales y diagonales	erráticas, mapa de fisuras	10																																															
4. Fisura de durabilidad (D)	11. Asentamientos																																																
5. Daño en sello de juntas	12. Losa fragmentada	9																																															
6. Bacheos, 5 pie2	13. Fisuras por retracción																																																
7. Bacheos - corte para instalaciones	14. Desprendimiento en junta	8																																															
8. Pérdidas repentinas	15. Desprendimiento en esquina																																																
		7																																															
		6																																															
		5																																															
		4																																															
		3																																															
		2																																															
		1																																															
<b>Tipo de Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Numero de losas</b>	<b>% Densidad</b>	<b>Valor de Reducción</b>																																													