



---

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS EN  
ESTRUCTURAS Y CONDICIÓN DE LA  
SUPERFICIE DE RODADURA EN PAVIMENTOS DE  
LA AVENIDA CUSCO DEL DISTRITO DE SAN JUAN  
BAUTISTA, PROVINCIA DE HUAMANGA,  
DEPARTAMENTO  
AYACUCHO -2019.**

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

**AUTOR:**

**NAVARRO PEREZ, ADRIAN  
ALBERTO ORCID: 0000-0002-9007-7727**

**ASESOR:**

**RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER  
ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**AYACUCHO -PERÚ  
2020**

## **TÍTULO DE LA TESIS**

Diagnóstico de las Patologías en estructuras y condición de la superficie de rodadura en Pavimentos de la Avenida Cusco del Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Huamanga, Departamento Ayacucho - 2019.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Navarro Pérez, Adrián Alberto  
ORCID: 0000-0002-9007-7727  
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 deChimbote  
Facultad de Ingeniería  
Escuela profesional de Ingeniería Civil  
Ayacucho-Perú

### **JURADO**

Purilla Velarde, JesúsLuis  
ORCID: 0000-0002-2103-3077  
Esparta Sánchez, José Agustín  
ORCID: 0000-0002-7709-2279  
Sánchez Quiñones, Víctor Andrés  
ORCID: 0000-0002-6946-864X

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

---

Sánchez Quiñones, Víctor Andrés  
ORCID: 0000-0002-6946-864X  
**Miembro**

## **AGRADECIMIENTOS**

El mayor agradecimiento a la Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, a la escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil.

Como mi segunda casa de formación profesional y a todos los Catedráticos que me formaron y en especial a mi asesor Ing. Saúl Walter Retamozo Fernández, por las exigencias constantes y ser un gran guía en el desarrollo y culminación de este proyecto.

A demás mi agradecimiento a mi Madre y Hermanas por el apoyo incondicional en el cumplimiento de mis metas.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta Tesis con mucho amor a mis padres, por haberme brindado el apoyo en el desarrollo de mi formación académica.

A mi hermano William por ser los motivos de lucha para alcanzar mis metas.

## RESUMEN

---

Existe una necesidad en mejorar el estado situacional en la que se encuentran los Pavimentos en el distrito. Es de preocuparse el deterioro constante debido a las diferentes patologías en pavimentos, vistos en fechas lluviosas del año.

El presente estudio es con la finalidad de determinar el estado situacional de la condición superficie de rodadura del pavimento en la Avenida cusco del distrito de san Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, Obteniendo tipos de patología y niveles de ocurrencia en cada superficie de estudio en condición superficie de rodadura del pavimento a través de uso de metodologías del Índice de Condición del Pavimento (PCI). El **objetivo principal** es establecer índices de patología estructural en condición de la superficie de rodadura del pavimento en la Avenida Cusco a través de patologías encontradas en tramo de estudio en avenida cusco para tal se basó en los aportes de estudio nacionales e internacionales referido al tema de estudio. La **metodología** usada es de tipo descriptivo por que describe la realidad sin alterar, así como cuantitativo porque se basa en los números para analizar y verificar la información obtenida, el **diseño** de investigación es no experimental los problemas se analizan sin el apoyo de laboratorio, en conclusión, el índice estadístico muestra estado malo como resultado. Se concluye que la avenida Cusco está constituido por pavimento rígido y presenta las patologías de agrietamiento, abultamientos y hundimientos grietas.

Palabras clave: Concreto, patologías, pavimento, PCI, severidad.

---

## ABSTRACT

---

There is a need to improve the situational state of the Pavements in the district. The constant deterioration due to different pathologies in pavements, seen on rainy dates of the year, is of concern.

The present study is in order to determine the situational state of the condition rolling surface of the pavement on Avenida Cusco in the district of San Juan Bautista, province of Huamanga, department of Ayacucho, Obtaining types of pathology and levels of occurrence in each study surface in condition of the rolling surface of the pavement Through the use of methodologies of the Pavement Condition Index (PCI). The main **objective** is to establish indices of structural pathology in the condition of the rolling surface of the pavement on Avenida Cusco through pathologies found in the study section in Avenida Cusco, for such it was based on the contributions of national and international studies referred to the topic study. The **methodology** used is descriptive because it describes reality without altering, as well as quantitative because it is based on numbers to analyze and verify the information obtained, the research **design** is not experimental, problems are analyzed without laboratory support In conclusion, the statistical index shows bad status as a result. It is concluded that the Cusco avenue is constituted by rigid pavement and presents the pathologies of cracking, bulging and subsidence, cracks.

Keywords: Concrete, pathologies, pavement, PCI, severity.

---

## INDICE GENERAL

TÍTULO DE LA TESIS .....	i
EQUIPO DE TRABAJO.....	ii
FIRMA DE JURADO Y ASESOR.....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
DEDICATORIA .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
INDICE GENERAL .....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE TABLAS .....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.1.1 Antecedentes Locales.....	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	6
2.1.3 Antecedentes Internacionales.....	14
2.2 Marco teórico.....	19
2.2.1 Definición de Pavimento.....	19
2.2.2 Clasificación de pavimentos.....	21
2.2.2.1 Pavimento flexible.....	22

2.2.2.2	Pavimento semirrígido.....	23
2.2.2.4	Pavimento articulado. ....	25
2.2.3	Elementos que componen el Pavimento rígido.....	25
2.2.3.1	Subrasante.....	25
2.2.3.2	Subbase. ....	26
2.2.3.3	Superficie de rodadura. ....	26
2.2.4	Tipos de Pavimento Rígido.....	27
2.2.4.1	Concreto Hidráulico Simple. ....	27
2.2.4.2	Concreto Hidráulico Reforzado.....	27
2.2.4.3	Concreto Hidráulico Reforzado Continuo. ....	27
2.2.5	Elección del tipo de pavimento.....	28
2.2.6	Diseño del pavimento rígido.....	28
2.2.7	Concreto hidráulico.....	29
2.2.8	Tipos de Concreto. ....	29
2.2.8.1	Concreto Simple. ....	29
2.2.8.2	Concreto Ciclópeo. ....	30
2.2.8.3	Concreto Armado. ....	31
2.2.8.4	Concretos normales. ....	32
2.2.8.5	Concretos livianos. ....	32
2.2.8.6	Concretos Pesados. ....	32
2.2.8.7	Concreto Premezclado.....	33
2.2.8.8	Concreto Prefabricado. ....	33
2.2.8.9	Concreto Bombeado. ....	33
2.2.8.10	Concreto Pretensado. ....	33

2.2.8.11	Concreto Postensado.....	34
2.2.9	Materiales componentes del concreto.....	35
2.2.9.1	Cemento Portland.....	35
	Tipos de cemento Portland.....	35
2.2.9.2	Agregados.....	36
2.2.10	Evaluación de patologías del Pavimento.....	37
2.2.10.1	VIZIR.....	37
2.2.10.2	FHWA / OH99 / 004.....	38
2.2.10.3	ASTM D 6433-99.....	38
2.2.11	Factores que influyen en el deterioro del Pavimento:.....	38
2.2.11.1	Tráfico:.....	39
2.2.11.2	Medio Ambiente:.....	40
2.2.12	Tipos de patologías de pavimentos rígidos.....	40
2.2.12.1	Grieta de esquina (GE).....	40
2.2.12.2	Grieta longitudinal (GL).....	41
2.2.12.3	Grieta transversal (GT).....	42
2.2.12.4	Grietas en bloque o fracturación múltiple (GB).....	43
2.2.12.5	Grietas en pozos y sumideros (GA).....	44
2.2.12.6	Desportillamiento de juntas (DPT,DPL).....	45
2.2.12.7	Descascaramiento (DE).....	46
2.2.12.8	Desintegración (DI).....	46
2.2.12.9	Popouts.....	46
2.2.12.10	Blowups.....	46

2.2.13	Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	48
2.2.13.1	Evaluación del Índice de Condición del Pavimento.....	48
2.2.13.2	Resumen del método de prueba.....	48
2.2.14	Procedimiento de determinación PCI.....	48
2.2.14.1	Inspección visual.....	50
2.2.14.2	Aparato.....	50
2.2.14.3	Valores de PCI de las secciones del pavimento.....	50
2.2.14.4	Determinación de índice de condición de pavimento.....	51
2.2.14.5	Cálculo de la densidad.....	51
2.2.14.6	Cálculo del valor de deducción.....	51
2.2.14.7	Cálculo del valor de deducción corregido.....	53
III.	HIPOTESIS.....	54
3.1	Hipótesis general.....	54
3.2	Hipótesis específicas.....	54
IV.	METODOLOGÍA.....	55
4.1	Diseño de la investigación.....	55
4.1.1	Tipo y Nivel de la Investigación.....	55
4.2	Población y muestra.....	57
4.2.1	Población.....	57
4.2.2	Muestra.....	57
4.3	Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	57
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	59
4.4.1	Técnicas.....	59
4.4.2	Instrumentos.....	59
4.5	Plan de análisis.....	59
4.6	Matriz de consistencia.....	60
4.7	Principios éticos.....	63

4.7.1	Protección de personas.....	63
4.7.2	Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.....	63
4.7.3	Libre participación y derecho a estar informado. ....	63
4.7.4	Beneficencia no Maleficencia.....	64
4.7.5	Justicia.....	64
4.7.6	Integridad física. ....	64
V.	RESULTADOS.....	65
5.1	Resultados. ....	65
5.1.1	División de las unidades de muestra:.....	69
5.1.2	Unidad de Muestra.....	71
5.2	Análisis de Resultados. ....	91
VI.	CONCLUSIONES. ....	94
	ASPECTOS COMPLEMENTARIOS RECOMENDACIONES .....	99
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
	ANEXOS.....	103

## INDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1: Sección típica transversal de un pavimento Flexible.Fuente: Adaptado de Medina A. (2015).....	21
Figura. 2.2: Elementos de un pavimento rígido. Fuente: Adaptado de ACPA.....	22
Figura. 2.3: Sección típica del pavimento flexible y sus partes. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	23
Figura. 2.4: Deformaciones en pavimentos flexibles. Fuente: Adaptado de Ruiz, 2010..	23
Figura 2.5: Sección típica del pavimento rígido y sus partes. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	24
Figura 2.6: Sección típica del pavimento flexible y sus partes. Fuente: Elaboración propia.....	24
Figura 2.7: Deformaciones en pavimento rígido. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	25
Figura 2.8: Sección típica de pavimento articulado y sus partes. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	25
Figura 2.9: Transferencia de Cargas por Dovelas. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.	27
Figura 2.10: Concreto simple en losas de Pavimento Rígido. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	30
Figura 2.11: Concreto Ciclópeo. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	31
Figura 2.12: Concreto Armado. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	32
Figura 2.13: Esquema de una viga pretensada. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	34
Figura 2.14: Esquema de una viga postensada. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	35
Figura 2.15: Efectos del Clima y el Tráfico en el Comportamiento de Pavimento. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.....	39
Figura 2.16: Grieta de esquina. Fuente: (Invias, 2006).....	41
Figura 2.17: Grietas longitudinales. Fuente: (Invias, 2006).....	42
Figura 2.18: Grieta transversal (GT). Fuente: (Invias, 2006).....	42
Figura 2.19: Grietas en bloque o fracturación múltiple (GB). Fuente: (Invias, 2006).....	43
Figura 2.20: Grietas en pozos y sumideros (GA). Fuente: (Invias, 2006).....	44
Figura 2.21: Desportillamiento de juntas (DPT, DPL). Fuente: (Invias, 2006).....	45
Figura 2.22: Determinación del número mínimo de unidades de muestra a ser encuestadas. Fuente: (Invias, 2006).....	52
Figura 2.23: Valores de grieta longitudinal y transversal para el cálculo de DVs. Fuente: (Invias, 2006).....	53
Figura 4.1: Avenida Cusco distrito san juan bautista, huamanga - Ayacucho .....	60
Figura 5.1: Curva para determinar VCD. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	68
Figura 5.2: La incidencia de las Patología en U-1. Fuente: Elaboración propia .....	73
Figura 5.3: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	73
Figura 5.4: Unidad de muestra u-2. Fuente: Elaboración propia .....	74
Figura 5.5: La incidencia de las Patología en U-2. Fuente: Elaboración propia .....	75
Figura. 5.6: La incidencia de las Patología en U-3, Fuente: Elaboración propia .....	77
Figura 5.7: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	77
Figura 5.8: La incidencia de las Patología en U-4, Fuente: Elaboración propia .....	79
Figura 5.9: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	79
Figura 5.10: La incidencia de las Patología en U-5, Fuente: Elaboración propia .....	81

Figura 5.11: Curva de VDC de la muestra, Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	81
Figura 5.12: La incidencia de las Patología en U-6, Fuente: Elaboración propia .....	83
Figura 5.13: Curva de VDC de la muestra, Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	83
Figura 5.14: La incidencia de las Patología en U-7, Fuente: Elaboración propia .....	85
Figura 5.15: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	85
Figura 5.16: La incidencia de las Patología en U-9, Fuente: Elaboración propia .....	90
Figura 5.17: Curva de VDC de la muestra, Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	90
Figura 5.18: Unidad de muestra global, Fuente: Elaboración propia .....	91
Figura 5.19: Unidad de muestra global, Fuente: Elaboración propia .....	92

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Tipos de daños según unidad de medida. Fuente: (Invias, 2006).....	47
Tabla 2.2: Calificación PCI. Fuente: Karim M., Haleem rubasi, Abdo Saleh, 2016.....	49
Tabla 4.1: Diseño de Investigación. Fuente: Elaboración Propia.....	56
Tabla 4.2: Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Elaboración propia.....	58
Tabla 4.3: Matriz de consistencia. Fuente: Elaboración propia.....	61
Tabla 4.4: Matriz de datos. Fuente: Elaboración propia, 2020.....	62
Tabla 5.1: Instrumento de evaluación. Fuente: Elaboración propia.....	66
Tabla 5.2: Rango de PCI. Fuente: elaboración propia.....	67
Tabla 5.3. Tabla para Cálculo del valor deducido Corregido. Fuente: Elaboración propia.....	68
Tabla 5.4: Longitud y número de losas de cada unidad. Fuente: Elaboración propia.....	71
Tabla 5.5: Unidad de muestra u-1. Fuente: Elaboración propia.....	72
Tabla 5.6: Unidad de muestra u-1. Fuente: Elaboración propia.....	72
Tabla 5.7: Unidad de muestra u-2. Fuente: Elaboración propia.....	74
Tabla 5.8: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	75
Tabla 5.9: Unidad de muestra U-3, Fuente: Elaboración propia.....	76
Tabla 5.10: Unidad de muestra U-3, Fuente: Elaboración propia.....	76
Tabla 5.11: Unidad de muestra U-4, Fuente: Elaboración propia.....	78
Tabla 5.12: Unidad de muestra U-4, Fuente: Elaboración propia.....	78
Tabla 5.13: Unidad de muestra U-5. Fuente: Elaboración propia.....	80
Tabla 5.14: Unidad de muestra U-5, Fuente: Elaboración propia.....	80
Tabla 5.15: Unidad de muestra U-6, Fuente: Elaboración propia.....	82
Tabla 5.16: Unidad de muestra U-6, Fuente: Elaboración propia.....	82
Tabla 5.17: Unidad de muestra U-7, Fuente: Elaboración propia.....	84
Tabla 5.18: Unidad de muestra U-7, Fuente: Elaboración propia.....	84
Tabla 5.19: Rango de clasificación del PCI. Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla 5.20: Unidad de muestra U-8, Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla 5.21: Unidad de muestra U-8, Fuente: Elaboración propia.....	87
Tabla 5.22: La incidencia de las Patología en U-8, Fuente: Elaboración propia.....	87
Tabla 5.23: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI).....	88
Tabla 5.24: Rango de clasificación del PCI. Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 5.25: Unidad de muestra U-9, Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 5.26: Unidad de muestra U-9, Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 5.27: Unidad de muestra global, Fuente: Elaboración propia.....	91
Tabla 6.1: condición del pavimento de la avenida cusco. Fuente: Elaboración propia...	95
Tabla 6.2: condición del pavimento de la avenida cusco. Fuente: Elaboración propia....	95
Tabla 6.3: condición del pavimento de la avenida cusco Fuente: Elaboración propia.....	97

## **I. INTRODUCCIÓN.**

La finalidad del trabajo de investigación es comprobar y evaluar las patologías de la Estructura en condición de la superficie de rodadura en pavimentos de la avenida Cusco del distrito de san Juan Bautista, Provincia de Huamanga, Departamento Ayacucho - 2019.

Es necesario promover la construcción de infraestructura vial y peatonal en Avenidas y Calles para la circulación de vehículos y peatones dentro de nuestro medio social, el uso de esta infraestructura es a diarias ya sea como tránsito Vehicular, en tal sentido realizar siempre un buen mantenimiento a los Calles y Avenidas.

En la actualidad las Calles y Avenidas tienen durabilidad variable según la influencia patológica en la infraestructura frente, al clima, el uso, el mantenimiento, los materiales, la supervisión etc. De tal manera que en función a cada uno de estos factores se tiene el comportamiento y durabilidad, estructural apropiado, sin embargo, podemos observar que carece de una buena estructura en mucho aparecen pequeñas fisuras grietas y en otros pulimientos de agregados, lo que muestra problemas de orden constructivo, la falta de un buen mantenimiento, es así en obras del estado se encuentran con patologías.

Para evitar daño se debe controlar en el proceso constructivo tanto materiales y servicios para tener una infraestructura duradera.

Para desarrollar la presente tesis se planeó el enunciado del problema, la pregunta de investigación ¿En qué medida determinar la evaluación de las Patologías de la estructura, en la superficie de rodadura en Pavimento Rígido en la Avenida Cusco? del distrito de san Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, 2019.

De acuerdo al **Objetivo general** Contrastar y evaluar las Patologías de los resultados alcanzados en la superficie de rodadura en Pavimento Rígido a partir de la aplicación de métodos en la Avenida Cusco los **objetivos específicos**. Indicar las causas que producen, las patologías presentes, en capas de la superficie de rodadura en la Avenida cusco.

La Metodología es de tipo expresivo de investigación de la tesis la investigación será de tipo descriptivo, Detallará el estado del pavimento mediante la observación sin alterar sus propiedades físicas. **Nivel** de investigación de la Tesis Es de tipo descriptivo, explicativo no experimental. La **Población** esta demarcada por el pavimento rígido de la avenida cusco del distrito de san Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

La investigación **concluye** con el resultado del estado actual del pavimento rígido en resumen PCI muestra promedio entre 75 y 23.5) con PCI de 38.03% en un estado de severidad Malo. Según la tabla de clasificación de pavimento, El resultado malo indica que se debe de reparar o parchar de lo contrario cambiar con paños nuevos para evitar el deterioro continuo de la superficie de rodadura en la avenida cusco.

En conclusión, las fallas superficiales de mayor incidencia las fisuras longitudinales y transversales, grietas y otras; estas fallas se producen por deficiencias en el diseño, fallas en construcción y operación, influyendo de forma negativa en el resultado final del proyecto.

Para tal será necesario evaluar la infraestructura para determinar el tipo de mantenimiento que se debe ejecutar. Como recomendación, con Las fallas en la superficie de rodadura encontradas en las infraestructuras viales, se recomienda a los responsables que realicen inspecciones constantes, programar su respectivo mantenimiento y evitar un aumento de fallas. Implementar mejorar los tratamientos de conservación para infraestructura vial rutinaria y periódica en todas las vías

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

### 2.1 Antecedentes.

#### 2.1.1 Antecedentes Locales.

AUSCULTACIÓN VISUAL DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL TRAMO PUENTE ALAMEDA DE VALDELIRIOS – ARCO DE RUDACCASA DEL DISTRITO DE CARMEN ALTO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, AGOSTO – 2016 [1]:

- **Objetivos.** El objetivo principal fue obtener el Índice de condición del pavimento rígido en el tramo puente Alameda de Valdelirios – Arco de Rudaccasa del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.
- **Metodología.** La metodología de investigación fue de tipo descriptivo y analítica de diseño no experimental.
- **Resultados.** Se obtuvo un promedio de  $PCI=33$ , lo cual permitió determinar que el estado de conservación actual del pavimento rígido es MALO. En el proceso de evaluación también, se identificaron los daños más frecuentes siendo, las grietas lineales, sello de junta y parche grande, en porcentajes de 69%, 55% y 29% respectivamente.
- **Conclusión.** Las patologías de mayor incidencia en el índice de condición del pavimento resultaron ser las losas divididas de alta severidad, media severidad y las grietas lineales de alta severidad, alcanzando valores individuales más altos de los valores deducidos (VAR) de 46, 45 y 31 respectivamente.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN ABRAHÁN VALDELOMAR Y CIRO ALEGRÍA EN EL DISTRITO DE JESÚS NAZARENO PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE AYACUCHO-2017 [2]:

- **Objetivos.** Obtener el Índice de integridad estructural del pavimento rígido de las pistas del jr. A. Valdelomar y Ciro Alegría, del distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.
- **Metodología.** Es evaluativo visual a través de una hoja de evaluación. Se realiza un registro estadístico de las patologías y valores de PCI obtenidos por cada unidad de muestras del Jirón Abraham Valdelomar y Ciro Alegría del distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga.
- **Resultados.** Los PCI obtenidos por cada unidad de muestra del jirón Abraham Valdelomar y Ciro Alegría se logró obtener un resultado donde nos da un  $PCI=66.14$ , dando la comparación en el rango de clasificación del PCI toda la estructura se encuentra en un nivel de severidad BUENO.
- **Conclusión.** El índice promedio de condición de pavimento, para las pistas del Jr. A. Valdelomar y Ciro Alegría, del distrito de Jesús de Nazareno, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, es  $PCI = 66.14$  y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es “BUENO”.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO, EN EL PERÍMETRO DE PLAZA DE ARMAS DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, PROVINCIA LA MAR-AYACUCHO-2019 [3]:

- **Objetivos.** Obtener el PCI de las patologías más relevantes en el perímetro de plaza de armas de la ciudad de San Miguel, provincia La Mar-Ayacucho.
- **Metodología.** Inspección visual, sin modificarlas, las patologías del pavimento. Se trabajo con un total de 55 losas, que es el 100 % existente en la plaza de Armas de la ciudad de San Miguel. Los mismos se han dividido en cuatro unidades de muestra.
- **Resultados.** La muestra número 01 que consta de 12 losas, cuyo PCI es de 77 que indica condición de pavimento MUY BUENO. Muestra número 02 de 13 losas, PCI igual a 71.5 condición MUY BUENA. Muestra número 03 de 12 losas PCI igual a 67.13 condición de pavimento BUENA y por último muestra número 04 de 18 losas, cuyo PCI obtenido es 63.13 condición de pavimento BUENO.
- **Conclusión.** El Índice promedio de condición de pavimento, para el perímetro de plaza de armas de la ciudad de San Miguel, provincia La Mar-Ayacucho, es de 69.625, lo que indica una condición del pavimento BUENA.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE EN LA AV. ARENALES, DISTRITO DE ANDRÉS AVELINO CÁCERES, PROVINCIA HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO-2016 [4]:

- **Objetivos.** Obtener el PCI de las patologías más relevantes de la av. Arenales, distrito de Andrés Avelino Cáceres, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho la condición operacional de la superficie de rodadura en el tramo vial estudiado.

- **Metodología.** Tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterar, predominantemente cuantitativo porque se basa en los números para analizar y comprobar información, y además el diseño de investigación fue no experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.
- **Resultados.** Se llegó a los siguientes resultados: la avenida Arenales presento un índice de condición del pavimento de 36.00, lo cual significa un pavimento de clasificación REGULAR, se recomienda la intervención inmediata en ella para su reparación.
- **Conclusión.** Se debe de diseñar teniendo en cuenta la afluencia vehicular, capacidad de carga que va transitar por esta vía y mejoramiento de suelo por su alto nivel de la capa freática para el cual es necesario el mejoramiento de suelo con material de préstamo y de esta manera cumpla con su vida útil.

### 2.1.2 Antecedentes Nacionales.

TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO  
UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO [5]:

- **Objetivos.** Dar a conocer los diferentes tipos de sobre capas de refuerzo (flexible o rígida), que se pueden aplicar sobre los pavimentos rígidos y el procedimiento de diseño de cada uno de ellas, utilizando el método AASHTO 93.
- **Resultados.** Se difunde el uso de sobre capas de refuerzo como una alternativa de solución en la rehabilitación de los pavimentos de concreto.

- **Conclusión.** La metodología propuesta es aplicable a los pavimentos de concreto de la ciudad de Piura, presentándose como una alternativa económica y durable en el tiempo.

EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA HUANCVELICA, DISTRITO DE CHILCA, HUANCAYO-2014 [6]:

- **Objetivos.** Evaluar la vulnerabilidad del pavimento de carreteras utilizando el método del índice de condición del pavimento (PCI).
- **Metodología.** Se detallan los datos de campo obtenidos del muestreo en los formatos estandarizados por la norma ASTM-D: 6433-07, posteriormente viene el procesamiento de los mismos mediante la aplicación de los gráficos y la determinación final del PCI.
- **Resultados.** Las unidades analizadas se pudo apreciar que la unidad "C-3" tiene el índice PCI más elevado llegando a 66.29 dentro de una clasificación "Bueno" y que el índice PCI más bajo corresponde a la unidad "C-2" con 39.81 estando clasificado dentro del intervalo de "Malo", lo que nos da una idea de la variación de estados de la Sección de Pavimento analizada en cada uno de los tramos.
- **Conclusión.** Uno de los tipos más notorios y recurrentes encontradas dentro de las unidades de análisis fueron las de bacheos por acometidas de servicios públicos, por lo que se deberá de prever espacios adecuados para este tipo de servicios.

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 DE LA AVENIDA LLOQUE YUPANQUI, DISTRITO DE CALLERÍA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, ENERO – 2017 [7]:

- **Objetivos.** Determinar el índice de condición de pavimento, para las diferentes cuadras de la avenida Lloque Yupanqui del distrito de Callería, provincia de coronel Portillo de la región Ucayali.
- **Metodología.** Descriptiva no experimental.
- **Resultados.** El estado del pavimento fue MUY BUENO y que pronto se puede ubicar en un estado regular.
- **Conclusión.** Las losas de concreto armado de la Av. Lloque Yupanqui, Distrito Callería, Provincia Coronel Portillo, Región Ucayali, tiene en total 524 paños, de los cuales 272 paños afectados con un porcentaje de 51.90% están afectados por patologías y 252 paños que no presentan patologías algunas con un porcentaje de 48.10%.

#### PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE PABLO

ROSELL EN EL AÑO 2016 [8]:

- **Objetivos.** Desarrollar un método de análisis visual que permita reconocer con exactitud los tipos de fallas existentes en los pavimentos rígidos de tal manera que se pueda dar el correcto mantenimiento para su posible solución.
- **Metodología.** Índice de Condición del Pavimento (PCI).
- **Resultados.** Después de hacer la inspección ocular, se pudo constatar que se había fisurado en la cuadra 08 del Jirón Pablo Rosell, los siguientes paños: En el Primer Tramo: de 20 paños, habían 15 fisurados; En el Segundo Tramo: de 20 paños,

habían fisurados 18 paños; En el Tercer Tramo: de 26 paños, habían fisurados 21 paños.

- **Conclusión.** Los pavimentos existentes de construcción reciente, manifiesten desperfectos parecidos, son claros indicios de la presencia de un agente perturbador, que se ha hecho presente y que motiva a que los daños persistan. Este estudio nos dará un diagnóstico del estado de dicho pavimento, así como las posibles soluciones a seguir para su correcta funcionalidad.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y LA CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS DEL JIRÓN HUÁSCAR, DISTRITO DE CALLERÍA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI, ABRIL – 2016 [9]:

- **Objetivos.** Determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener un índice de condición y la operacionalidad de la superficie del pavimento rígido del jirón Huáscar, distrito de Callería, provincial de coronel Portillo, departamento de Ucayali.
- **Metodología.** El estudio es correlacional, no experimental, transversal descriptivo; se utilizó el método del PCI. El jirón Huáscar posee siete cuadras; dos de ellas son de rodadura asfáltica; se evaluaron las cinco, con un total de 254 losas y un área evaluada de 6985 m<sup>2</sup>. Se utilizó un formato de campo en donde se detalló todas las patologías encontradas y además los equipos de seguridad e instrumentos para medir el nivel de severidad.
- **Resultados.** Se llegó a los siguientes resultados: Que de las 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.

- **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.

APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI PARA EVALUAR LAS CONDICIONES  
DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA CHICLAYO,  
JOSÉ LEONARDO ORTIZ-2018 [10]:

- **Objetivos.** El objetivo principal fue evaluar las condiciones del pavimento rígido en la avenida Chiclayo – distrito de José Leonardo Ortiz.
- **Metodología.** La metodología de estudio es correlacional, no experimental, transversal descriptivo; se utilizó el método del PCI.
- **Resultados.** Se llegó a los siguientes resultados: de acuerdo a resultados los Kilómetros 1, 2, 3, 4, 5 y 6, con un PCI ponderado igual a 52.63 (Regular), 53.63 (Regular), 54.88 (Regular), 40.80 (Regular – Malo), 49.41 (Regular) y 46.21 (Regular) respectivamente.
- **Conclusión.** Se concluye que, las principales fallas que más afectan en la evaluación del pavimento rígido en la Avenida Chiclayo son: grieta de esquina (22), losa dividida (23), grieta lineal (28), parche grande (29), parche pequeño (30), pulimiento de agregados (31), grieta de retracción y descascaramiento de juntas (39) de niveles de severidad bajo, medio y alto.

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI EN LA CALLE DOS DE MAYO - JAÉN – CAJAMARCA-2018 [11]:

- **Objetivos.** Realizar la evaluación superficial del pavimento rígido en la calle Dos de Mayo que consta con un total de 4 cuadras, del distrito y provincia de Jaén – Cajamarca, a través de una evaluación superficial e inventario detallado de las fallas superficiales en cada unidad de muestra del pavimento rígido y determinar el grado de deterioro que presentan en cada área de estudio.
- **Metodología.** La metodología de estudio es cuantitativo, no experimental, transversal descriptivo.
- **Resultados.** Todas las fallas existentes en la calle Micaela Bastidas, calle José Quiñones Gonzales, calle Juan Velazco Alvarado, calle San Agustín, calle Leoncio Prado, calle Isabel La Católica, calle Cruz de Pumacirca, calle Segundo Colchado Salazar, calle Alan García Pérez, calle Carlos Castro Villalobos y calle San Pedro; del distrito de Chóchope que son originadas por a causa del hombre y por el comportamiento del suelo, teniendo que elaborar la actividad de mantenimiento correctivo y así evitar que las patologías descritas en las calles del distrito de Chóchope aumenten a severidad ya que la mayor gran parte son triviales pero con preocupación ya que en épocas de lluvias el agua ingresa por las juntas y ocasionara daños severos. De acuerdo al método del PCI, hemos obtenido clasificaciones de “regular”, “bueno”, “muy bueno” y “excelente”.
- **Conclusión.** Concluyendo en el trabajo de investigación se tiene como resultados la identificación y localización de las variables tipos de fallas, dando como resultado de la evaluación, proponer actividades de mantenimiento y la estimación del presupuesto que se requiera dichas actividades para dichas actividades.

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI EN EL ANILLO VIAL TRAMO CHAUPIMARCA –YANACANCHA – PASCO – 2018 [12]:

- **Objetivos.** Evaluar la condición del pavimento rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco. Con este fin la pregunta de investigación es la siguiente: ¿Cuál es la condición del Pavimento Rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco – 2018?
- **Metodología.** Se utilizó el Índice de Condición de Pavimento PCI, que determina la condición o estado del pavimento mediante una inspección visual, al que posteriormente mediante un proceso matemático con los datos de la inspección,
- **Resultados.** El índice obtenido se compara con los rangos para clasificar la condición del pavimento. Habiendo aplicado la Metodología PCI en el Anillo vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha, concluyendo que el Índice de Condición 32, este resultado nos indica que el pavimento se encuentra en condición MALO.
- **Conclusión.** Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se recomienda a la Municipalidad Provincial de Pasco, realizar el mantenimiento rutinario del Anillo Vial, con el fin de mejorar la condición del pavimento.

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN ANGAMOS DESDE LA INTERSECCIÓN CON EL JIRÓN SARAMACDOUGALL HASTA EL JIRÓN MIGUEL CARDUCCI - CAJAMARCA

2018 [13]:

- **Objetivos.** Toma como objetivo general la determinación de las condiciones actuales del pavimento y analizar en qué estado se encuentra,
- **Metodología.** Mediante la metodología descrita en la norma ASTM D6433 - 07, denominado Paviment Condition Index (PCI), el cual es un dato cuantificador que permitió clasificar el estado en el que se encuentra el pavimento del jr. Angamos de acuerdo a la severidad de las fallas que se inspeccionó visualmente en las 17 unidades de muestreo seleccionados.
- **Resultados.** Se tuvo un 57.61% de PCI en promedio ponderado, que corresponde a un estado bueno según la clasificación de la norma utilizada para el análisis del índice de condición del pavimento, con sugerencias de intervenciones tanto de construcción, rehabilitación y mantenimiento.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO APLICANDO EL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI), EN LAS CALLES DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE [14].

- **Objetivos.** Evaluar el pavimento rígido por el método del PCI en las calles del distrito de Chóchope, también Identificar los tipos de daños presentes en el pavimento rígido con inspecciones oculares de las calles del distrito de Chóchope.
- **Metodología.** La metodología de estudio es cuantitativo, no experimental, transversal descriptivo.
- **Resultados.** Todas las fallas existentes en la calle Micaela Bastidas, calle José Quiñones Gonzales, calle Juan Velazco Alvarado, calle San Agustín, calle Leoncio Prado, calle Isabel La Católica, calle Cruz de Pumacirca, calle Segundo Colchado Salazar, calle Alan García Pérez, calle Carlos Castro Villalobos y calle San Pedro;

del distrito de Chóchope que son originadas por a causa del hombre y por el comportamiento del suelo, teniendo que elaborar la actividad de mantenimiento correctivo y así evitar que las patologías descritas en las calles del distrito de Chóchope aumenten a severidad ya que la mayor gran parte son triviales pero con preocupación ya que en épocas de lluvias el agua ingresa por las juntas y ocasionará daños severos. De acuerdo al método del PCI, hemos obtenido clasificaciones de “regular”, “bueno”, “muy bueno” y “excelente”.

- **Conclusión.** Concluyendo en el trabajo de investigación se tiene como resultados la identificación y localización de las variables tipos de fallas, dando como resultado de la evaluación, proponer actividades de mantenimiento y la estimación del presupuesto que se requiera para dichas actividades.

### **2.1.3 Antecedentes Internacionales.**

DESARROLLO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN GENERAL DEL PAVIMENTO PARA LA RED DE VÍAS URBANAS-2013 [15]:

- **Objetivos:** El objetivo principal es evaluar el desempeño del pavimento usando indicadores de condición del pavimento. Es un componente básico de cualquier sistema de gestión del pavimento usando varios indicadores, como el Índice de condición del pavimento (PCI), la Calificación de servicio actual (PSR), el Índice de aspereza (RI), varios indicadores como el índice de condición del pavimento (PCI), la capacidad de servicio actual (PSR), el índice de rugosidad (roughness

index, ri), etc. se ha usado comúnmente para asignar una estrategia de mantenimiento para los pavimentos existentes. Este documento es un esfuerzo en la dirección similar, para desarrollar un índice combinado de condición global del pavimento (OPCI) para la red seleccionada de carreteras urbanas Noida. El área de estudio consta de 10 secciones de vías urbanas que constituyen 29.92 km de la ciudad de Noida.

- **Metodología:** La metodología incluye identificación de secciones de caminos urbanos, recolección de datos de socorro en el pavimento, desarrollo del índice de angustia individual y finalmente desarrollando un OPCI combinado para la red. los cuatro índices de rendimiento a saber el índice de dificultad de la condición del pavimento (PCI distress), índice de rugosidad de la condición del pavimento (rugosidad PCI), índice de capacidad estructural de la condición del pavimento (estructura PCI) y el índice de resistencia al deslizamiento de la condición del pavimento (PCI skid) se desarrollan individualmente. Entonces todos estos índices se combinan juntos para formar un OPCI que da importancia a cada indicador. se espera que el índice propuesto sea un buen indicador de condición y rendimiento del pavimento el OPCI desarrollado se utilizó para seleccionar la estrategia de mantenimiento para la sección de un pavimento.
- **Resultados:** El OPCI combinado se evaluó considerando los efectos de cuatro principales indicadores de rendimiento del pavimento a saber. angustias, rugosidad, capacidad estructural y resistencia al deslizamiento para los seleccionados secciones de carreteras urbanas de la ciudad de Noida.
- **Conclusión:** El estudio fue principalmente dirigido a utilizar las salidas de diferentes indicadores de condición del pavimento de pavimento al decidir los requisitos de M R.

PREDICCIONES DE LA VIDA ÚTIL DE UN PAVIMENTO USANDO EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO-2015[15]:

- **Objetivos:** Los objetivos de este trabajo son evaluar la condición del rendimiento y los daños en el pavimento y calcule la vida útil restante del pavimento en la línea este del sur de Sumatera, así como también examine la relación entre estos dos valores. pavimento en la línea este del sur de Sumatera, así como también examine la relación entre estos dos valores.
- **Metodología:** La metodología del Índice de condición del pavimento (PCI), mientras que la predicción del resto vida de servicio utilizando los datos de deflexión adquiridos a partir de mediciones de Deflectómetro de Peso en Caída. La correlación del valor PCI y el servicio de vida restante, intelectualmente establecido, modelo de regresión creado para obtener la relación y la correlación coeficiente.
- **Resultados:** Los resultados demostraron que los segmentos I, II, III, IV y V tienen un valor PCI de 56.1 (bueno), 37.8 (malo), 9.3 (muy bueno), 39.0 (malo) y 95.0 (excelente) respectivamente y las vidas útiles restantes secuencialmente son 2.39 paños, 0.65 paños, 4.43 paños, 0.11 paños y 3.57 paños. La correlación entre el valor PCI y la vida útil del pavimento es  $y = 4,1872 \ln(x) - 14,728$ , con el coeficiente de correlación de 0,88 que nivel de relación fuerte.

DESARROLLO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS UTILIZANDO DATOS LTPP A TRAVÉS DEL MODELADO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES-2016 [16]:

- **Objetivos:** Determinar los coeficientes de angustia según las calificaciones subjetivas. Este estudio propuso un índice de condición de socorro en el pavimento asfáltico basado en varios tipos de datos de socorro recopilados de la base de datos de Desempeño del Pavimento a Largo Plazo (LTPP) a través del Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM).
- **Metodología:** La metodología SEM trató el índice de angustia general como una variable latente, mientras que varias angustias se trataron como factores de influencia endógenos y otros factores como la edad, el espesor de la capa, el tipo de material, el clima, el medio ambiente y el tráfico, fueron variables observadas exógenas.
- **Conclusión:** Concluyendo que el método SEM modeló las contribuciones de diversas angustias, así como la ausencia de otros factores en la condición general de angustia en el pavimento. Las influencias de la edad, el espesor de la capa, el tipo de material, el entorno y el tráfico en la condición de socorro latente se ajustaron a estudios anteriores. En comparación con los intentos anteriores de modelar el índice de condición de pavimento latente utilizando el método SEM.

#### EVALUACIÓN DE LA CALLE AL-AMARAH DENTRO DE LA CIUDAD DE AL-KUT UTILIZANDO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) Y TÉCNICA GIS [17]:

- **Objetivos:** Toma como objetivo de su investigación producir un mapa temático para los tipos de angustia en la red de la ciudad con sus completamente e información sobre gravedad cantidad, (x, y) coordenadas para cada tipo de angustia. Aprovechando la capacidad de las herramientas SIG para almacenar los

datos y mostrarlos en cualquier tiempo necesario. Esta investigación se ha llevado a cabo para estimar la condición del pavimento flexible.

- **Metodología:** La metodología fue través de encuestas visuales utilizando el método del índice de condición del pavimento (PCI); para que pueda proporcionar una manera fácil de calcule el PCI basado en datos SIG con el software Micro PAVER 5.2, se utiliza como caso de estudio.
- **Resultados:** La condición promedio del pavimento Se encuentra que el índice del estudio de caso seleccionado es "64" utilizando el software Micro PAVER 5.2 que significa "Regular" Condición del pavimento. Arc Map 9.3 se ha aplicado en este estudio para hacer un sistema de mantenimiento integrado para cada carretera en la región que demuestre el deterioro anual de las carreteras y el cambio resultante en el PCI valores que ocurren todos los años.
- **Conclusión:** Concluyendo que el estudio proporciona una forma fácil y simplificada de presentar los detalles. de deterioros en el satélite o en el mapa geográfico de la carretera en la que cada tipo de angustia ha sido simbolizado con un signo específico y cada valor PCI se ha representado con un color específico.

#### NIVEL DE DAÑO POR VULNERABILIDAD DEL PAVIMENTO USANDO MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO-2018 [18]:

- **Objetivos:** Tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad del pavimento de carreteras, daños utilizando el método del índice de condición del pavimento (PCI), incluido la dirección del manejo del pavimento daños en la carretera. Valoración

del nivel del daño en la superficie de la carretera se basa en el tipo de daño, el grado de daño, y cantidad de daño.

- **Metodología:** La metodología fue las observaciones de campo y encuestas en varios caminos de coleccionista en kendari.
- **Conclusión:** Concluyendo que la puntuación media de PCI como indicador del daño en el segmento de carretera muestra un daño moderado condiciones con una media del valor PCI rango = 53 y daño superficial área = 34.419% y las contramedidas según bina marga estándar recomienda parchar y agregar capas de pavimento. evaluación de vulnerabilidades el daño vial de manual indica un daño moderado valor de PCI rango = 49 con la extensión del daño superficial = 34,419% y la respuesta de acuerdo con el estándar al llenar una grieta con una mezcla de asfalto líquido y arena.

## **2.2 Marco teórico.**

### **2.2.1 Definición de Pavimento.**

Se puede definir pavimento como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados y procesados, dispuestas entre el nivel superior de la subrasante y la superficie de rodadura [19].

Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado. Cuando existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se producen los deterioros que pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por

la pérdida de elasticidad del pavimento. De esta manera es necesario tener una idea clara del concepto de pavimento, el cual se describirá a continuación [20].

Es una estructura que se encuentra constituida por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la sub rasante de la vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de restringir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

Se entiende por pavimento al conjunto de los elementos estructurales de un camino (o de otras superficies como las pistas de aterrizaje de los aeropuertos, losas deportivas, etc.), es decir, son todas las capas que lo conforman y las que se denominan comúnmente capa superficial, base, sub base.

Es importante conocer la clasificación de los pavimentos, para poderlos distinguir entre ellos y lograr llevar a cabo un proceso de evaluación adecuado. De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario. De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo.

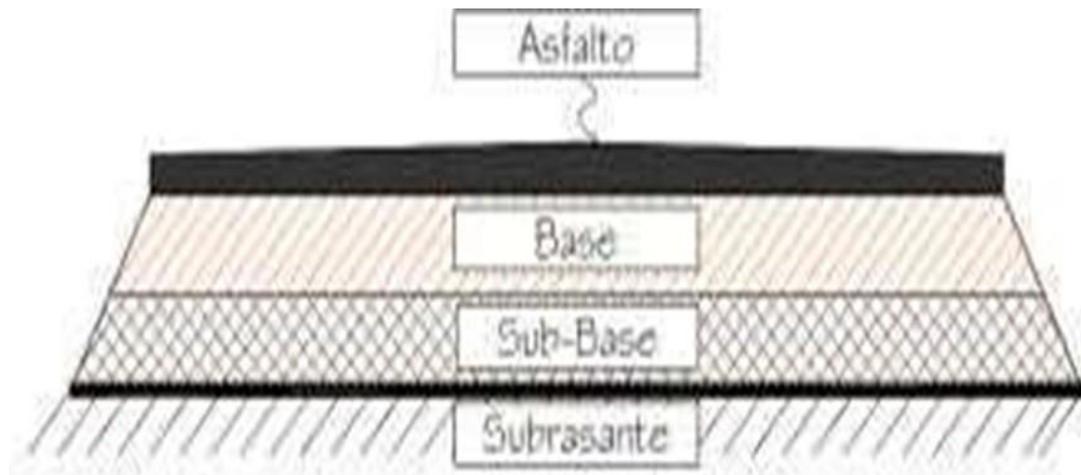


Figura. 2.1: Sección típica transversal de un pavimento Flexible. Fuente: Adaptado de Medina A. (2015).

### 2.2.2 Clasificación de pavimentos.

Existen principalmente cuatro clases de pavimentos:

- Pavimento flexible.
- Pavimento semirrígido.
- Pavimento rígido.
- Pavimentos Articulados.

Su diferenciación está en la estructura y las capas que la conforman. Así también la forma en la que se transmiten los esfuerzos y las deflexiones a las capas inferiores.

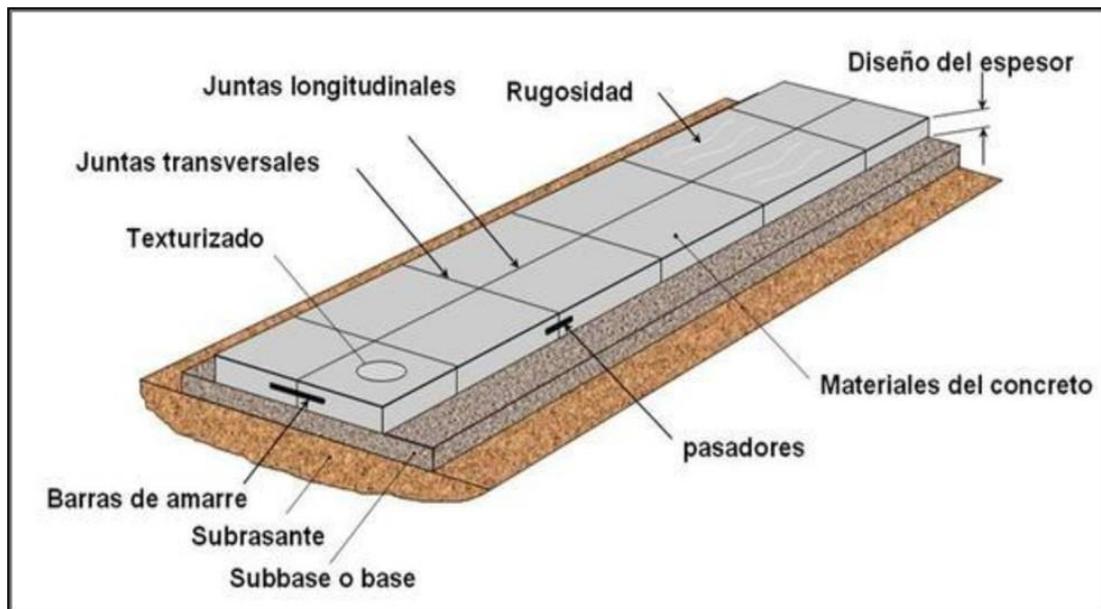


Figura. 2.2: Elementos de un pavimento rígido. Fuente: Adaptado de ACPA.

### 2.2.2.1 Pavimento flexible.

También conocido como pavimento asfáltico y está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie o capa de rodadura, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin ocasionar fallas a la estructura. Debajo de la carpeta asfáltica se encuentran la base granular y la capa de subbase

Según [20], Define que el pavimento flexible está formado por una capa bituminosa, apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante, puede prescindir de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra



Figura. 2.3: Sección típica del pavimento flexible y sus partes. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.

Según [21], “considera que, en pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.

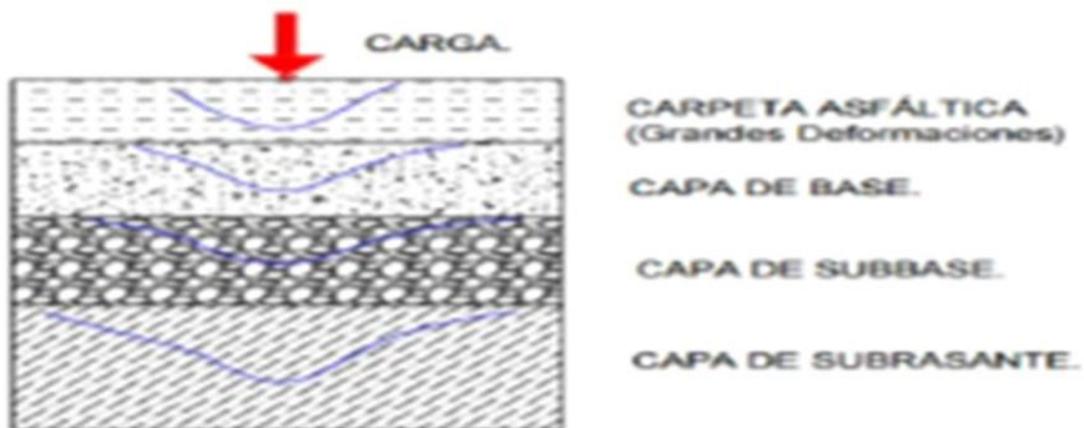


Figura. 2.4: Deformaciones en pavimentos flexibles. Fuente: Adaptado de Ruiz, 2010.

### 2.2.2.2 Pavimento semirrígido.

Contiene la misma estructura de un pavimento flexible, con la variación que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; los cuales permitan incrementar la capacidad portante del suelo.

### 2.2.2.3 Pavimento rígido.

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido [20].



Figura 2.5: Sección típica del pavimento rígido y sus partes. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.



Figura 2.6: Sección típica del pavimento flexible y sus partes. Fuente: Elaboración propia.

Según [21], considera que, en pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

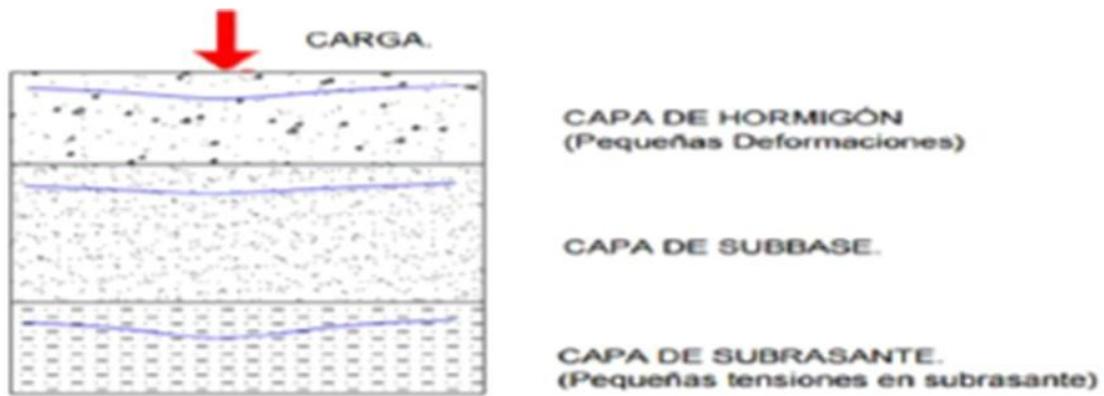


Figura 2.7: Deformaciones en pavimento rígido. Fuente: Adaptado deMontejo, 2010.

#### 2.2.2.4 Pavimento articulado.

Son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concretos prefabricados, que se denominan adoquines, son iguales entre sí y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena gruesa, la cual se encuentra sobre una capa granular o la sub rasante.



Figura 2.8: Sección típica de pavimento articulado y sus partes. Fuente: Adaptado deMontejo, 2010.

### 2.2.3 Elementos que componen el Pavimento rígido.

#### 2.2.3.1 Subrasante.

Es la capa de terreno de una vía, 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 subrasante, 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 subrasante.

### **2.2.3.2 Subbase.**

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 subrasante puede soportar absorbiendo variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. Por lo tanto, esta 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 subrasante o subbase adecuada. Esta capa de material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles por lo que está conformado por una capa de material base.

### **2.2.3.3 Superficie de rodadura.**

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, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En consecuencia, el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento.

## 2.2.4 Tipos de Pavimento Rígido.

### 2.2.4.1 Concreto Hidráulico Simple.

No contiene armadura de acero en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeña (entre 2.50m a 4.50m.). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas.

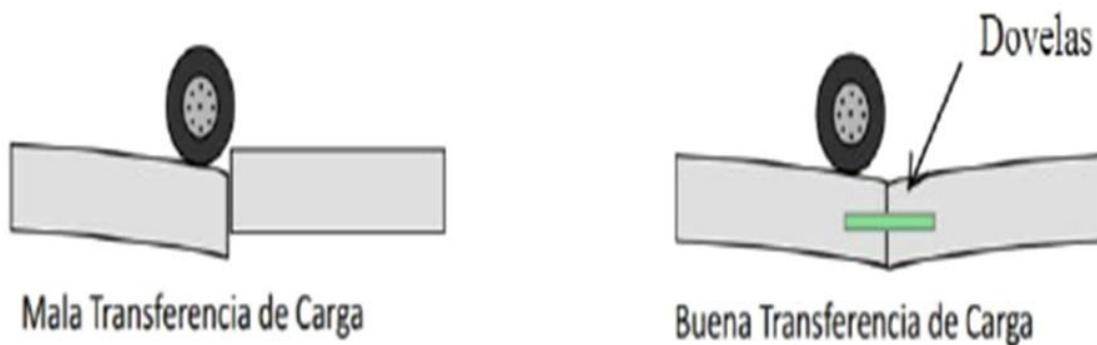


Figura 2.9: Transferencia de Cargas por Dovelas. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.

### 2.2.4.2 Concreto Hidráulico Reforzado.

Tiene espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60m), y llevan armaduras de acero distribuidas en las losas a efecto de controlar y mantener cerrada las fisuras por contracción.

### 2.2.4.3 Concreto Hidráulico Reforzado Continuo.

Tiene armaduras de acero continuo longitudinal y no tienen juntas transversales, excepto juntas de construcción, la armadura transversal es opcional. El objetivo de las armaduras es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que estas permanezcan cerradas.

### **2.2.5 Elección del tipo de pavimento.**

Los criterios de evaluación para la elección del tipo de pavimento comprenden los siguientes factores:

- El comportamiento de la estructura en función de la capacidad resistente del suelo y el tipo de tráfico.
- Las características del tráfico y la tasa de incremento estimada.
- La vida útil calculada para la estructura; generalmente 10 años para las flexibles y 20 años para las rígidas.
- La estrategia adoptada para el mantenimiento y/o reforzamiento del pavimento.
- Los factores económicos marco del proyecto. (Disponibilidad y costo de materiales y mano de obra, depreciación de equipo, intereses, etc.).
- El valor residual de la estructura al término de la vida útil calculada.
- Los costos del usuario (Consumo de combustible, gastos de mantenimiento del vehículo, llantas, confort del usuario, etc.) El tipo de Pavimento elegido será el de menor costo total, que incluye el costo social del Impacto Ambiental.

### **2.2.6 Diseño del pavimento rígido.**

Es el proceso por el cual los componentes estructurales del pavimento rígido (losa, sub base y subrasante) de un segmento de vía son determinados tomando en consideración las variables de diseño:

- Terreno de fundación.
- Análisis de tráfico-categoría de la vía.
- Diseño geométrico.
- Calidad del concreto.

Bajo este criterio el diseño del pavimento es establecer los espesores y rigideces

de las capas conformantes del pavimento complementando estas con un diseño adecuado de juntas, para mantener la vía bajo un cierto nivel de deterioro y confort para el tránsito vehicular de tipo liviano, pesado y el tránsito peatonal. Brindando la circulación de manera rápida segura, económica y confortable.

Existen muchos métodos de diseño hoy en día, como el Asociación del Cemento Portland (PCA), el método de la American Association of Estate Highway and Transportation Officials (AASHTO), traducido al español Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte; este último es más usada en Estados Unidos. En el Perú nuestras normas están basadas en las normas Norteamericanas en diseños viales por ende es frecuentemente usado el método AASHTO.

### **2.2.7 Concreto hidráulico.**

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas especialmente la resistencia.

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto [22].

### **2.2.8 Tipos de Concreto.**

#### **2.2.8.1 Concreto Simple.**

Es la mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.

Es muy usual el empleo del concreto simple en nuestra zona para las losas del pavimento rígido.

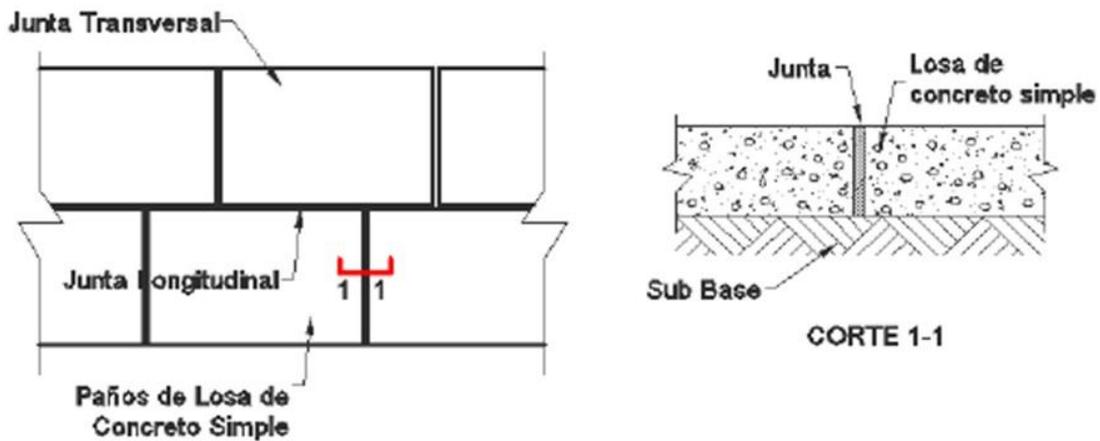


Figura 2.10: Concreto simple en losas de Pavimento Rígido. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.

### 2.2.8.2 Concreto Ciclópeo.

Se denomina así al concreto simple que está complementado con piedras de tamaño máximo de 10, cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total. Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple como se muestra en el gráfico.

El concreto ciclópeo, generalmente se usa en muros de contención, cimentación de muros de una edificación y otros.

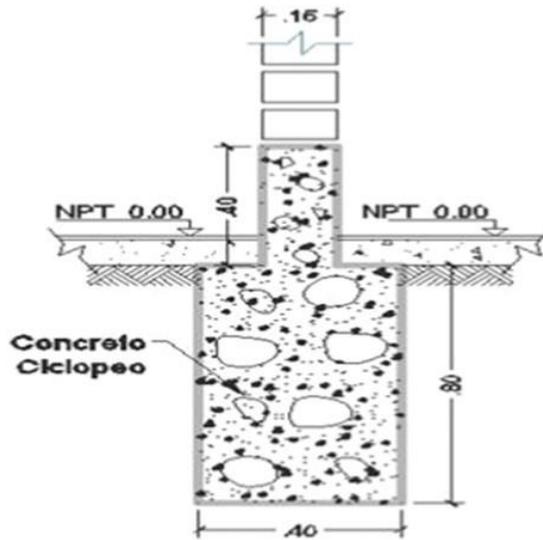


Figura 2.11: Concreto Ciclópeo. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.

### 2.2.8.3 Concreto Armado.

Es el concreto simple cuando este lleva armadura de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajen conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos a tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

Generalmente el concreto armado se usa para elementos estructurales verticales y horizontales que están sometidos a resistir cargas de servicio sin la necesidad de apoyarse sobre el terreno en toda su longitud del elemento, pueden estar apoyados solo en los extremos. En los pavimentos de tránsito pesado se emplean para aumentar la resistencia a la compresión del concreto y las tensiones que puedan producirse [20].

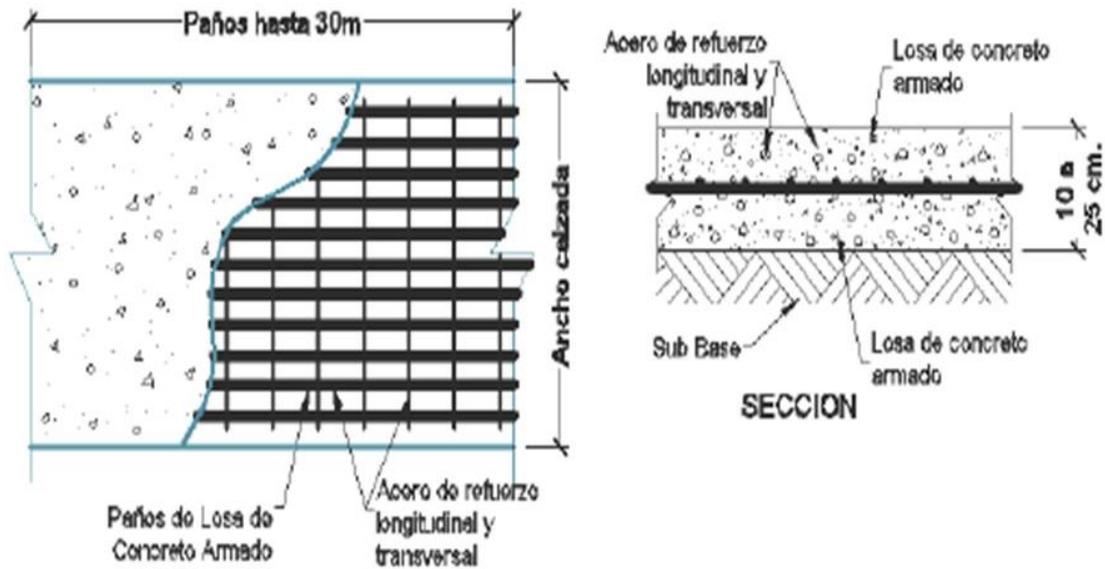


Figura 2.12: Concreto Armado. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.

#### 2.2.8.4 Concretos normales.

Son preparados con agregados comunes y su peso unitario varía de 2300 a 2500 kg/m<sup>3</sup>. Según el tamaño máximo del agregado, el peso promedio es de 2400kg/m<sup>3</sup>.

#### 2.2.8.5 Concretos livianos.

Son preparados con agregados de peso unitario liviano, variando desde 400 a 1700 kg/m<sup>3</sup>.

#### 2.2.8.6 Concretos Pesados.

Son preparados con agregados de peso unitario pesado, estos varían de 2800 a 6000kg/m<sup>3</sup>. Generalmente se usan agregados como las Baritas, minerales de fierro como la magnetita, limonita y hematita.

Los concretos pesados se emplean para la protección biológica contra los efectos de las radiaciones nucleares. También se utiliza en paredes de bóvedas y cajas fuertes, en pisos industriales y la fabricación de contenedores para desechos radioactivos.

### **2.2.8.7 Concreto Premezclado.**

Es el concreto que se dosifica en planta, puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.

### **2.2.8.8 Concreto Prefabricado.**

Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final de la estructura.

### **2.2.8.9 Concreto Bombeado.**

Concreto que es impulsado por medio de bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final.

### **2.2.8.10 Concreto Pretensado.**

Para obtener hormigón pretensado se introducen armaduras en el molde y se tensan con gatos hidráulicos contra bloques de hormigón o metálicos como reacción.

El diámetro de los cables, su número y la tensión de cada cable depende del preesfuerzo deseado. Independientemente de los cables de pretensado en elementos de hormigón es necesario considerar armaduras de repartición y estribos para absorber el corte.

Los moldes, una vez tensados los cables, se llenan de hormigón y se deja fraguar hasta obtener resistencias necesarias para someter el hormigón al preesfuerzo de diseño, generalmente un 60 o 70 % de la resistencia a compresión especificada a 28 días. Obtenidas las resistencias necesarias se trasmite la tensión de los cables a la estructura soltando lentamente los gatos y cortando los cables.

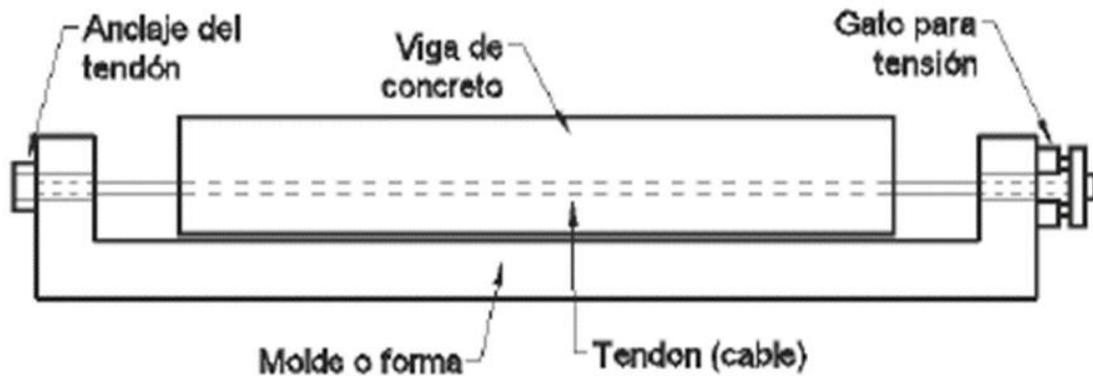


Figura 2.13: Esquema de una viga pretensada. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.

### 2.2.8.11 Concreto Postensado.

En el caso de hormigón postensado, se utilizan cables de acero enductados para evitar su adherencia con el concreto, posteriormente fraguada el concreto y alcanzada su resistencia diseñada, se aplican la tensión necesaria mediante gatos hidráulicos, apoyados contra placas metálicas insertadas en los extremos de los elementos a preesforzar. Una vez tensados los cables se inyectan las vainas con un grout de cemento fluido para fijar los cables y cuando la resistencia del grout lo permite se relajan los gatos transmitiendo el preesfuerzo a la estructura.

En las vigas con hormigón postensado las vainas generalmente se colocan con una cierta curvatura tipo parábola invertida (Ver la figura), siguiendo la curva de momento, para colaborar con el esfuerzo de corte cerca de los apoyos. La ventaja del postensado consiste en comprimir el hormigón antes de su puesta en servicio, disminuyendo su trabajo a tracción. Por medio del preesfuerzo se aumenta la capacidad de carga y se disminuye la sección del elemento. Se Inducen fuerzas opuestas a las que producen las cargas de trabajo mediante cable de acero de alta resistencia al ser tensado contra sus anclas.

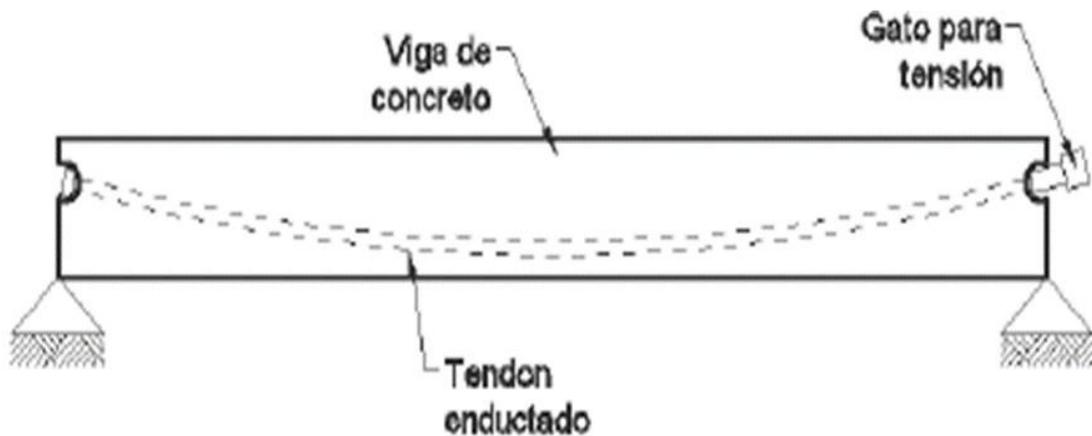


Figura 2.14: Esquema de una viga postensada. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.

## 2.2.9 Materiales componentes del concreto.

### 2.2.9.1 Cemento Portland.

El cemento portland es un conglomerante, formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, una vez mezclada con el agua se forma una pasta blanda que tiene la propiedad de endurecerse rápidamente en el tiempo.

La pasta de cemento, mezclado con agregados pétreos (grava y arena), crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece en el tiempo, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón (en España, parte de Suramérica y el Caribe hispano) o concreto (en México, Perú, Centroamérica y parte de Suramérica). Su uso está muy generalizado en construcción de obras civiles.

**Tipos de cemento Portland.** Los cementos portland se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de Norma para el cemento Portland (C150) [23].

- **Tipo I:** De uso general, donde no se requieren propiedades especiales. Alto calor de hidratación,  $f_c$  rápido.

- **Tipo II:** De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos, fc lento.
- **Tipo III:** Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en clima frío o en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras. Baja resistencia a los sulfatos.
- **Tipo IV:** De muy bajo calor de hidratación. Para concreto masivo, fc muy lento.
- **Tipo V:** Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos. Bajo calor de hidratación, fc muy lento.

### **2.2.9.2 Agregados.**

según [24]. Define que son materiales inertes, Llamados también áridos, que se combinan con los aglomerantes (cemento, Cal, etc) y el agua formando los concretos y morteros. La importancia de los agregados radica en que constituyan alrededor del 75% en volumen de una mezcla típica de concreto. Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y debe estar libre de impurezas como barro, limos, arcillas y otros que pueden debilitar la adherencia con la pasta de cemento.

Los agregados se clasifican según su granulometría en finos y gruesos:

**Agregados Finos:** Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 3/8 (9.5mm), además cumplen con los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037.

**Agregados Gruesos:** Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75mm (N4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

El tamaño máximo de los agregados gruesos en el concreto se fija por la exigencia de que pueda entrar fácilmente en las formas y entre las barras de armadura en los de concreto armado. En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:

- Un quinto de la menor dimensión, entre las caras de las formas.
- Un tercio de la altura de las losas.
- Tres cuartos del espacio libre entre las barras de acero individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o ductos de preesfuerzo.

**Agua:** El Agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. El agua a emplearse en la preparación del concreto, debe ser limpia y libre de elementos perjudiciales como aceites, ácidos, álcalis, sales y materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto y el acero [23].

## **2.2.10 Evaluación de patologías del Pavimento.**

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están:

### **2.2.10.1 VIZIR.**

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación. Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées- France o por sus siglas en inglés LCPC.

El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales.

### **2.2.10.2 FHWA / OH99 / 004.**

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas, pero no en áreas tropicales.

### **2.2.10.3 ASTM D 6433-99.**

También conocido como Present Condition Index, o por sus siglas PCI.

Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y de hormigón. Este método ha sido aplicado en la presente investigación, debido a que se la adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos. Esta es la metodología que se utilizó en el presente estudio.

### **2.2.11 Factores que influyen en el deterioro del Pavimento:**

El pavimento de concreto es una estructura de gran superficie expuesta en todo tiempo a la acción del medio ambiente a través de los gradientes térmicos (de ciclo diario) y de los gradientes de humedad (de ciclo estacional). Asimismo, a las sollicitaciones propias del tránsito. Tales factores (clima y tránsito) tienen una acción preponderante y temporal sobre el comportamiento del pavimento.

En el gráfico N 3.12, se puede apreciar como el clima, en especial las lluvias afectan los materiales que conforman la estructura del pavimento modificando sus propiedades físicas y mecánicas, que pueden tener cierto efecto sobre la resistencia,

estabilidad, durabilidad y capacidad de carga del pavimento y de los suelos de la subrasante. De igual manera el tráfico, en especial los ejes de carga pesada, ayudan a contribuir a un rápido deterioro de la estructura del pavimento. A medida que pasa el tiempo, el daño causado por estos factores va aumentando, lo que origina fallas a lo largo de la superficie del pavimento, que si no son tratadas o corregidas a tiempo pueden traer como consecuencia el colapso total del pavimento.



Figura 2.15: Efectos del Clima y el Tráfico en el Comportamiento de Pavimento. Fuente: Adaptado de Montejo, 2010.

### 2.2.11.1 Tráfico:

Cuando los Ejes cargados transitan sobre el pavimento pasando de una losa a otra producen dos grandes efectos: esfuerzos de flexión en la losa de concreto y deflexiones en la zona de juntas, los que generan grietas en esquinas y borde del pavimento.

Las cargas repetidas del tránsito inducen esfuerzos internos y deformaciones en la estructura del pavimento, en efecto se genera la falla por fatiga de la losa de concreto hidráulica, presentando la losa una deformación de alabeo.

### **2.2.11.2 Medio Ambiente:**

El medio ambiente puede afectar el comportamiento del pavimento en varias formas. Los cambios de temperatura y humedad pueden tener cierto efecto sobre la resistencia, durabilidad y capacidad de carga del pavimento y de los suelos de la subrasante. Asimismo, estos gradientes deforman las losas de pavimento produciéndole alabeos que modifican continuamente las condiciones de apoyo y de contorno. Con propiedad puede decirse que el pavimento de concreto es una estructura viva que se mueve al compás de la naturaleza y las cargas de tráfico.

El agua producto de las precipitaciones pluviales es un factor predominante en el deterioro de todo tipo de pavimentos, si estos carecen de un adecuado sistema de drenaje. El agua fácilmente se infiltra a través de las fisuras, juntas, grietas, o por las laterales no selladas del pavimento. El agua penetra al suelo ocupando los pequeños vacíos con aire, desalojando al contenido de aire del suelo, lo cual produce el incremento de volumen del suelo por el incremento de contenido de humedad.

### **2.2.12 Tipos de patologías de pavimentos rígidos.**

De acuerdo al manual para la inspección visual de pavimento rígidos del INVIAS (2006), a continuación, se define algunos de los tipos de daños que se puede presentar en un pavimento rígido:

#### **2.2.12.1 Grieta de esquina (GE).**

Una porción de esquina de la losa está separada por una grieta. La grieta se interseca con las juntas transversales y longitudinales adyacentes, y se encuentra aproximadamente en un Angulo de 45 con la dirección del tráfico. La longitud de los lados es de 0,3 mm la mitad del ancho de la losa en cada lado de la esquina.

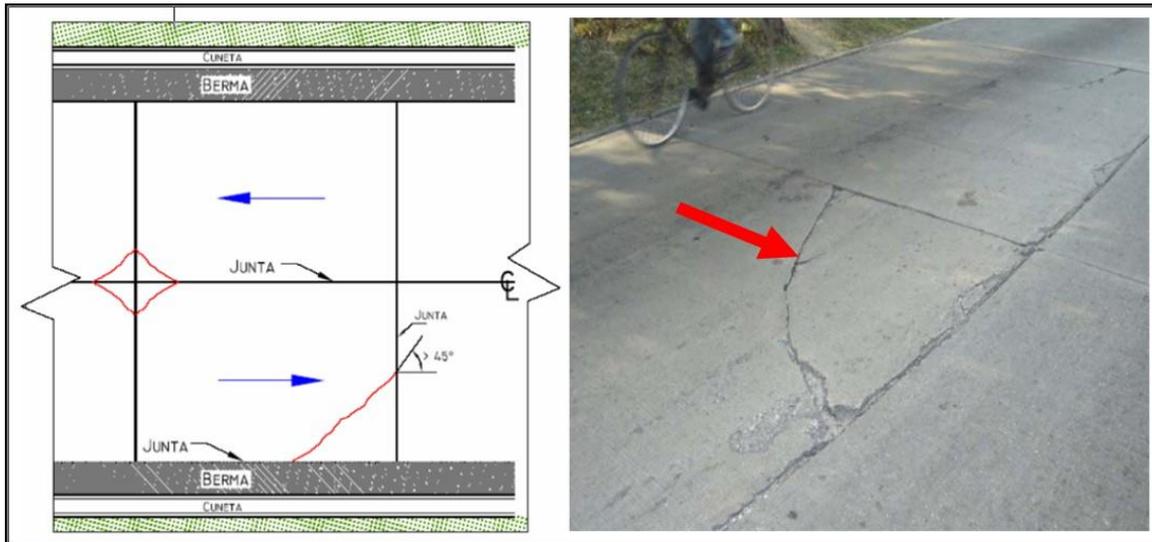


Figura 2.16: Grieta de esquina. Fuente: (Invias, 2006).

Los cortes de esquina se miden contando el número que se encuentra por unidad de longitud. Para un nivel de gravedad bajo, la grieta no se desprende más del 10% de la longitud de la grieta, y no hay fallas. Para un nivel de severidad moderada, la grieta está desprendida 10% de su longitud total, o la falla de la grieta o junta es 13 mm y la pieza de esquina no se divide en dos o más piezas. Para un nivel de severidad alta, la grieta se desprende con una severidad de moderada a alta 10% de su longitud total, la falla de la grieta o la junta es  $\geq 13\text{mm}$ ; o la pieza de esquina se rompe en dos o más piezas o contiene material de parche:

### 2.2.12.2 Grieta longitudinal (GL).

Estas son grietas por tensión que son predominantemente paralelas a la línea central del pavimento y se miden en metros. Para angustias de baja severidad, los anchos de grieta son 3 mm de ancho, sin roturas ni fallas medibles, o están bien sellados y con un ancho que no se puede determinar. Para la angustia de gravedad moderada, los anchos de grieta oscilan entre 3 y 13 mm, con desprendimientos 75 mm, o fallas de hasta 13 mm. Para

angustias de alta severidad, los anchos de grieta son 13 mm, con desconchado 75 mm, o falla 13 mm.

### 2.2.12.3 Grieta transversal (GT).

Estas son grietas por tensión que son predominantemente perpendiculares a la línea central del pavimento y se miden en metros.

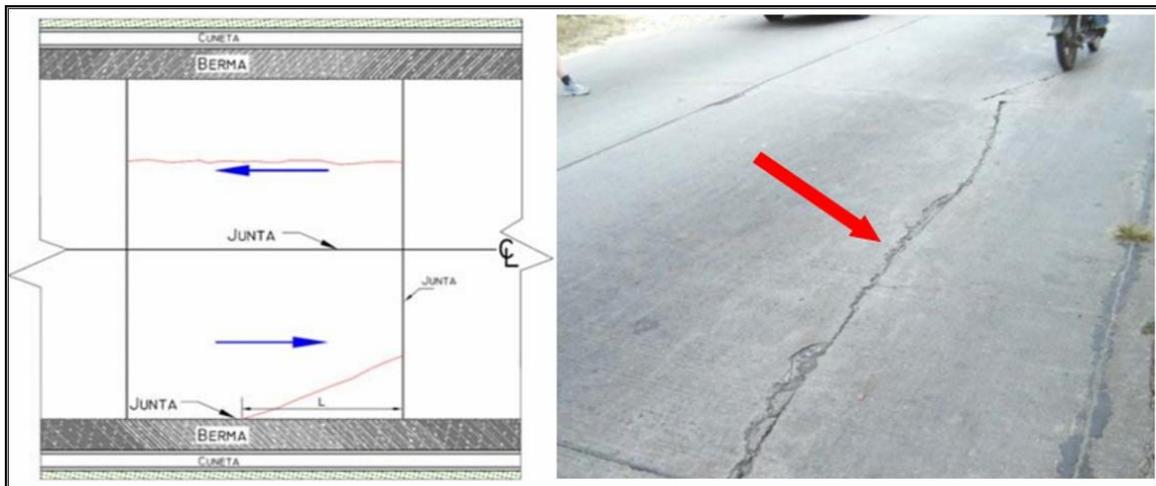


Figura 2.17: Grietas longitudinales. Fuente: (Invias, 2006).

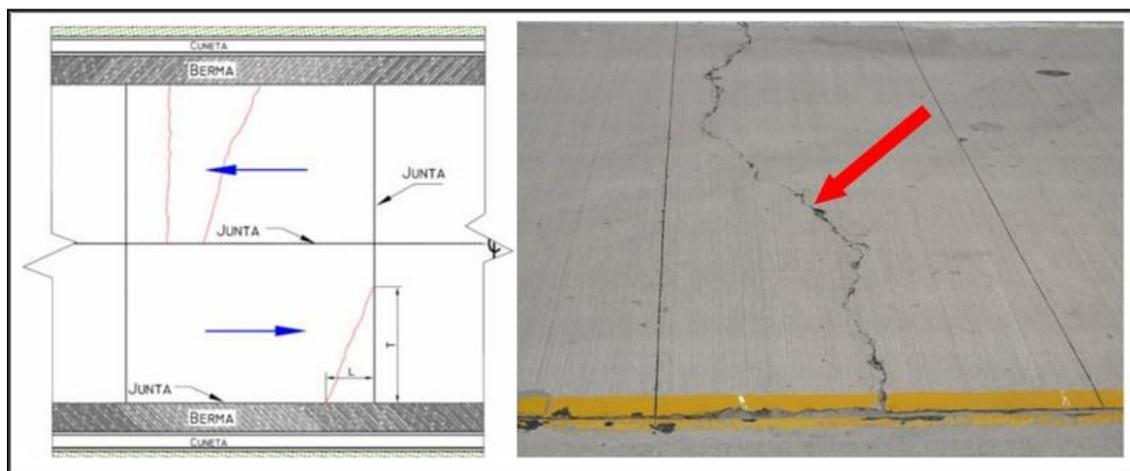


Figura 2.18: Grieta transversal (GT). Fuente: (Invias, 2006).

Para angustias de baja severidad, los anchos de grieta son 3 mm, sin roturas ni fallas medibles, o están bien sellados de manera similar al agrietamiento longitudinal. Para la

angustia de gravedad moderada, los anchos de grieta son 3 y 6 mm, con desprendimiento 75 mm, o fallas de hasta 6 mm. Para angustias de alta severidad, los anchos de grieta son 6 mm, con desconchado 75 mm, o fallas 6 mm.

#### 2.2.12.4 Grietas en bloque o fracturación múltiple (GB).

Agrietamiento del mapa: una serie de grietas interconectadas que se extienden hacia la superficie superior de la losa. Generalmente, las grietas más grandes están orientadas en la dirección longitudinal de la losa y están interconectadas por grietas más finas transversales o aleatorias. Estos se miden en frecuencia de ocurrencia y en metros cuadrados. Escalado: el escalado es el deterioro y descamación de la superficie superior de la losa de concreto, normalmente en áreas de 3 a 13 mm, y puede ocurrir en cualquier lugar sobre el pavimento. Esto se mide por el número de ocurrencias y los metros cuadrados del área afectada.

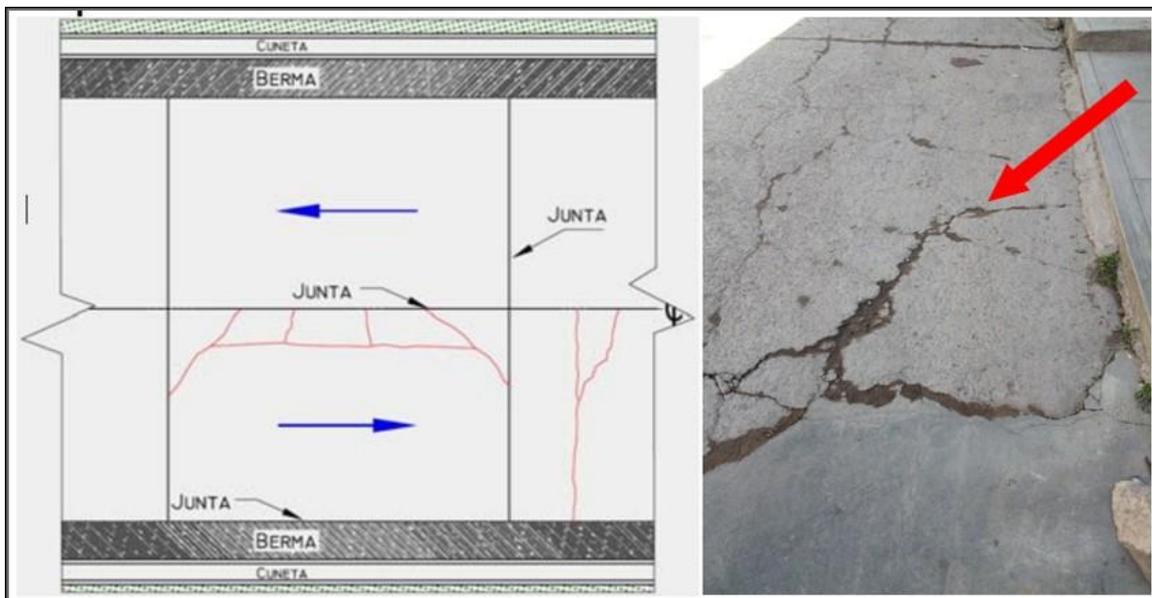


Figura 2.19: Grietas en bloque o fracturación múltiple (GB). Fuente: (Invias, 2006).

### 2.2.12.5 Grietas en pozos y sumideros (GA).

Esto es un ensanchamiento de la articulación entre el borde de la losa y el hombro. La angustia se mide al milímetro más cercano a intervalos de 15 a 25 m a lo largo de la articulación carril-hombro.

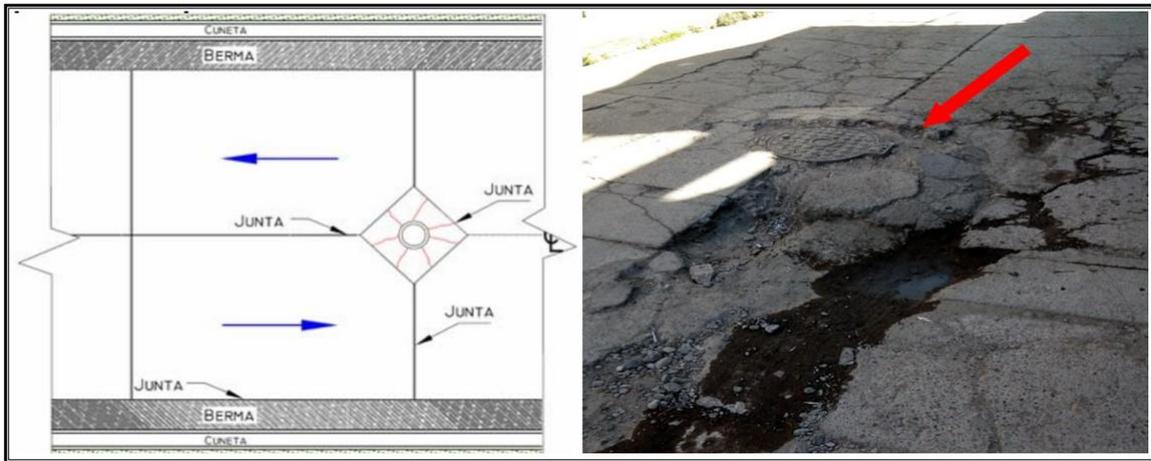


Figura 2.20: Grietas en pozos y sumideros (GA). Fuente: (Invias, 2006).

## 2.2.12.6 Desportillamiento de juntas (DPT,DPL).

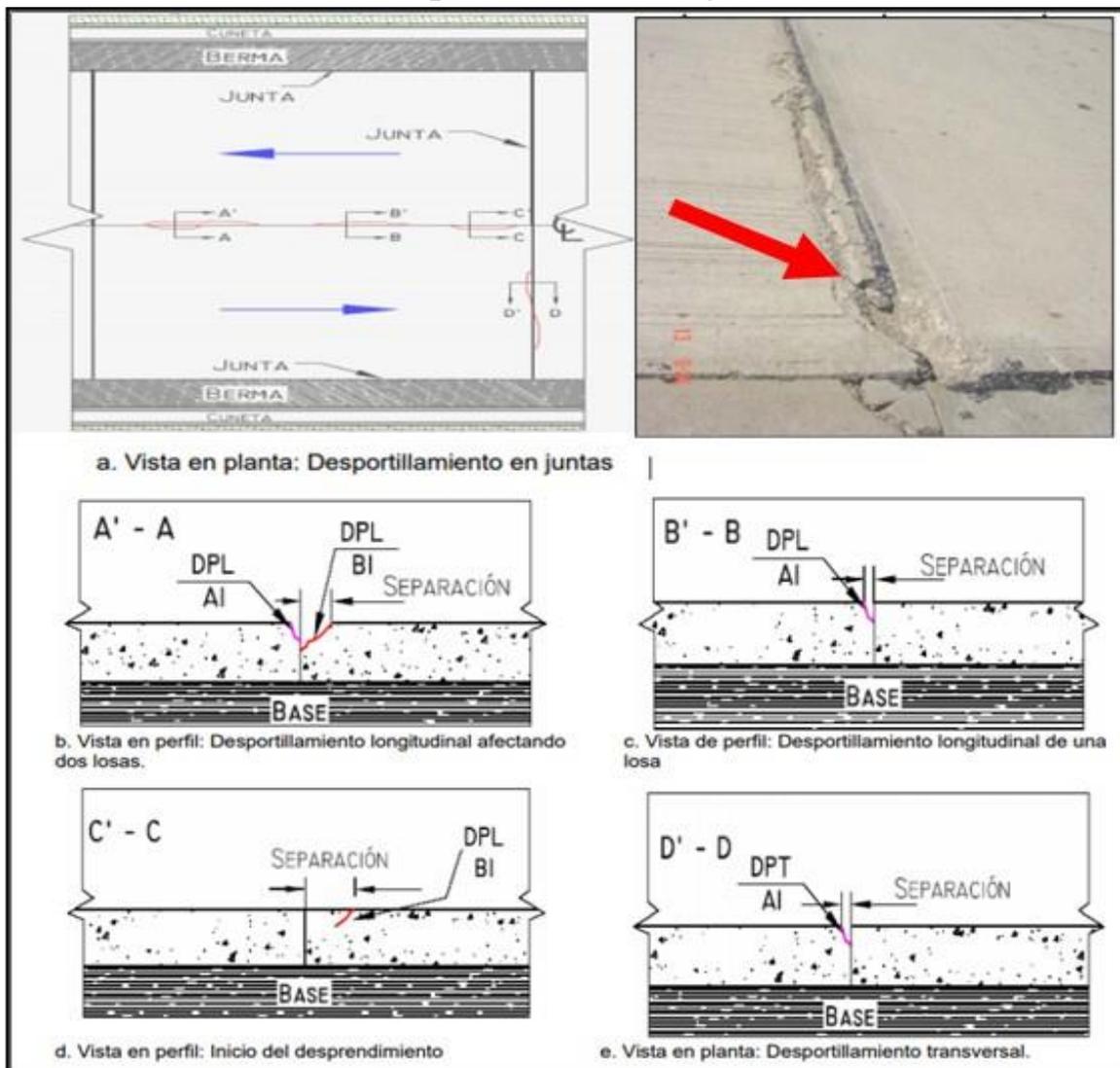


Figura 2.21: Desportillamiento de juntas (DPT, DPL). Fuente: (Invias, 2006).

El daño del sello de la junta es cualquier condición que permita que materiales incompresibles o una cantidad significativa de agua se infiltren en la junta desde la superficie. Los tipos comunes de daños en el sellado de juntas son la extrusión, el endurecimiento, la falla del adhesivo (unión), la falla cohesiva (división), la pérdida completa de sellador y la intrusión de material extraño en la junta, como el crecimiento de malezas en la junta.

### **2.2.12.7 Descascaramiento (DE).**

Agrietamiento del mapa: una serie de grietas interconectadas que se extienden hacia la superficie superior de la losa. Generalmente, las grietas más grandes están orientadas en la dirección longitudinal de la losa y están interconectadas por grietas más finas transversales o aleatorias. Estos se miden en frecuencia de ocurrencia y en metros cuadrados [25].

### **2.2.12.8 Desintegración (DI).**

Los agregados gruesos expuestos y pulidos ocurren debido a la pérdida de la pasta y el mortero de la superficie, lo que resulta en una reducción significativa de la fricción de la superficie. La angustia se mide en metros cuadrados de superficie afectada. El nivel de severidad no es aplicable para esta angustia. El esmerilado con diamante también elimina la textura de la superficie, pero esta condición no debe registrarse como agregado pulido [25].

### **2.2.12.9 Popouts.**

Los popouts son pequeños pedazos de pavimento que se desprenden de la superficie y tienen un diámetro desde 25 a 100 mm, y con una profundidad de 13 a 50 mm [25].

### **2.2.12.10 Blowups.**

Las explosiones son cambios en la longitud de la losa que dan como resultado un movimiento hacia arriba localizado de la superficie del pavimento en las juntas transversales o grietas de la cara, y generalmente están acompañadas por la rotura del concreto en esa área. La angustia se mide registrando el número de explosiones. Los niveles

de severidad no son aplicables. Sin embargo, los niveles de severidad pueden definirse por el efecto relativo de una explosión en la calidad y seguridad del viaje [25].

N°	Tipo de Daño (unidad de medida)	Simbolo	Severidad		
			Baja (B)	Media (M)	Alta (A)
<b>GRIETAS Y AGRETAMIENTO</b>					
1	Grietas longitudinales (m)	GL	a < 3mm	3-10mm	>10mm
2	Grietas transversales (m)	GT	a < 3mm	3-10mm	>10mm
3	Grietas de esquina (m)	GE	a < 3mm	3-10mm	>10mm
4	Grietas en los extremos de los pasadores (m)	GP	a < 3mm	3-10mm	>10mm
5	Grietas en bloque o múltiples (m <sup>2</sup> )	GB	Siempre altas		
6	Grietas en pozos y sumederos (m <sup>2</sup> )	GA	a < 3mm	3-10mm	>10mm
<b>JUNTAS</b>					
7	Separación de juntas (m)	SJ	a < 3mm	3-25mm	>25mm
8	Deficiencia de sellado (m)	DST,DSL	L<0.5m	0.5-20m	>20m
<b>DETERIORO SUPERFICIAL</b>					
9	Despostillamiento (m)	DPT,DPL	a<5cm	5-15cm	>15cm
10	Descascaramiento (m <sup>2</sup> )	DE	Sin severidad		
11	Pulimiento (m <sup>2</sup> )	PU	Facilmente perceptible	El área polimentada	Apariencia de espejo
12	Desintegración (m <sup>2</sup> )	DI	Sin severidad		
13	Cabezas duras (m)	CD	Sin severidad		
14	Escalonamiento de juntas (unidad)	EJ	h<6mm	6-13mm	>13mm
15	Levantamiento localizado (m)	LET, LEL	h<5mm	5-10mm	>10mm
16	Parches (m <sup>2</sup> )	PCHA,PCHC	bueno	daños leves y medios, asent <5mm	Daños severos asent >5mm
17	Hundimiento o asentamiento (unidad)	HU	No genera molestia (o rebote) al conductor	Genera poca molestia (o rebote) al conductor	Causa reducción de velocidad
<b>OTROS DAÑOS</b>					
18	Fisuramiento por retracción (tipo malla) (m <sup>2</sup> )	FR	Sin descascarar	desc<10%	desc>10%
19	Fisuras ligeras de aparición temprana (m <sup>2</sup> )	FT	Sin descascarar	con algunas zonas descascaradas	Agrietamiento y descascaramiento
20	Fisuración por durabilidad (m <sup>2</sup> )	FD	Sin severidad		
21	Bombeo (m)	BOT BOL	El agua es expulsado sin arrastrar fino	Existe una pequeña cantidad del material	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre
22	Ondulaciones (m <sup>2</sup> )	ON	Genera un rebote leve al vehículo.	Genera rebote al vehículo con algo de	Genera un rebote excesivo al vehículo.
<b>DAÑOS EN BERMAS</b>					
23	Desenso de la berma (m)	DB	H<10mm	10-30 mm	>30mm
24	Separación entre berma y pavimento (m)	SB	Abertura<3mm	entre 3mm y	>10mm

Tabla 2.1: Tipos de daños según unidad de medida. Fuente: (Invias, 2006).

## **2.2.13 Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI).**

### **2.2.13.1 Evaluación del Índice de Condición del Pavimento.**

El procedimiento de evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) presentado en este documento se basa completamente en Método de prueba estándar para encuestas de índice de condición de pavimento de aeropuerto (ASTM - D5340, 2011).

### **2.2.13.2 Resumen del método de prueba.**

Este método de prueba cubre la determinación de la condición del pavimento del aeropuerto a través de inspecciones de pavimentos con superficies de asfalto (AC), incluidos los cursos de fricción porosa, y lisos (JPCP) o pavimentos reforzados (JRCP) de cemento de cemento de Portland (PCC), utilizando el PCI para cuantificar la condición del pavimento. El PCI para pavimentos aeroportuarios. fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. a través de los fondos proporcionados por los EE. UU.

## **2.2.14 Procedimiento de determinación PCI.**

Una inspección visual de la superficie del pavimento puede proporcionar Información valiosa. Se pueden utilizar datos de inspección visual. Para evaluar la condición actual del pavimento, predecir el futuro. rendimiento del pavimento, determinar y priorizar las reparaciones. El final el valor PCI calculado es un número de cero a 100, con 100 representando un pavimento en excelentes condiciones. La clasificación de condición del pavimento se determina a partir de correlación que presenta la calificación de condición del pavimento como Función del valor PCI. La tabla 1 muestra las clasificaciones de PCI. Al interpretar la condición visual recogida. datos, tres aspectos

diferentes de los datos recogidos son de Interés: el índice compuesto, el tipo de socorro presente. y la tasa de deterioro. El propio valor PCI proporciona una idea general de la condición del pavimento y la magnitud de trabajo que se requerirá para rehabilitar el lugar. Los pavimentos en el extremo superior de la escala son más probables que sean candidatos para el mantenimiento y las reparaciones menores. Mientras que aquellos en los rangos más bajos son más probables requerir rehabilitación estructural o reconstrucción. Para evaluar un pavimento, en primer lugar, el pavimento. La red se debe dividir en ramas (como calles, áreas de estacionamiento, etc.) y cada rama debe estar dividida en secciones que tienen ciertas características, consistentes a lo largo de su área o longitud, tales como estructurales Composición, historia de la construcción, tráfico y pavimento. condición. Una unidad de muestra es cualquier área identificable de la sección de pavimento. Es el componente más pequeño de la Red de pavimentos. Cada sección del pavimento se divide determinado a partir del valor apropiado de deducción de socorro curvas (PAVER 1982). Entonces se determina el CDV.

Tabla 2.1: Calificación PCI.

<b>PCI</b>	<b>Calificación</b>	<b>Caracterización</b>
<b>85 – 100</b>	Excelente	Muy Suave
<b>70 – 85</b>	Muy bueno	Suave
<b>55 – 70</b>	Bueno	Suave con algunos baches o depresiones
<b>40 – 55</b>	Regular	Cómodo con intermitente, golpes y depresiones
<b>25 – 40</b>	Malo	Incomodo con frecuentes golpes o depresiones.
<b>10 – 25</b>	Muy malo	Incomodo con constante golpes y depresiones.
<b>00 – 10</b>	Fallado	Muy incómodo.

Tabla 2.2: Calificación PCI. Fuente: Karim M., Haleem rubasi, Abdo Saleh, 2016.

### **2.2.14.1 Inspección visual.**

La evaluación PCI se registra manualmente mediante una encuesta de inspección visual que recorre cada losa de la unidad de muestra, registrando y dibujando todas las angustias existentes en la losa a lo largo de su nivel de severidad en la hoja de datos [25].

### **2.2.14.2 Aparato.**

Hojas de datos u otros instrumentos de registro de campo que registran como mínimo la siguiente información: fecha, ubicación, rama, sección, tamaño de unidad de muestra, número y tamaño de losa, tipos de socorro, Niveles de severidad, cantidades y nombres de los topógrafos [25].

### **2.2.14.3 Valores de PCI de las secciones del pavimento.**

Lo primero que debe hacer es identificar las áreas del pavimento con diferentes usos en las ramas, como el diseño de pistas, calles de rodaje y plataformas, que dividen cada área en secciones basadas en sobre el diseño del pavimento, historia de la construcción, tráfico y estado. Después de que las secciones estén correctamente separadas, dividir las secciones de pavimento en unidades de muestra. Una unidad de muestra es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un rango estándar de 20 losas contiguas (+/- 8 losas si el número total de losas en la sección no se divide por 20). Si las losas de pavimento en PCC tienen un espaciamiento de las juntas de más de 8 m, subdivide cada losa en losas imaginarias. Todas las losas imaginarias deben ser menores o iguales a 8 m de longitud, y las Se supone que las uniones imaginarias que dividen las losas están en perfectas condiciones. Esto es necesario porque los Valores de Deducción (DV) se desarrollaron para losas de concreto unidas a menos de 8 m. Segundo, las unidades de muestra individuales a inspeccionar deben estar marcadas o identificadas por GPS en una de manera que los

inspectores y el personal de control de calidad puedan ubicarlos fácilmente en el pavimento superficie. Pinte marcas a lo largo de los bordes y bocetos con ubicaciones conectadas al pavimento físico Se aceptan las características. No se recomiendan las uñas u otras fuentes de residuos extraños (FOD) [25].

$$n_{min} = \frac{Ns^2}{\left(\left(\frac{e^2}{4}\right)(N-1) + s^2\right)}$$

#### **2.2.14.4 Determinación de índice de condición de pavimento.**

Para cada combinación única de tipo de socorro y nivel de gravedad, debe registrarse el número de losas en las que se producen. Por ejemplo, en la figura 4.3 hay dos tablas que contienen craqueo longitudinal de baja severidad.

#### **2.2.14.5 Cálculo de la densidad.**

Para calcular el porcentaje de densidad, divida el número de losas registradas de una determinada angustia por el número total de losas en la unidad de muestra (generalmente 20) y multiplique por 100.

#### **2.2.14.6 Cálculo del valor de deducción.**

Para determinar el Valor de Deducción (DV), debe utilizar la abaci DV en el Apéndice I. Hay DV Curvas gráficas para la mayoría de las angustias. En este caso,

utilizaremos el gráfico número 3 de DV abacus. que es para craqueo longitudinal, transversal y diagonal. Como se presenta en el gráfico del Apéndice I, hay una curva para cada nivel de gravedad, en este caso, él Tiene que usarse la curva azul que corresponde al nivel de severidad bajo. A partir de la densidad y la curva de nivel de gravedad, es posible determinar el DV dibujando una línea vertical que comienza en 10 y una línea horizontal que comienza en la intersección entre la línea vertical y la curva hacia el eje de los DVs [25].

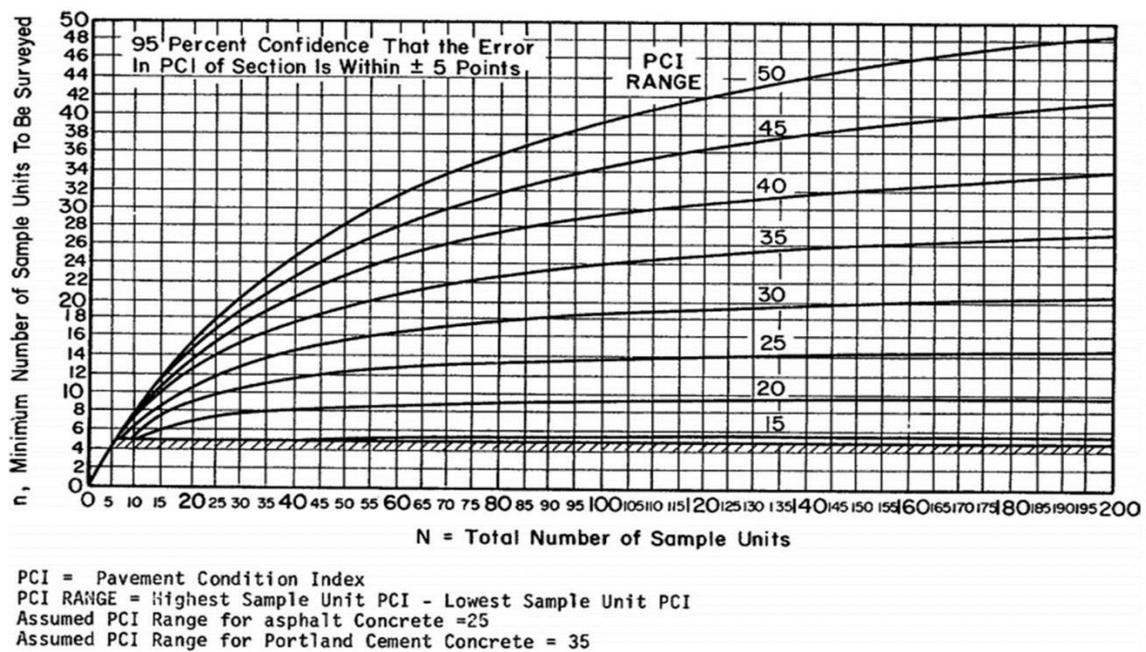


Figura 2.22: Determinación del número mínimo de unidades de muestra a ser encuestadas. Fuente: (Invias, 2006).



Figura 2.23: Valores de grieta longitudinal y transversal para el cálculo de DVs. Fuente: (Invias, 2006).

### 2.2.14.7 Cálculo del valor de deducción corregido.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) está dado por:

$$PCI = 100 - HCDV$$

Donde:

100: PCI máximo.

HCDV : El valor de deducción corregido más alto (CDV)

### **III. HIPOTESIS.**

#### **3.1 Hipótesis general.**

Al estudiar la superficie de pavimentos rígido mediante el método del PCI se conocerá el estado actual en que se encuentra las pistas de la Avenida Cusco del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

#### **3.2 Hipótesis específicas.**

Con el resultado del ensayo del método de PCI se puede conocer el grado de afectación que tiene el pavimento de la Avenida Cusco del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

Relacionando el resultado del ensayo con el método de PCI y con lo que establece la norma se puede conocer el estado actual del pavimento de la Avenida Cusco del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

## **IV. METODOLOGÍA.**

### **4.1 Diseño de la investigación.**

Esta investigación sobre patologías en pavimento rígido, será del tipo visual, descriptivo, analítica, no experimental y de corte transversal.

- **Es del tipo descriptivo**, porque describe la realidad del pavimento, sin alterarla.
- **Analítica**, porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.
- **No experimental**, porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.
- **Es de corte transversal** porque se está analizando en el periodo setiembre 2019.

Se desarrollará siguiendo el análisis del índice de Condición del Pavimento Para la evaluación de patologías, para su próxima reparación del pavimento rígido. Para el desarrollo de la siguiente investigación emplearemos una plantilla de cálculo de Excel para el procesamiento de los datos.

#### **4.1.1 Tipo y Nivel de la Investigación.**

El nivel de la investigación por su misma naturaleza es de tipo descriptivo y explicativo, porque bien se sabe durante la investigación se recolectará datos a través de la visualización y se logrará explicar las características y fenómenos ocurridos.

- La evaluación a realizar será de tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información se hará de manera manual, no se utilizará software.
- La investigación es un tipo cualitativo.
- La metodología a utilizar, para el desarrollo del proyecto será recopilación de antecedentes preliminares.
- En esta etapa se realizará la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los

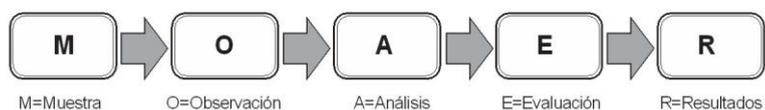
datos existentes de toda la información necesaria que ayudo a cumplir con los objetivos de este proyecto.

- Estudio del análisis de evaluación y determinación de patologías, para la reparación de la capa de rodadura del pavimento regido.
- Para la determinación de las muestras se tomará partes de la capa de rodadura del pavimento rígido de la Avenida Cusco del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

Este diseño se gráfica de la siguiente manera:

M	O	A	E	R
M U E S T R A	O B S E R V A C I O N	A N A L I S I S	E V A L U A C I O N	R E S U L T A D O S

Tabla 4.1: Diseño de Investigación. Fuente: Elaboración Propia



Donde:

M = Muestra

O = observación

A = Análisis

E = Evaluación

R = Resultados

## **4.2 Población y muestra.**

### **4.2.1 Población.**

La población de esta investigación está comprendida por los pavimentos rígido de la Avenida Cusco del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

### **4.2.2 Muestra.**

La muestra de esta investigación está comprendida por cada unidad muestral del pavimento rígido de la Avenida Cusco del distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

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

Ver la tabla 4.2.

DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS Y CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN PAVIMENTOS DE LA AVENIDA CUSCO DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO AYACUCHO - 2019.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente:	Anomalías sobre la superficie del pavimento como son los parches grandes y parches pequeños.	<b>Nivel de severidad:</b> - Nivel de severidad Baja. - Nivel de severidad Media. - Nivel de severidad Alta.
Patologías presentes en el pavimento rígido de la Avenida Cusco del distrito de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.	Anomalías a lo largo del pavimento rígido como grietas lineales y pulimento de agregados.	Tipo de presencia de patologías en forma: - Vertical. - Horizontal. - Oblicuo.
	Anomalías en el interior del pavimento como son las losas divididas.	Grado de afectación: - Alta. - Media. - Baja.
Variable dependiente:		Rango de Calificación del PCI: - 100-85 (Excelente). - 85-70 (Muy buena). - 70-55 (Buena). - 55-40 (Regular). - 40-25 (Malo). - 25-10 (Muy malo). - 10-0 (Fallado).
Índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento rígido de la Avenida Cusco del distrito de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.	Tipos de patologías que se presentan en la Avenida Cusco del distrito de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.	

Tabla 4.2: Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Elaboración propia.

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

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

##### **4.4.1 Técnicas.**

Las técnicas que se utilizó y se aplicó en la investigación son:

- Realizar el Análisis Visual y toma de datos es a través del formato de la ficha técnica del PCI como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.
- Tomar todas las medidas de seguridad para la recopilación de los datos del pavimento rígido.

##### **4.4.2 Instrumentos.**

- Se tomó como guía el Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- Regla de aluminio, lápiz, borrador, tajador, cámara digital, vernier, tablero de madera, ficha de toma de datos y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos, huecos y depresiones.

#### **4.5 Plan de análisis.**

Los resultados estarán comprendidos en los siguientes:

- La ubicación demográfica del área del estudio.
- Los tipos y características de las patologías encontradas en el pavimento rígido estudiadas.
- Nivel o grado de condiciones en los que se encuentra las capas de rodadura del pavimento rígido producto de patologías que adolece.
- Cuadros analíticos entorno al ámbito del desarrollo de la investigación.



Figura 4.1: Avenida Cusco distrito san juan bautista, huamanga - Ayacucho. Fuente: Elaboración propia, 2020.

#### 4.6 Matriz de consistencia.

Ver la Tabla 4.3.

DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS Y CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA EN  
PAVIMENTOS DE LA AVENIDACUSCO DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE HUAMANGA,  
DEPARTAMENTO AYACUCHO - 2019.

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 rígido de la AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar el Índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento rígido de la AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar y evaluar las patologías del concreto que se presentan en el pavimento rígido de la AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.</li> <li>Obtener el PCI para dicho pavimento rígido de la AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.</li> </ol>	<p>La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado actual de la superficie del pavimento rígido, el índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento rígido de la AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Se podrá identificar y caracterizar las patologías del pavimento rígido de la AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Se podrá identificar los tipos de patologías en el pavimento rígido de la AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.</li> <li>Se podrá caracterizar la patología predominante insitu en el pavimento rígido de la AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.</li> </ol>	<p><b>Tipo:</b> El proyecto de investigación es de tipo exploratorio. Nivel: El proyecto de investigación es de nivel cualitativo. Enfoque: La investigación tiene un enfoque descriptivo. <b>Diseño:</b> Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar el estado del pavimento rígido de la AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho. <b>Universo y muestra:</b> AvenidaCUSCO de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho.</p>

Tabla 4.3: Matriz de consistencia. Fuente: Elaboración propia.

MATRIZ DE DATOS						
INSPECCIONADO POR		NAVARRO PERE, Adrian			FECHA	23/09/2019
CALLE		Av. Cusco			TOTAL PAÑO	623
DISTRITO		San Juan Bautista				
PROVINCIA		Huamanga			TIPO DE USO	Transporte vehicular
DEPARTAMENTO		Ayacucho				
DIMENSIONES		Ancho			LARGO	
ID	TIPO DE DAÑO	N° DE LOSAS TOTAL	N° DE LOSAS AFECTADAS	N/S (3:alta, 2:media, 1:baja)	SEVERIDAD	DENSIDAD
<b>UNIDAD DE MUESTRA 01</b>						
9	Parqueo (Grande)	89	40.00	2	Media	44.94
8	Grieta Lineal	89	16.00	2	Media	17.98
3	Losa Dividida	89	26.00	3	Alta	29.21
<b>UNIDAD DE MUESTRA 02</b>						
3	Losa Dividida	28	5.00	1	Baja	41.97
8	Grieta Lineal	28	6.00	2	Media	4.06
9	Parqueo (Grande)	28	8.00	3	Alta	27.70
3	Losa Dividida	28	8.00	2	Media	15.57
<b>UNIDAD DE MUESTRA 03</b>						
9	Parqueo (Grande)	144	12.00	2	Media	8.33
8	Grieta Lineal	144	36.00	2	Media	25.00
10	Parqueo (Pequeño)	144	3.00	1	Baja	2.08
9	Parqueo (Grande)	144	8.00	2	Media	5.56
3	Losa Dividida	144	17.00	2	Media	11.81
<b>UNIDAD DE MUESTRA 04</b>						
9	Parqueo (Grande)	92	14.00	3	Alta	15.22
8	Grieta Lineal	92	28.00	2	Media	30.43
19	Descascaramiento	92	10.00	1	Baja	10.87
3	Losa Dividida	92	38.00	2	Media	41.30
<b>UNIDAD DE MUESTRA 05</b>						
3	Losa Dividida	88	28.00	2	Media	31.82
8	Grieta Lineal	88	15.00	2	Media	17.05
9	Parqueo (Grande)	88	8.00	1	Baja	9.09
3	Losa Dividida	88	29.00	1	Baja	32.95
2	Grieta de Esquina	88	8.00	2	Media	9.09
<b>UNIDAD DE MUESTRA 06</b>						
3	Losa Dividida	56	29.00	2	Media	51.79
8	Grieta Lineal	56	20.00	2	Media	35.71
10	Parqueo (Pequeño)	56	3.00	1	Baja	5.36
18	Descascaramiento	56	4.00	2	Media	7.14
<b>UNIDAD DE MUESTRA 07</b>						
3	Losa Dividida	48	18.00	2	Media	37.50
8	Grieta Lineal	48	15.00	2	Media	31.25
19	Descascaramiento	48	3.00	1	Baja	6.25
3	Losa Dividida	48	12.00	2	Baja	25.00
<b>UNIDAD DE MUESTRA 08</b>						
3	Losa Dividida	32	4.00	2	Media	12.50
8	Grieta Lineal	32	3.00	2	Media	9.38
<b>UNIDAD DE MUESTRA 09</b>						
8	Grieta Lineal	46	6.00	2	Media	13.04
10	Parqueo (Pequeño)	46	2.00	2	Media	4.35
3	Losa Dividida	46	5.00	1	Baja	10.87
Total		623				

Tabla 4.4: Matriz de datos. Fuente: Elaboración propia, 2020.

## **4.7 Principios éticos.**

### **4.7.1 Protección de personas.**

La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En las investigaciones en las que se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no sólo implica que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente y dispongan de información adecuada, sino también involucra el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular, si se encuentran en situación de vulnerabilidad.

### **4.7.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.**

Las investigaciones que involucran el medio ambiente, plantas y animales, deben tomar medidas para evitar daños. Las investigaciones deben respetar la dignidad de los animales y el cuidado del medio ambiente incluido las plantas, por encima de los fines científicos; para ello, deben tomar medidas para evitar daños y planificar acciones para disminuir los efectos adversos y maximizar los beneficios.

### **4.7.3 Libre participación y derecho a estar informado.**

Las personas que desarrollan actividades de investigación tienen el derecho a estar bien informados sobre los propósitos y finalidades de la investigación que desarrollan, o en la que participan; así como tienen la libertad de participar en ella, por voluntad propia. En toda investigación se debe contar con la manifestación de

voluntad, informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas como sujetos investigados o titular de los datos consiente el uso de la información para los fines específicos establecidos en el proyecto.

#### **4.7.4 Beneficencia no Maleficencia.**

Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

#### **4.7.5 Justicia.**

El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.

#### **4.7.6 Integridad física.**

La integridad o rectitud deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador resulta especialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

## V. RESULTADOS.

### 5.1 Resultados.

La determinación de los resultados se realizó tomando en consideración la ubicación del área de estudio de toda la avenida Cusco del distrito de san Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, para ello se aplicó la metodología del PCI “utilizando cuadros para el desarrollo de la información en la avenida Cusco distribuida en un grupo que comprende un total de nueve cuadros.

- **El primer cuadro** es una hoja de inspección de datos de ubicación y de cantidad tanto en número y área, así mismo la determinación de las patologías y su ubicación en el área de trabajo, además de la cuantificación de las patologías según corresponda.
- **El segundo cuadro** se refiere a los ábacos donde se ubican los niveles de cada patología y las características establecidas las cuales alimentan el cuadro en la Avenida Cusco del distrito de san Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.
- **El tercer cuadro** da referencia a los cálculos orientados desde el cuadro uno para ubicarlos en el Abaco general y establecer el PCI final de la avenida cusco.

Se presenta las tablas de la investigación:

UNIDAD DE MUESTRA N° 01		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS						
CALLE		LA AVENIDA CUZCO CUADRA 01 A LA CUADRA 09						
Fecha :	23/09/2019	DEP.	Ayacucho					
CUADRAS	1	PROV	Huamanga					
TIEMPO DE CONS T.		DIST.	S.J.B.					
AREA DE PAÑO	4.0 m.x4.40 m.	N° PAÑOS	89					
ENCARGADO								
<b>TIPOS DE FALLAS</b>								
1.- BlowUp / Buckling		11.- Pulimiento de agregados				4.00 m		
2.- Grieta de Esquina		12.- Popouts						
3.- Losa Dividida		13.- Bombeo						
4.- Grieta de Durabilidad "D"		14.- Punzonamiento						
5.- Escala		15.- Cruce de Via Férrea						
6.- Sello de Junta		16.- Desconchamiento						
7.- Desnivel Carril/Berma		17.- Retracción						
8.- Grieta Lineal		18.- Descascaramiento de esquina						
9.- Parcheo (Grande)		19.- Descascaramiento de junta						
10.- Parcheo (Pequeño)								
B: Baja		M: Media		3 A: Alta				
<b>FALLAS EXISTENTES</b>								
Falla	Tipo de Daño	N/S(3: alta, 2: media, 1: baja)	Severidad	N° de losas	Densidad (%)	Valor Deducido		
9	Parcheo (Grande)	2	Media	40.00	44.94	16.68		
8	Grieta Lineal	2	Media	16.00	17.98	17.18		
3	Losa Dividida	3	Alta	26.00	29.21	40.31		
		0	0	0.00	0.00	0.00		
Número de deducidos > 2 (q) = 3.00				<b>TOTAL VD =</b>		74.167		
Valor deducido más alto (HDVi) = 40.311								
Número admisible de deducidos (mi) = 6.48				< 10 <i>de la Ecuación N° 1</i>				
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>								
#	Valores Deducidos				Total	q	CDV	
1	40.31	17.18	16.68	0.00	0.48	74.65	4.00	43.40
2	40.31	17.18	16.68	0.00	0.48	74.65	3.00	48.00
3	40.31	17.18	5.00	0.00	0.48	62.97	2.00	59.30
4	40.31	5.00	5.00	0.00	0.00	50.31	1.00	50.30
						<b>MÁX CDV =</b>	65.00	
PCI =		100 - MAX. CDV						
PCI =		35						
<b>CONDICION DEL PAVIMENTO:</b>		<b>Malo</b>						

Tabla 5.1: Instrumento de evaluación. Fuente: Elaboración propia.

**La aplicación de la Prueba Piloto**, se realizó en los Pavimentos Rígidos de la Avenida Cusco del distrito san juan bautista, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. Esta aplicación se realizó teniendo en cuenta el método normado por la **ASTM**. El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este. El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

<b>100-85</b>	<b>(Excelente)</b>
<b>85-70</b>	<b>(muy bueno)</b>
<b>70-55</b>	<b>(Bueno)</b>
<b>40-25</b>	<b>(Malo)</b>
<b>25-10</b>	<b>(Muy malo)</b>
<b>10-0</b>	<b>(Fallado)</b>

Tabla 5.2: Rango de PCI. Fuente: elaboración propia

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de una encuesta visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño.

La aplicación de la Prueba Piloto, se realizó teniendo en cuenta las Fichas de Evaluación y las tablas de los anexos que se adjunta.

CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)										
DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)										
$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$										
Donde:										
m = Número Máximo Admisible de Valores Deducidos, incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).										
VAR = Valor individual mas alto del valor deducido										
m =					Fracción =					
#	VALOR DE REDUCCION							TOTAL	q	VDC
1	42	24	23	22	19	12	6			
2										
3										
4										
5										
6										
7										

Tabla 5.3. Tabla para Cálculo del valor deducido Corregido. Fuente: Elaboración propia

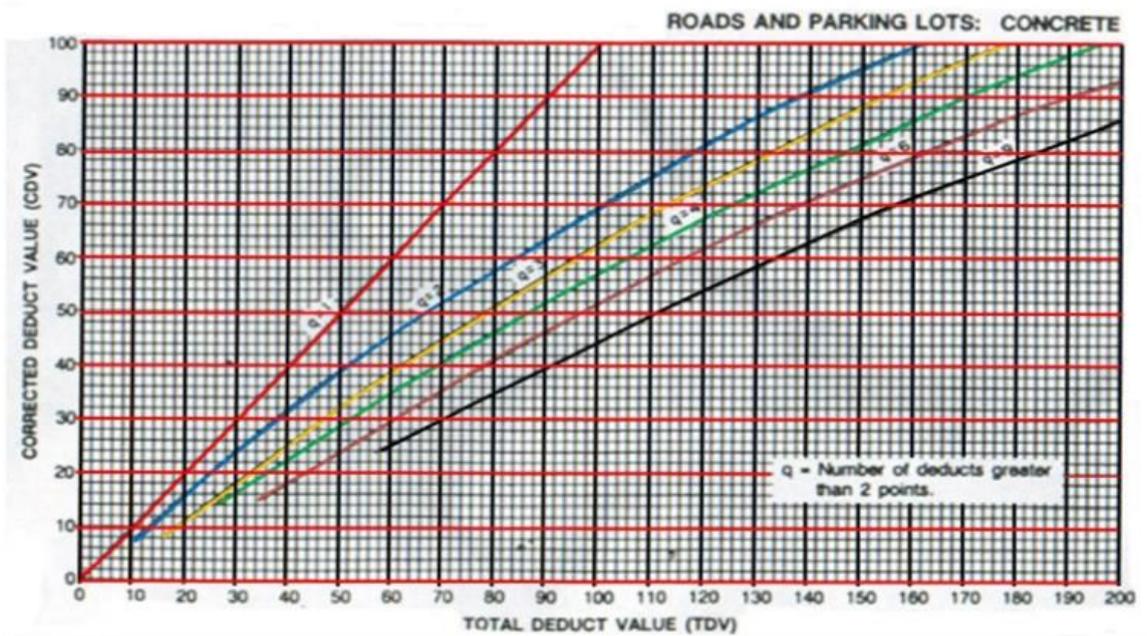


Figura 5.1: Curva para determinar VCD. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

### 5.1.1 División de las unidades de muestra:

#### Cálculo de las unidades de muestra

Tal como menciona el Método del PCI, si las losas no exceden 5.05 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 24 losas. Para el cálculo de las unidades de muestra se divide la longitud total de la vía entre la longitud de las losas de la siguiente manera:

Unidad de muestra tomada para el caso se tomó 09 cuadras

Cuadra 01	172m.
Cuadra 02	56m.
Cuadra 03	288m.
Cuadra 04	184m.
Cuadra 05	222m.
Cuadra 06	140m.
Cuadra 07	132m.
Cuadra 08	106m.
Cuadra 09	122.15m.
Total, distancia es	<u>1422.05m.</u>

Longitud total de la vía = 1422.05 m

Largo de la losa promedio = 5.05 m

Numero de losas en unidad de muestra =

$$N_m = \frac{7.6 \times 20}{5.05} = 30.09 \quad 30 \text{ losas}$$

$$N = \frac{1422.05}{5.05 \times 28} = 10.06 \approx 10$$

por lo que se obtiene 10 unidades de muestra.

### **Determinación del número mínimo de unidades de muestra para**

#### **evaluación:**

Aplicando la ecuación N° 1, se calcula el número mínimo de unidades de muestra a ser inspeccionadas; se adopta un error  $e = 5 \%$ , que es el permitido, en vista que es la primera inspección que se ha realizado, se tomó una media estándar  $s = 15$ , con estas indicaciones, se procedió:

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

$$n = \frac{10.00 \times 15.00^2}{\frac{5.00^2}{4} \times (10.00 - 1) + 15^2}$$

$$n = 8 \approx 8.00$$

#### **Selección de las unidades de muestreo para inspección:**

Con la obtención del número mínimo de unidades de muestreo a evaluar, se procede a la selección de las unidades, para ello se procedió a reemplazar en la ecuación N° 2:

$$i = \frac{N}{n}$$

$$i = \frac{10.00}{8.00} = 1.25$$

Este resultado indica que se deberá evaluar todas las unidades de muestra.

En tabla 5.5 se muestra la división de unidades de muestra evaluados:

UNIDAD DE MUESTRA	LONGITUD(m)	N° LOSAS O PAÑOS
01	172	$(43+3)*2 = 89$
02	56	$(14*2) = 28$
03	288	$(72*2) = 144$
04	184	$(46*2) = 92$
05	222	$(44*2) = 88$
06	140	$(28*2) = 56$
07	132	$(24+24) = 48$
08	106	$(24+4+4) = 32$
09	122.15	$(15+8)*2 = 46$
<b>TOTAL</b>	1422.05	<b>=623</b>

Tabla 5.4: Longitud y número de losas de cada unidad. Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2 Unidad de Muestra

#### Unidad de Muestra U1: Avenida Cusco cuadra 01

La unidad de muestra U1 tiene 89 Paños y pertenece al tramo de la Av. Cusco las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad alto, siendo estas: Parche Grande, grietas Lineal y losa dividida. Como se aprecia en la siguiente tabla se obtuvieron 2 valores reducidos: 74.16, y 40.311, Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor reducido corregido 65.00, dando como resultado un PCI de 35 condición de Pavimento: Malo

UNIDAD DE MUESTRA N° 01	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS		
CALLE	LA AVENIDA CUSCO CUADRA 01 A LA CUADRA 09		
Fecha :	23/09/2019	DEP.	Ayacucho
CUADRAS	1	PROV	Huamanga
TIEMPO DE CONST.		DIST.	S.J.B.
AREA DE PAÑO	4.0 m x4.40 m	N° PAÑOS	89
ENCARGADO			
<b>TIPOS DE FALLAS</b>			
1.- Blow Up / Buckling	11.- Pulimiento de agregados		
2.- Grieta de Espina	12.- Popouts		
3.- Losa Dividida	13.- Bombeo		
4.- Grieta de Durabilidad "D"	14.- Punzonamiento		
5.- Escala	15.- Cruce de Vía Férrea		
6.- Sello de Junta	16.- Desconchamiento		
7.- Desnivel Carril/Berma	17.- Retracción		
8.- Grieta Lineal	18.- Descascaramiento de esquina		
9.- Parcheo (Grande)	19.- Descascaramiento de junta		
10.- Parcheo (Pequeño)			
B: Baja	M: Media	3 A: Alta	

Tabla 5.5: Unidad de muestra u-1. Fuente: Elaboración propia

FALLAS EXISTENTES								
Falla	Tipo de Daño	N/S(3:alta, 2:media, 1:baja)	Severidad	N° de losas	Densidad (%)	Valor Deducido		
9	Parcheo (Grande)	2	Media	40.00	44.94	16.68		
8	Grieta Lineal	2	Media	16.00	17.98	17.18		
3	Losa Dividida	3	Alta	26.00	29.21	40.31		
		0	0	0.00	0.00	0.00		
				82.00				
Número de deducidos > 2 (q) =				3.00	TOTAL VD = 74.167			
Valor deducido más alto (HDVi) =				40.311				
Número admisible de deducidos (mi) =				6.48	< 10 de la Ecuación N° 1			
CÁLCULO DEL PCI								
#	Valores Deducidos				Total	q	CDV	
1	40.31	17.18	16.68	0.00	0.48	74.65	4.00	43.40
2	40.31	17.18	16.68	0.00	0.48	74.65	3.00	48.00
3	40.31	17.18	5.00	0.00	0.48	62.97	2.00	59.30
4	40.31	5.00	5.00	0.00	0.00	50.31	1.00	50.30
						MÁX CDV =	65.00	
PCI =		100 - MAX. CDV						
PCI =		35						
CONDICION DEL PAVIMENTO:				<b>Malo</b>				

Tabla 5.6: Unidad de muestra u-1. Fuente: Elaboración propia

35

DETALLE	Falla	Densidad	VD
Parcheo (Grande)	9	44.94	16.68
Grieta Lineal	8	17.98	17.18
Losa Dividida	3	29.21	40.31
	0	0.00	0.00



Figura 5.2: La incidencia de las Patología en U-1. Fuente: Elaboración propia

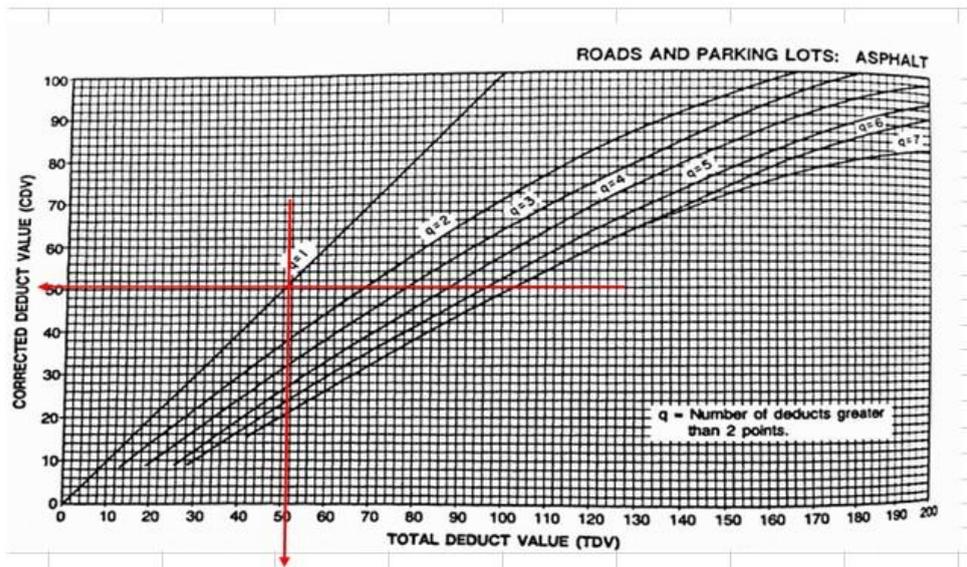


Figura 5.3: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

### Unidad de Muestra U2: Avenida Cusco cuadra 02

La unidad de muestra U2 tiene 28 Paños y pertenece al tramo de la Av. cusco. Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad alto, siendo estas: losa dividida, grietas Lineal parche grande y losa dividida. Como se aprecia en la siguiente tabla se obtuvieron 2 valores reducidos: 89.3, Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor reducido corregido 61, dando como resultado PCI de 39 condición de

pavimento **Malo**

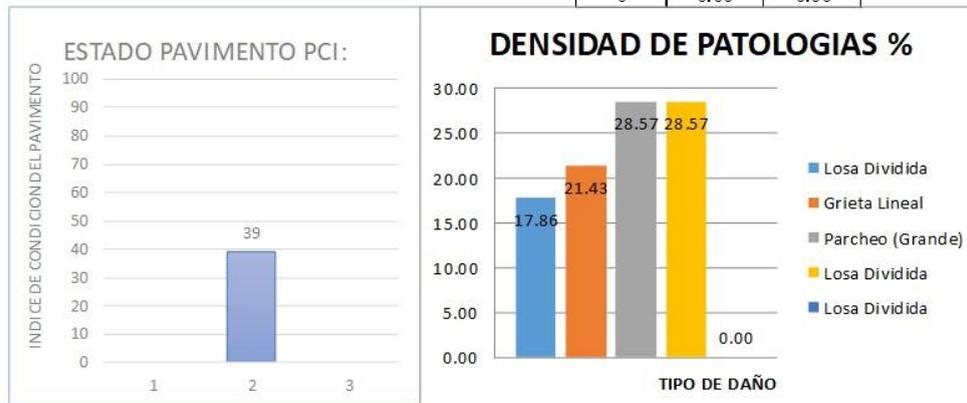
CALLE				LA AVENIDA CUSCO CUADRA 01 A LA CUADRA 09	
Fecha :	23/09/2019	DEP.	Ayacucho		
CUADRAS	2	PROV	Huamanga		
TIEMPO DE CONST.		DIST.	S.J.B.		
AREA DE PAÑO	4 m.x4.45 m.	N° PAÑOS	28		
ENCARGADO					
TIPOS DE FALLAS					
1.- Blow Up / Buckling	11.- Pulimiento de agregados				
2.- Grieta de Esquina	12.- Popouts				
3.- Losa Dividida	13.- Bombeo				
4.- Grieta de Durabilidad "D"	14.- Punzonamiento				
5.- Escala	15.- Cruce de Via Férrea				
6.- Sello de Junta	16.- Desconchamiento				
7.- Desnivel Carril/Berma	17.- Retracción				
8.- Grieta Lineal	18.- Descascaramiento de esquina				
9.- Parcheo (Grande)	19.- Descascaramiento de junta				
10.- Parcheo (Pequeño)					

Tabla 5.7: Unidad de muestra u-2. Fuente: Elaboración propia

FALLAS EXISTENTES									
Falla	Tipo de Daño	N/S(3:alta, 2:media, 1:baja)	Severidad	Nº de losas	Densidad (%)	Valor Deducido			
3	Losa Dividida	1	Baja	5.00	17.86	41.97			
8	Grieta Lineal	2	Media	6.00	21.43	4.06			
9	Parcheo (Grande)	3	Alta	8.00	28.57	27.70			
3	Losa Dividida	2	Media	8.00	28.57	15.57			
0					0.000	0.00			
				27.00					
Número de deducidos > 2 (q) = 4.00				TOTAL VD = 89.300					
Valor deducido más alto (HDVi) = 41.971									
Número admisible de deducidos (mi) = 6.33				< 10 de la Ecuación N° 1					
CÁLCULO DEL PCI									
#	Valores Deducidos					Total	q	CDV	
1	41.97	27.70	15.57	4.06	0.00	0.33	89.63	5.00	46.60
2	41.97	27.70	15.57	4.06	0.00	0.33	89.63	4.00	50.00
3	41.97	27.70	15.57	5.00	0.00	0.33	90.57	3.00	59.30
4	41.97	27.70	5.00	5.00	0.00	0.33	80.00	2.00	58.00
5	41.97	5.00	5.00	5.00	0.00	0.33	57.30	1.00	57.300
MÁX CDV =							61		
PCI = 100 - MAX. CDV									
PCI = <b>39</b>									
CONDICION DEL PAVIMENTO: <b>Malo</b>									

Figura 5.4: Unidad de muestra u-2. Fuente: Elaboración propia

DETALLE	Falla	Densidad	VD	
39	Losa Dividida	3	17.86	41.97
	Grieta Lineal	8	21.43	4.06
	Parcheo (Grande)	9	28.57	27.70
	Losa Dividida	3	28.57	15.57
		0	0.00	0.00



Malo

Figura 5.5: La incidencia de las Patología en U-2. Fuente: Elaboración propia

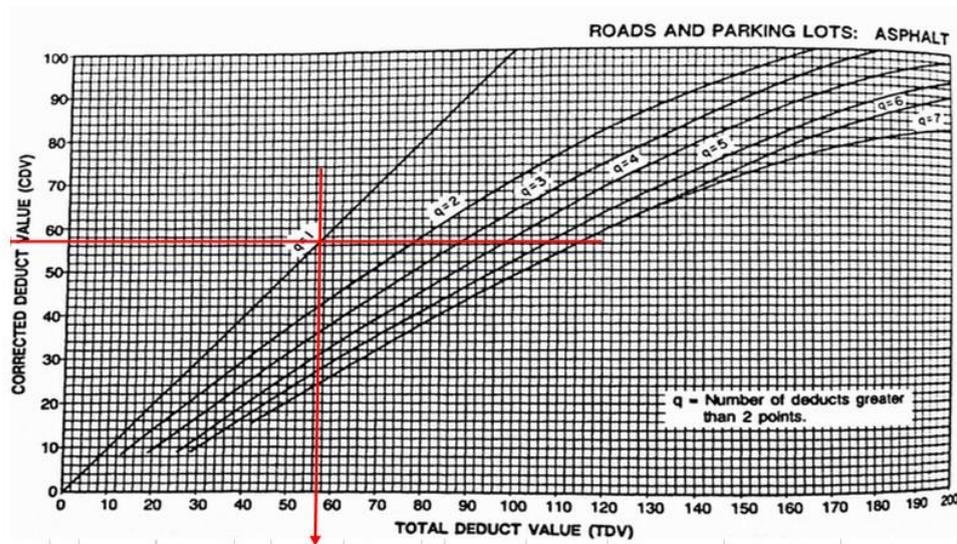


Tabla 5.8: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

### Unidad de Muestra U3: Avenida Cusco cuadra 03

La unidad de muestra U3 tiene 144 Paños y pertenece al tramo de la Av. cusco. Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad, siendo estas: Parche grande, grieta lineal, Parche pequeño, parche grande y losa dividida. Como se aprecia en la siguiente tabla se obtuvieron 2 valores reducidos: 47.45, Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor reducido corregido 60., dando como resultado PCI de 40

condición de pavimento **regular**

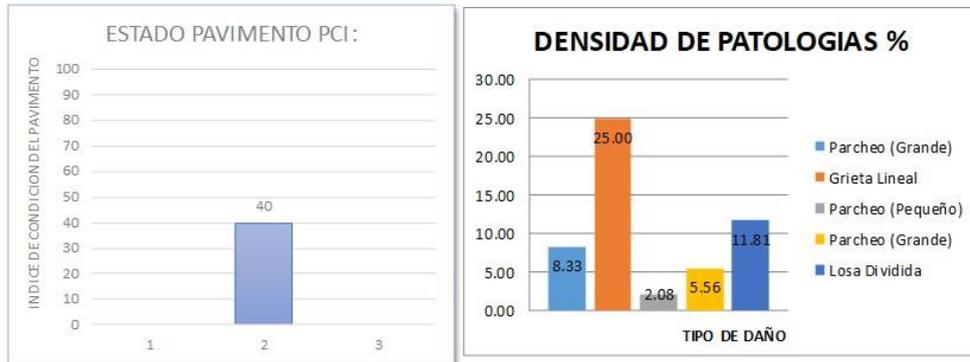
UNIDAD DE MUESTRA N° 03		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS			
CALLE	LA AVENIDA CUSCO CUADRA 01 A LA CUADRA 09				
Fecha :	23/09/2019	DEP.	Ayacucho		
CUADRAS	3	PROV	Huamanga		
TIEMPO DE CONST.		DIST.	S.J.B.		
AREA DE PAÑO	4 m x 4.37m.	N° PAÑOS	144		
ENCARGADO					
<b>TIPOS DE FALLAS</b>					
1.- BlowUp / Buckling	11.- Pulimiento de agregados				
2.- Grieta de Esquina	12.- Popouts				
3.- Losa Dividida	13.- Bombeo				
4.- Grieta de Durabilidad "D"	14.- Punzonamiento				
5.- Escala	15.- Cruce de Vía Férrea				
6.- Sello de Junta	16.- Desconchamiento				
7.- Desnivel Carril/Berma	17.- Retracción				
8.- Grieta Lineal	18.- Descascaramiento de esquina				
9.- Parcheo (Grande)	19.- Descascaramiento de junta				
10.- Parcheo (Pequeño)					
B: Baja                      M: Media                      A: Alta					

Tabla 5.9: Unidad de muestra U-3, Fuente: Elaboración propia

FALLAS EXISTENTES									
Falla	Tipo de Daño	N/S(3:alta, 2:media, 1:baja)	Severidad	N° de losas	Densidad (%)	Valor Deducido			
9	Parcheo (Grande)	2	Media	12.00	8.33	10.73			
8	Grieta Lineal	2	Media	36.00	25.00	7.80			
10	Parcheo (Pequeño)	1	Baja	3.00	2.08	0.97			
9	Parcheo (Grande)	2	Media	8.00	5.56	23.94			
3	Losa Dividida	2	Media	17.00	11.806	4.01			
				76.00					
Número de deducidos > 2 (q) = 5.00				TOTAL VD =		47.458			
Valor deducido más alto (HDVi) = 23.944									
Número admisible de deducidos (mi) = 7.98				< 10 de la Ecuación N° 1					
CÁLCULO DEL PCI									
#	Valores Deducidos					Total	q	CDV	
1	23.94	10.73	7.80	4.01	0.97	0.98	48.43	5.00	23.40
2	23.94	10.73	7.80	4.01	5.00	0.98	52.46	4.00	29.40
3	23.94	10.73	7.80	5.00	5.00	0.98	53.45	3.00	34.00
4	23.94	10.73	5.00	5.00	5.00	0.98	50.65	2.00	37.30
5	23.94	5.00	5.00	5.00	5.00	0.98	44.92	1.00	44.800
						MÁX CDV =	60.00		
PCI = 100 - MAX. CDV <b>PCI = 40</b> CONDICION DEL PAVIMENTO: <b>Regular</b>									

Tabla 5.10: Unidad de muestra U-3, Fuente: Elaboración propia

DETALLE		Falla	Densidad	VD
40	Parcheo (Grande)	9	8.33	10.73
	Grieta Lineal	8	25.00	7.80
	Parcheo (Pequeño)	10	2.08	0.97
	Parcheo (Grande)	9	5.56	23.94
	Losa Dividida	3	11.81	4.01



Regular

Figura. 5.6: La incidencia de las Patología en U-3, Fuente: Elaboración propia

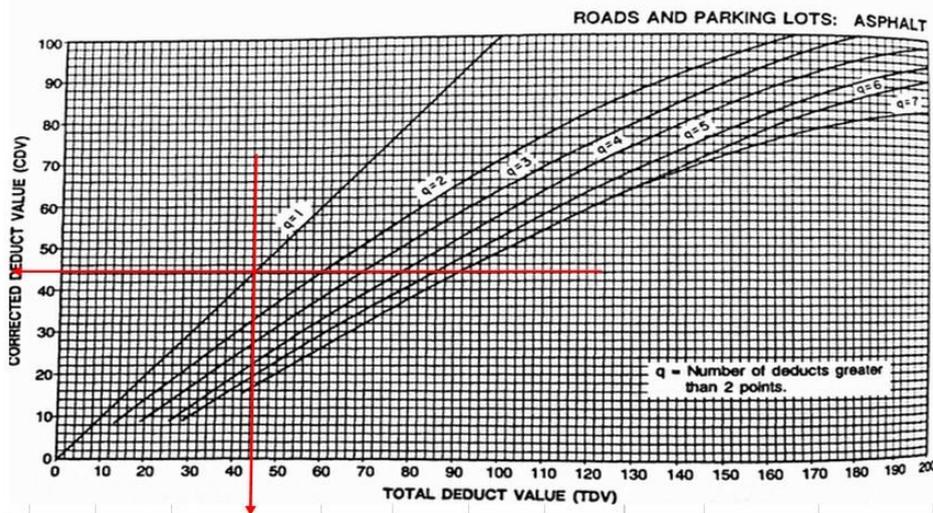


Figura 5.7: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

#### Unidad de Muestra U4: Avenida Cusco cuadra 04

La unidad de muestra U4 tiene 92 Paños y pertenece al tramo de la Av. cusco. Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad alto, siendo estas: Parche grande, grietas Lineal, descascaramiento de junta y losa dividida. Como se aprecia en la siguiente tabla se obtuvieron 2 valores reducidos: 118.10, Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor reducido corregido 76, dando como resultado PCI de 24, condición de Pavimento MUY MALO

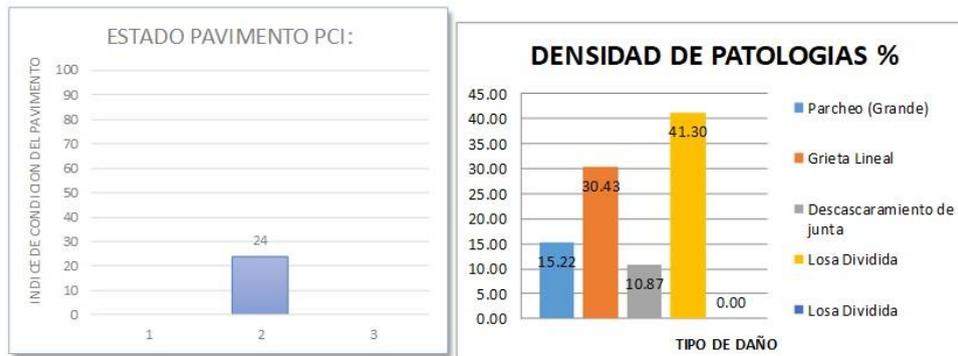
UNIDAD DE MUESTRA N° 04	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS			
CALLE	LA AVENIDA CUSCO CUADRA 01 A LA CUADRA 09			
Fecha :	23/09/2019	DEP.	Ayacucho	
CUADRAS	4	PROV	Huamanga	
TIEMPO DE CONST.		DIST.	S.J.B.	
AREA DE PAÑO	4.0m.x4.20 m.	N° PAÑOS	92	
ENCARGADO				
<b>TIPOS DE FALLAS</b>				
1.- Blow Up / Buckling	11.- Pulimiento de agregados			
2.- Grieta de Esquina	12.- Popouts			
3.- Losa Dividida	13.- Bombeo			
4.- Grieta de Durabilidad "D"	14.- Punzonamiento			
5.- Escala	15.- Cruce de Via Férrea			
6.- Sello de Junta	16.- Desconchamiento			
7.- Desnivel Carril/Berma	17.- Retracción			
8.- Grieta Lineal	18.- Descascaramiento de esquina			
9.- Parcheo (Grande)	19.- Descascaramiento de junta			
10.- Parcheo (Pequeño)				
B: Baja	M: Media	A: Alta		

Tabla 5.11: Unidad de muestra U-4, Fuente: Elaboración propia

FALLAS EXISTENTES								
Falla	Tipo de Daño	N/S(3:alta, 2:media, 1:baja)	Severidad	N° de losas	Densidad (%)	Valor Deducido		
9	Parcheo (Grande)	3	Alta	14.00	15.22	43.75		
8	Grieta Lineal	2	Media	28.00	30.43	20.17		
19	Descascaramiento de junta	1	Baja	10.00	10.87	9.49		
3	Losa Dividida	2	Media	38.00	41.30	45.30		
					0.000	0.00		
				90.00				
Número de deducidos > 2 (q) =				4.00	TOTAL VD = 118.710			
Valor deducido más alto (HDVi) =				45.296				
Número admisible de deducidos (mi) =				6.02	< 10 de la Ecuación N° 1			
CÁLCULO DEL PCI								
#	Valores Deducidos				Total	q	CDV	
1	45.30	43.75	20.17	9.49	0.00 0.02	118.73	5.00	63.50
2	45.30	43.75	20.17	9.49	0.00 0.02	118.73	4.00	70.60
3	45.30	43.75	20.17	5.00	0.00 0.02	114.24	3.00	76.10
4	45.30	43.75	5.00	5.00	0.00 0.02	99.07	2.00	74.10
5	45.30	5.00	5.000	5.00	0.00 0.02	60.32	1.00	60.100
MÁX CDV =						76		
PCI = 100 - MAX. CDV PCI = <b>24</b>								
CONDICION DEL PAVIMENTO: <b>Muy malo</b>								

Tabla 5.12: Unidad de muestra U-4, Fuente: Elaboración propia

DETALLE	Falla	Densidad	VD	
24	Parcheo (Grande)	9	15.22	43.75
	Grieta Lineal	8	30.43	20.17
	Descascaramient	19	10.87	9.49
	Losa Dividida	3	41.30	45.30
		0	0.00	0.00



**Muy malo**

Figura 5.8: La incidencia de las Patología en U-4, Fuente: Elaboración propia

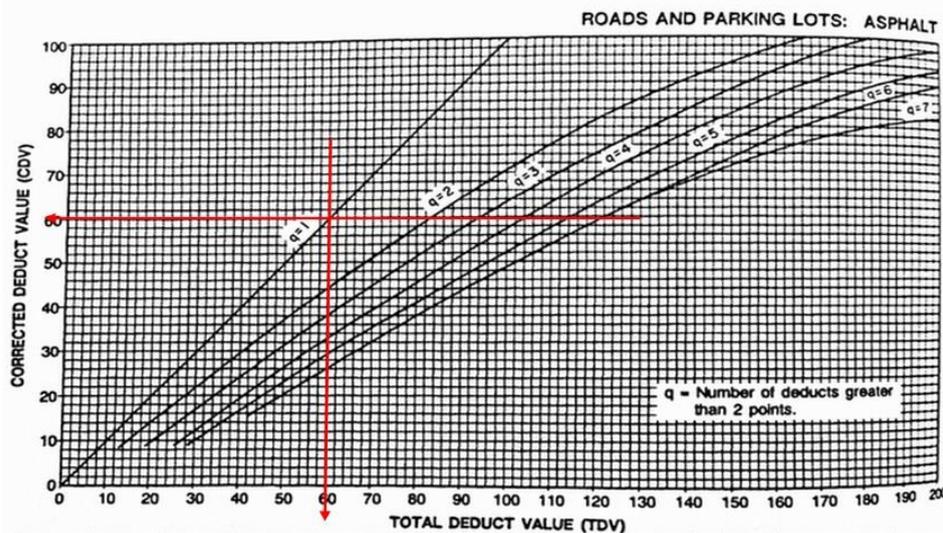


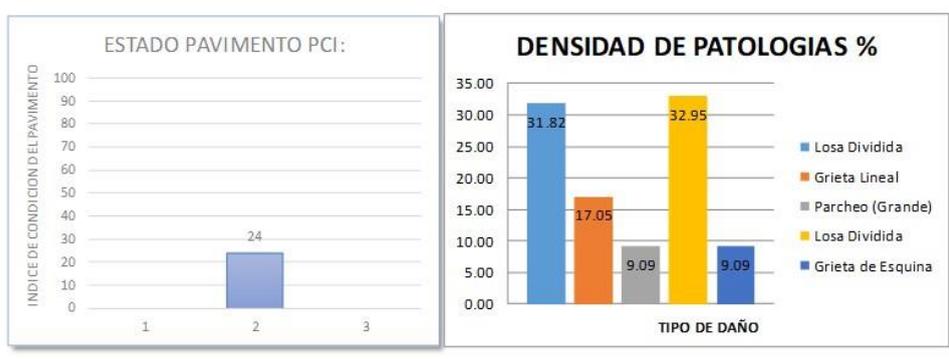
Figura 5.9: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

### Unidad de Muestra U5: Avenida Cusco cuadra 05

La unidad de muestra U1 tiene 88 Paños y pertenece al tramo de la Av. cusco. Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad alto, siendo estas: Losa dividida, grieta lineal, parche grande losa dividida, grietas de equina. Como se aprecia en la siguiente tabla se obtuvieron 2 valores reducidos: 127.58, Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor reducido corregido de 77, dando como resultado PCI de 23, condición de Pavimento MUY MALO



DETALLE	Falla	Densidad %	VD
Losa Dividida	3	31.82	44.77
Grieta Lineal	8	17.05	20.49
Parqueo (Grande)	9	9.09	9.67
Losa Dividida	3	32.95	46.68
Grieta de Esquina	2	9.09	5.96



Muy malo

Figura 5.10: La incidencia de las Patología en U-5, Fuente: Elaboración propia

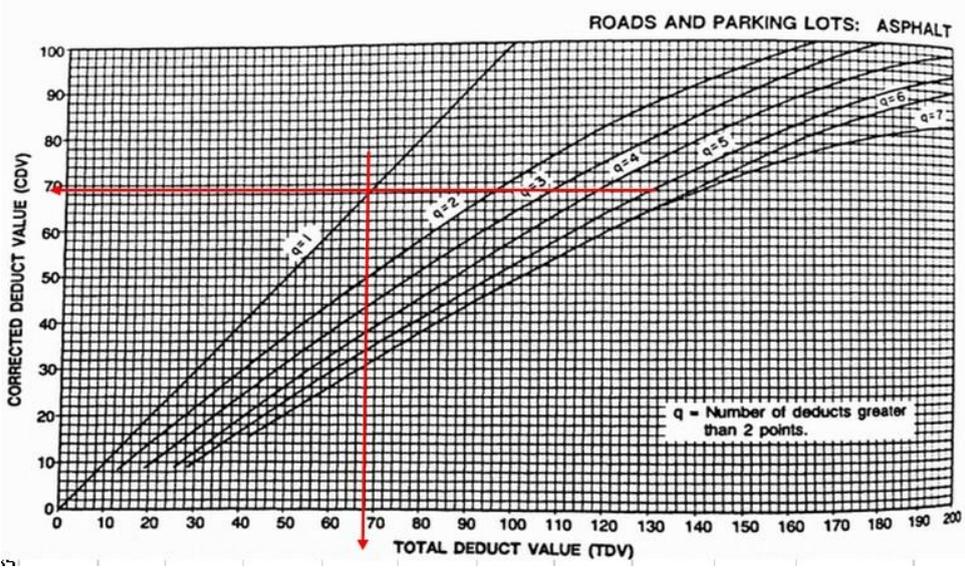


Figura 5.11: Curva de VDC de la muestra, Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

### Unidad de Muestra U6: Avenida Cusco cuadra 06

La unidad de muestra U1 tiene 56 Paños y pertenece al tramo de la Av. cusco. Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad, siendo estas: losa dividida, grieta lineal, parche pequeño descascaramiento de esquina. Como se aprecia en la siguiente tabla se obtuvieron 2 valores reducidos: 48.121, Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor reducido corregido 42, dando como resultado PCI de 58

estado **bueno**

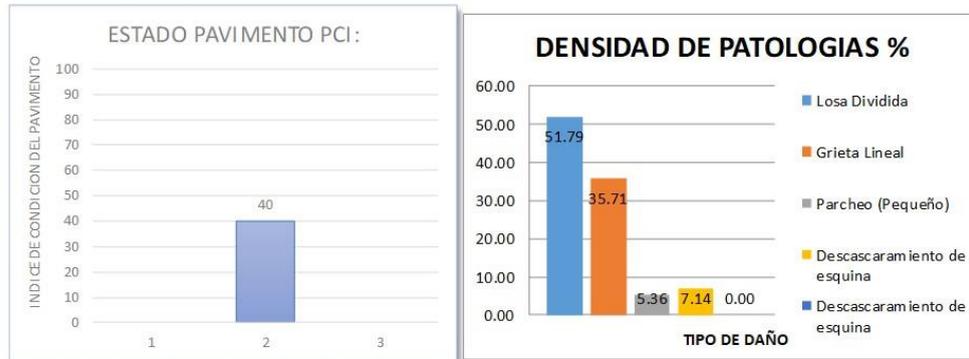
UNIDAD DE MUESTRA N° 06	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS				
CALLE	LA AVENIDA CUSCO CUADRA 01 A LA CUADRA 09				
Fecha :	23/09/2019	DEP.	Ayacucho		
CUADRAS	6	PROV	Huamanga		
TIEMPO DE CONST.		DIST.	S.J.B.		
AREA DE PAÑO	5.0 m.x 3.02 m.	N° PAÑOS	56		
ENCARGADO					
<b>TIPOS DE FALLAS</b>					
1.- BlowUp / Buckling	11.- Pulimiento de agregados				
2.- Grieta de Esquina	12.- Popouts				
3.- Losa Dividida	13.- Bombeo				
4.- Grieta de Durabilidad "D"	14.- Punzonamiento				
5.- Escala	15.- Cruce de Vía Férrea				
6.- Sello de Junta	16.- Desconchamiento				
7.- Desnivel Carril/Berma	17.- Retracción				
8.- Grieta Lineal	18.- Descascaramiento de esquina				
9.- Parcheo (Grande)	19.- Descascaramiento de junta				
10.- Parcheo (Pequeño)					
B: Baja		M: Media		A: Alta	

Tabla 5.15: Unidad de muestra U-6, Fuente: Elaboración propia

FALLAS EXISTENTES									
Falla	Tipo de Daño	N/S(3:alta, 2:media, 1:baja)	Severidad	N° de losas	Densidad (%)	Valor Deducido			
3	Losa Dividida	2	Media	29.00	51.79	9.84			
8	Grieta Lineal	2	Media	20.00	35.71	4.54			
10	Parcheo (Pequeño)	1	Baja	3.00	5.36	6.81			
18	Descascaramiento de esquina	2	Media	4.00	7.14	26.93			
0				0.00	0.000	0.00			
				56.00					
Número de deducidos > 2 (q) =				4.00	TOTAL VD =	48.121			
Valor deducido más alto (HDVi) =				26.929					
Número admisible de deducidos (mi) =				7.71	< 10	de la Ecuación N° 1			
CÁLCULO DEL PCI									
#	Valores Deducidos				Total	q	CDV		
1	26.93	9.84	6.81	4.54	0.00	0.71	48.83	5.00	21.10
2	26.93	9.84	6.81	4.54	0.00	0.71	48.83	4.00	27.60
3	26.93	9.84	6.81	5.00	0.00	0.71	49.29	3.00	20.00
4	26.93	9.84	5.00	5.00	0.00	0.71	47.48	2.00	34.00
5	26.93	5.00	5.000	5.00	0.00	0.71	42.64	1.00	42.100
							MÁX CDV =	42	
PCI = 100 - MAX. CDV									
PCI =							58		
CONDICION DEL PAVIMENTO:							<b>Bueno</b>		

Tabla 5.16: Unidad de muestra U-6, Fuente: Elaboración propia

DETALLE		Falla	Densidad	VD
58	Losa Dividida	3	51.79	9.84
	Grieta Lineal	8	35.71	4.54
	Parqueo (Pequeño)	10	5.36	6.81
	Descascamiento	18	7.14	26.93
		0	0.00	0.00



Bueno

Figura 5.12: La incidencia de las Patología en U-6, Fuente: Elaboración propia

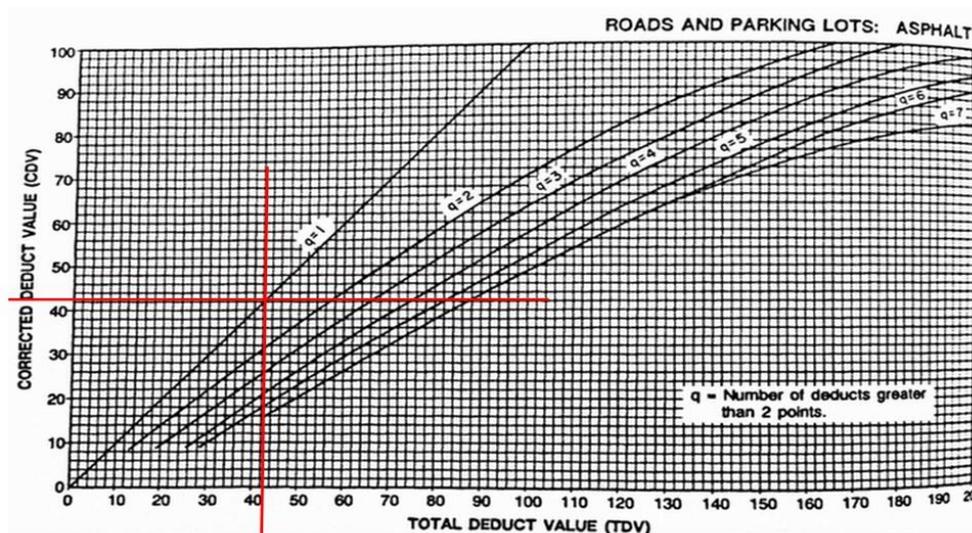


Figura 5.13: Curva de VDC de la muestra, Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

### Unidad de Muestra U7: Avenida Cusco cuadra 07

La unidad de muestra U1 tiene 48 Paños y pertenece al tramo de la Av. cusco. Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad alto, siendo estas: losa dividida grieta lineal, descascamiento de junta, losa dividida. Como se aprecia en la siguiente tabla se obtuvieron 2 valores reducidos: 119.275, Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor reducido corregido 73, dando como resultado PCI de 27 condición de pavimento MALO

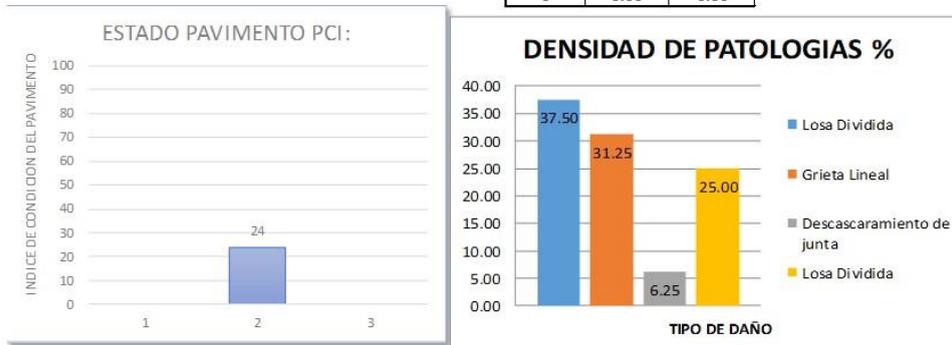
UNIDAD DE MUESTRA N° 07	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS		
CALLE	LA AVENIDA CUSCO CUADRA 01 A LA CUADRA 09		
Fecha :	23/09/2019	DEP.	Ayacucho
CUADRAS	7	PROV	Huamanga
TIEMPO DE CONST.		DIST.	S.J.B.
AREA DE PAÑO	5.05m.x5.23 m.	N° PAÑOS	48
ENCARGADO			
<b>TIPOS DE FALLAS</b>			
1.- Blow Up / Buckling	11.- Pulimiento de agregados	5.05 m	
2.- Grieta de Esquina	12.- Popouts		
3.- Losa Dividida	13.- Bombeo		
4.- Grieta de Durabilidad "D"	14.- Punzonamiento		
5.- Escala	15.- Cruce de Via Férrea		
6.- Sello de Junta	16.- Desconchamiento		
7.- Desnivel Carril/Berma	17.- Retracción		
8.- Grieta Lineal	18.- Descascaramiento de esquina		
9.- Parcheo (Grande)	19.- Descascaramiento de junta		
10.- Parcheo (Pequeño)			
B: Baja	M: Media	A: Alta	

Tabla 5.17: Unidad de muestra U-7, Fuente: Elaboración propia

FALLAS EXISTENTES										
Falla	Tipo de Daño	N/S(3:alta, 2:media, 1:baja)	Severidad	N° de losas	Densidad (%)	Valor Deducido				
3	Losa Dividida	2	Media	18.00	37.50	45.25				
8	Grieta Lineal	2	Media	15.00	31.25	20.30				
19	Descascaramiento de junta	1	Baja	3.00	6.25	9.53				
3	Losa Dividida	2	Baja	12.00	25.00	44.20				
					0.000	0.00				
				48.00						
Número de deducidos > 2 (q) = 4.00				TOTAL VD =		119.275				
Valor deducido más alto (HDVi) = 45.250										
Número admisible de deducidos (mi) = 6.03				< 10 de la Ecuación N° 1						
CÁLCULO DEL PCI										
#	Valores Deducidos					Total	q	CDV		
1	45.25	44.20	20.30	9.53	0.00	0.03	119.31	5.00	64.00	
2	45.25	44.20	20.30	9.53	0.00	0.03	119.31	4.00	69.20	
3	45.25	44.20	20.30	5.00	0.00	0.03	114.78	3.00	72.60	
4	45.25	44.20	5.00	5.00	0.00	0.03	99.48	2.00	70.00	
5	45.25	5.00	5.000	5.00	0.00	0.03	60.28	1.00	60.000	
						MÁX CDV =		73		
PCI =		100 - MAX. CDV								
PCI =		27								
CONDICION DEL PAVIMENTO:				<b>Malo</b>						

Tabla 5.18: Unidad de muestra U-7, Fuente: Elaboración propia

DETALLE	Falla	Densidad	VD
27	Losa Dividida	3	37.50
	Grieta Lineal	8	31.25
	Descascaramient	19	6.25
	Losa Dividida	3	25.00
		0	0.00



Malo

Figura 5.14: La incidencia de las Patología en U-7, Fuente: Elaboración propia

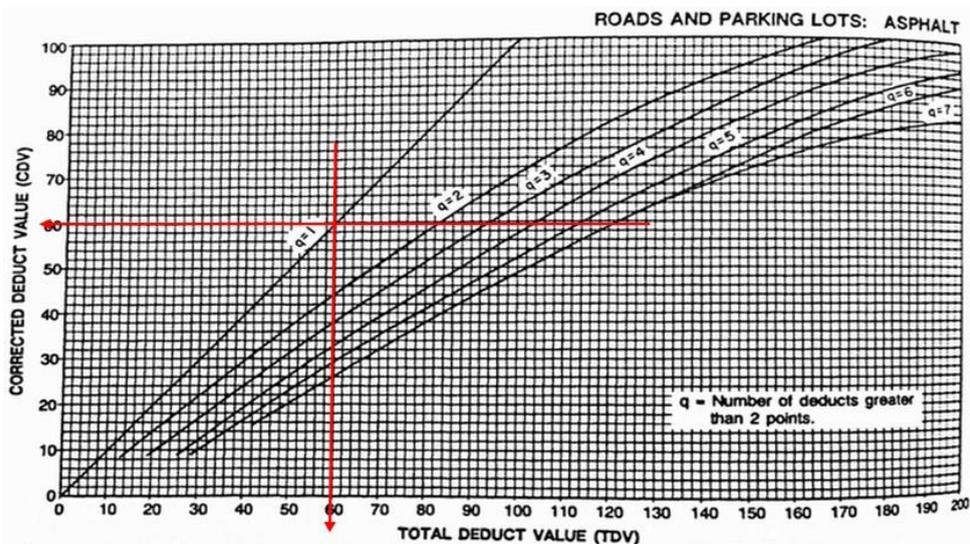


Figura 5.15: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

### Unidad de Muestra U8: Avenida CUSCO CUADRA 08

La unidad de muestra U2 tiene 32 Paños y pertenece al tramo de la Av. CUSCO.

Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad alto, siendo estas: losa dividida y grieta lineal. Como se aprecia en la siguiente tabla se obtuvieron 1 valores reducidos: 66.30. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor reducido corregido 66, dando como resultado un PCI de 34 condición de pavimento MALO

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

Tabla 5.19: Rango de clasificación del PCI. Fuente: Elaboración propia

UNIDAD DE MUESTRA Nº 08	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS		
CALLE	LA AVENIDA CUSCO CUADRA 01 A LA CUADRA 09		
Fecha :	23/09/2019	DEP.	Ayacucho
CUADRAS	8	PROV	Huamanga
TIEMPO DE CONST.		DIST.	S.J.B.
AREA DE PAÑO	23m.x5.05 m./ 2.33mx3.1	Nº PAÑOS	32
ENCARGADO			
<b>TIPOS DE FALLAS</b>			
1.- Blow Up / Buckling	11.- Pulimiento de agregados		
2.- Grieta de Esquina	12.- Popouts		
3.- Losa Dividida	13.- Bombeo		
4.- Grieta de Durabilidad "D"	14.- Punzonamiento		
5.- Escala	15.- Cruce de Via Férrea		
6.- Sello de Junta	16.- Desconchamiento		
7.- Desnivel Carril/Berma	17.- Retracción		
8.- Grieta Lineal	18.- Descascaramiento de esquina		
9.- Parcheo (Grande)	19.- Descascaramiento de junta		
10.- Parcheo (Pequeño)			
B: Baja	M: Media	A: Alta	

Tabla 5.20: Unidad de muestra U-8, Fuente: Elaboración propia



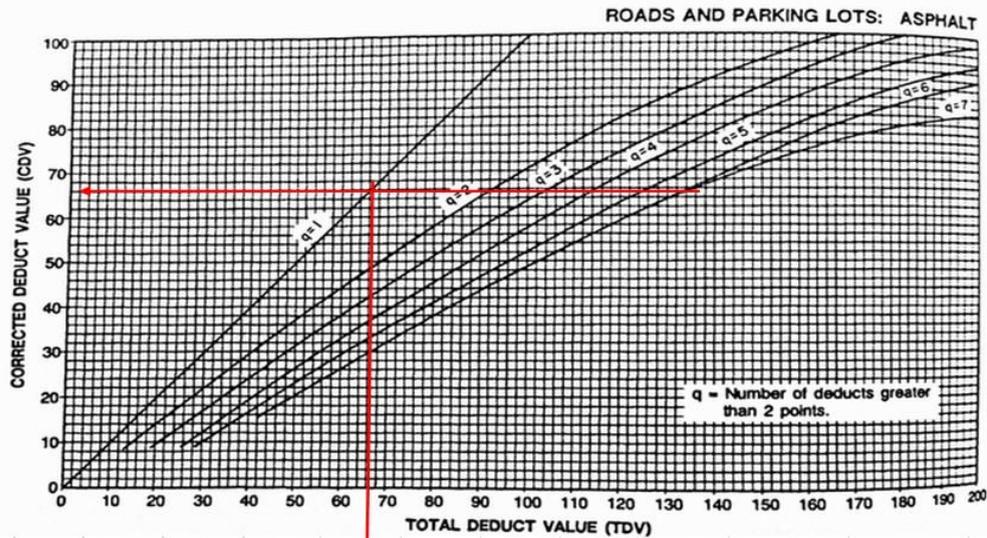


Tabla 5.23: Curva de VDC de la muestra. Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

### Unidad de Muestra U9: Avenida Cusco cuadra 09

“La unidad de muestra U3 tiene 46 Paños y pertenece al tramo del Av. Cusco las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad, siendo estas: grietas lineales parche pequeño, losa dividida.

Como se aprecia en la siguiente tabla se obtuvieron 2 valores reducidos: 24.72 Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor reducido corregido 25, dando como resultado un PCI de 75 condición de pavimento **MUY BUENO** en esta cuadra se ha renovado varios paños lo cual quedando como nuevos

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

Tabla 5.24: Rango de clasificación del PCI. Fuente: Elaboración propia

UNIDAD DE MUESTRA Nº 09	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS			
CALLE	LA AVENIDA CUSCO CUADRA 01 A LA CUADRA 09			
Fecha :	23/09/2019	DEP.	Ayacucho	
CUADRAS	9	PROV	Huamanga	
TIEMPO DE CONST.		DIST.	S.J.B.	
AREA DE PAÑO	3.5m.x 2.33m./5.05mx5	Nº PAÑOS	46	
ENCARGADO				
<b>TIPOS DE FALLAS</b>				
1.- Blow Up / Buckling	11.- Pulimiento de agregados	3.5 m	5.05 m 	
2.- Grieta de Esquina	12.- Popouts			
3.- Losa Dividida	13.- Bombeo			
4.- Grieta de Durabilidad "D"	14.- Punzonamiento			
5.- Escala	15.- Cruce de Via Férrea			
6.- Sello de Junta	16.- Desconchamiento			
7.- Desnivel Carril/Berma	17.- Retracción			
8.- Grieta Lineal	18.- Descascaramiento de esquina			
9.- Parcheo (Grande)	19.- Descascaramiento de junta			
10.- Parcheo (Pequeño)				
B: Baja                      M: Media                      A: Alta				

Tabla 5.25: Unidad de muestra U-9, Fuente: Elaboración propia

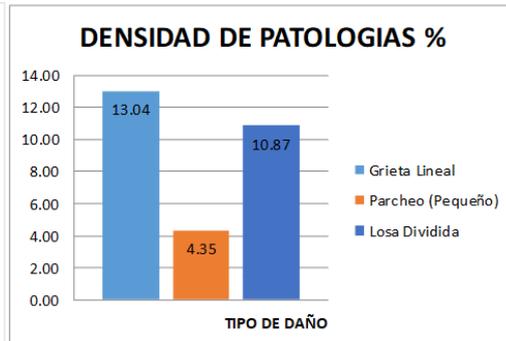
FALLAS EXISTENTES							
Falla	Tipo de Daño	N/S(3:alta, 2:media, 1:baja)	Severidad	Nº de losas	Densidad (%)	Valor Deducido	
8	Grieta Lineal	2	Media	6.00	13.04	10.57	
10	Parcheo (Pequeño)	2	Media	2.00	4.35	7.18	
3	Losa Dividida	1	Baja	5.00	10.87	6.98	
				0.00	0.00	0.00	
				0.00	0.000	0.00	
				13.00			
Número de deducidos > 2 (q) = 7.00				<b>TOTAL VD =</b>		24.724	
Valor deducido más alto (HDVi) = 10.565							
Número admisible de deducidos (mi) = 9.21				< 10 de la Ecuación Nº 1			
CÁLCULO DEL PCI							
#	Valores Deducidos			Total	q	CDV	
1	10.57	7.18	6.98	0.21	24.94	12.00	
2	10.57	7.18	6.98	0.21	24.94	16.00	
3	10.57	7.18	6.98	0.21	24.94	24.50	
4	10.57	7.18	5.00		0.00	0.00	
5	10.57	5.00	5.000		0.00	0.000	
					<b>MÁX CDV =</b>		25.00
PCI = 100 - MAX. CDV							
PCI = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">75</span>							
CONDICION DEL PAVIMENTO: <b>Muy bueno</b>							

Tabla 5.26: Unidad de muestra U-9, Fuente: Elaboración propia

DETALLE	Falla	Densidad	VD
Grieta Lineal	8	13.04	10.57
75 Parcho (Pequeño)	10	4.35	7.18
Losa Dividida	3	10.87	6.98
0	0	0.00	0.00
0	0	0.00	0.00



Muy bueno



Esta cuadra los paños ha sido renovado por la municipalidad con paños nuevos

Figura 5.16: La incidencia de las Patología en U-9, Fuente: Elaboración propia

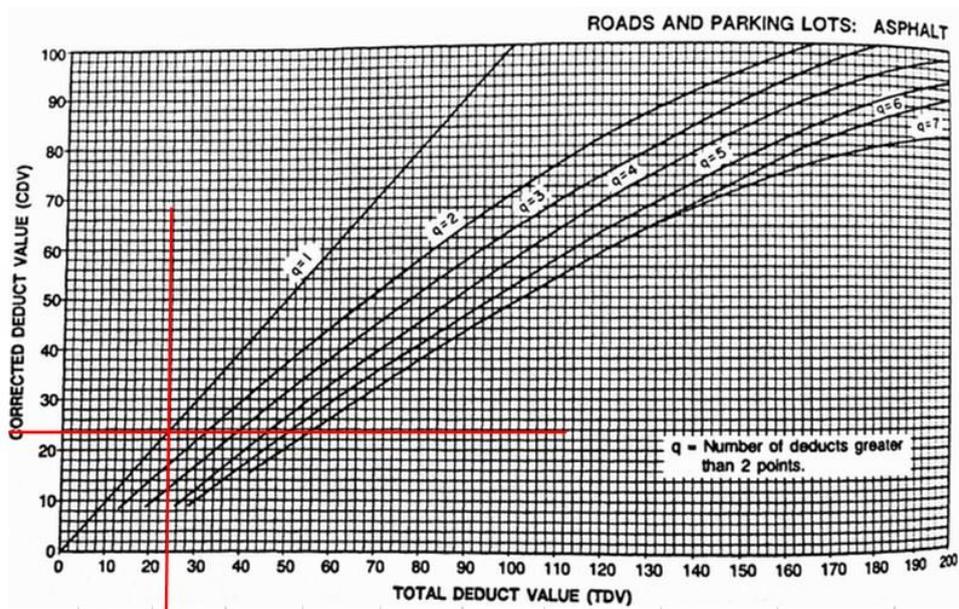


Figura 5.17: Curva de VDC de la muestra, Fuente: Vásquez, L. Pavement Condition Index (PCI)

## 5.2 Análisis de Resultados

Agrupando los resultados desde la unidad de muestra U1 hasta la unidad de muestra U9, se presenta un PCI promedio de 39.44, lo que corresponde a un pavimento MALO.

TABLA N° 10. UNIDAD DE MUESTRA GLOBAL

RESUMEN DE RESULTADOS						
UNIDAD DE MUESTRA	CALLE /AVENIDA	PCI DE MUESTRA RESUMEN	DESCRIPCION	PCI SECCION	RANGO DE CLASIFICAION	EN %
U1	AVENIDA CUSCO CUADRA 01	35	Malo	39.44	"Malo"	9.86
U2	AVENIDA CUSCO CUADRA 02	39	Malo			10.99
U3	AVENIDA CUSCO CUADRA 03	40	Regular			11.27
U4	AVENIDA CUSCO CUADRA 04	24	Muy malo			6.76
U5	AVENIDA CUSCO CUADRA 05	23	Muy malo			6.48
U6	AVENIDA CUSCO CUADRA 06	58	Bueno			16.34
U7	AVENIDA CUSCO CUADRA 07	27	Malo			7.61
U8	AVENIDA CUSCO CUADRA 08	34	Malo			9.58
U9	AVENIDA CUSCO CUADRA 09	75	Muy bueno			21.13
	Total	355				100.00

Tabla 5.27: Unidad de muestra global, Fuente: Elaboración propia

RESUMEN	PCI DE MUESTRA RESUMEN	DESCRIPCION	EN %
U1,U2,U7,U8	33.75	Malo	38.03
U3	40	Regular	11.27
U6	58	Bueno	16.34
U9	75	muy bueno	21.13
U4,U5	23.5	Muy Malo	13.24
			100.00

RESUMEN DE UNIDAD DE MUESTRA



Figura 5.18: Unidad de muestra global, Fuente: Elaboración propia

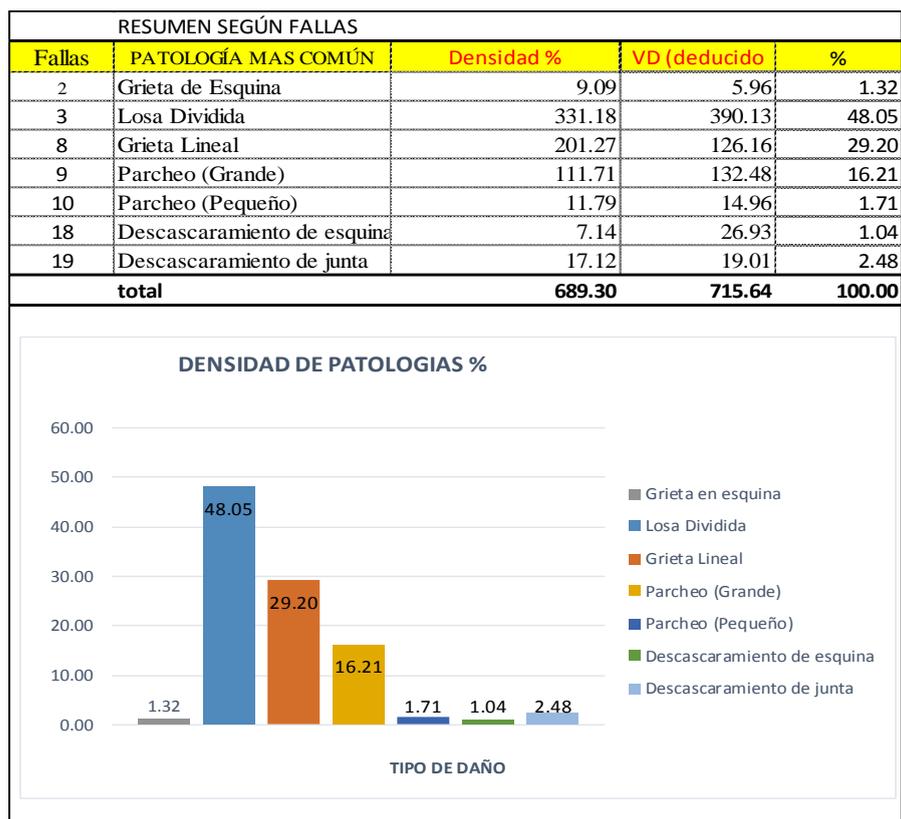


Figura 5.19: Unidad de muestra global, Fuente: Elaboración propia

- El mayor valor de PCI lo tiene la unidad de muestra U9, igual a 75 y de condición **MUY BUENA**. El menor PCI, de 23, corresponde a la unidad de muestra U5 de estado Muy Malo.
- Las fallas más frecuentes encontradas en las distintas unidades de muestra son: Pulimento de agregados tanto con un nivel de severidad medio y alto. Este tipo de deterioro del pavimento, se localizaron en casi todas las unidades de muestra inspeccionadas. A veces cubrían toda el área de la unidad, o parte de ella, pero 8 de las 9 unidades de muestras presentaron este tipo de falla.
- La densidad, es el porcentaje de paños de la unidad de muestra en la que se encuentra una determinada falla. Por ejemplo, la falla de tipo **losa dividida**, con un nivel de severidad alto tiene una densidad de 331.18, quiere decir que 48.05 % de los paños de la unidad de muestra está afectado por **losa dividida** con un nivel de severidad alto. Seguido por **grieta lineal** con densidad de 201.269 dicho de

otra manera, 29.2% paños de la unidad de muestra se encuentran afectados por grieta lineal con un nivel de severidad alto. Las fallas que mayor daño producen al pavimento, son aquellas que presentan un valor reducido alto. De todas las fallas inspeccionadas, la que causó más deterioro en el pavimento, con un valor reducido de 48.05%, fueron las **losas divididas** de severidad alta. Estas **losas divididas** se localizaron en la unidad de muestra U1, U2, U7, U8 de la Av. cusco

- En la unidad de muestra U5, la grieta de esquina de mediana severidad tiene un valor reducido de 23 y de igual manera es una de las fallas que más afecta al pavimento de 38.03% en condición Malo

Las fallas de menor valor deducido son las que menos deterioro causan en el pavimento. Un valor deducido de cero, significa que el tamaño de la falla es despreciable comparado con las dimensiones de la unidad de muestra.

## VI. CONCLUSIONES.

Las conclusiones extraídas del estudio de caso son las siguientes:

- Se ha determinado el estado en que se encuentra los pavimentos de la Av. Cusco del distrito san juan bautista. Se inspeccionaron un total de 623 unidades de muestra obteniendo los siguientes resultados (Tabla 5.5)
- El 38.03 % en un estado **Malo** (PCI muestra resumen entre 35 y 39).
- El 21.13 %, en estado **muy bueno** (PCI muestra resumen entre 75),
- El 16.34 % de unidades en **estado bueno** (PCI muestra resumen entre 58);
- El 13.24 % en un estado **Muy Malo** (PCI muestra resumen entre 24 y 23).
- El 11.27 % del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento **regular** (PCI muestra resumen entre 40 );
- El resultado malo de 38.03% indica que se debe de reparar o con parches de lo contrario cambiar con paños nuevos para evitar el deterioro continuo de la superficie de rodadura en la avenida cusco.
- Evitar el paso continuo de vehículos de alto tonelaje los cuales deterioran por la carga que movilizan con destino a otras ciudades
- En una construcción nueva se debe de reforzar en la base del pavimento Rígido para evitar las restricciones de vehículos de mayor tonelaje.
- A esto se suma los cortes de pavimento para una nueva instalación de agua y desagüe que debilita el pavimento.

<b>RESUMEN</b>	<b>PCI DE MUESTRA RESUMEN</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>EN %</b>
U1,U2,U7.U8	33.75	Malo	38.03
U3	40	Regular	11.27
U6	58	Bueno	16.34
U9	75	muy bueno	21.13
U4,U5	23.5	Muy Malo	13.24
			100.00

RESUMEN DE UNIDAD DE MUESTRA

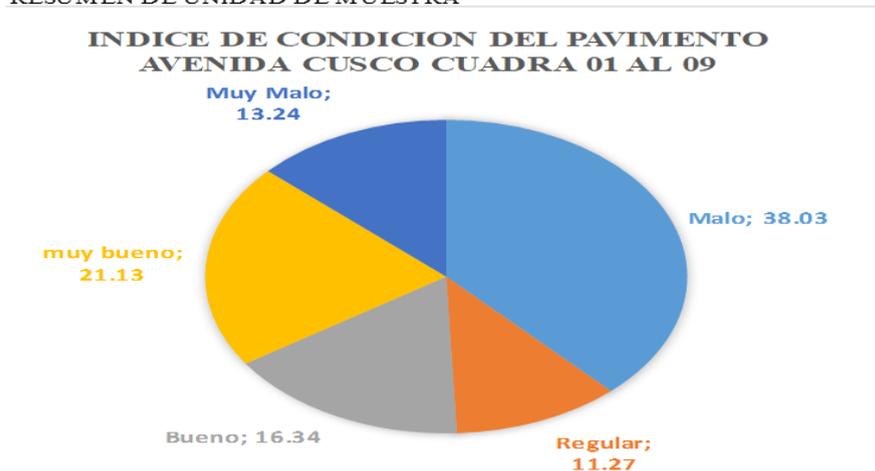


Tabla 6.1: condición del pavimento de la avenida cusco. Fuente: Elaboración propia

<b>RESUMEN DE RESULTADOS</b>						
<b>UNIDAD DE MUESTRA</b>	<b>CALLE /AVENIDA</b>	<b>PCI DE MUESTRA RESUMEN</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PCI SECCION</b>	<b>RANGO DE CLASIFICAION</b>	<b>EN %</b>
U1	AVENIDA CUSCO CUADRA 01	35	Malo	39.44	"Malo	9.86
U2	AVENIDA CUSCO CUADRA 02	39	Malo			10.99
U3	AVENIDA CUSCO CUADRA 03	40	Regular			11.27
U4	AVENIDA CUSCO CUADRA 04	24	Muy malo			6.76
U5	AVENIDA CUSCO CUADRA 05	23	Muy malo			6.48
U6	AVENIDA CUSCO CUADRA 06	58	Bueno			16.34
U7	AVENIDA CUSCO CUADRA 07	27	Malo			7.61
U8	AVENIDA CUSCO CUADRA 08	34	Malo			9.58
U9	AVENIDA CUSCO CUADRA 09	75	Muy bueno			21.13
	Total	<b>355</b>				100.00

<b>RESUMEN</b>	<b>PCI DE MUESTRA RESUMEN</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>EN %</b>
U1,U2,U7.U8	33.75	Malo	38.03
U3	40	Regular	11.27
U6	58	Bueno	16.34
U9	75	muy bueno	21.13
U4,U5	23.5	Muy Malo	13.24
			100.00

Tabla 6.2: condición del pavimento de la avenida cusco. Fuente: Elaboración propia

- La integridad estructural del pavimento de cada unidad de muestra, define la

condición del pavimento. Las U1, U2, obtuvieron un PCI muestra resumen entre 35 y 39, lo que corresponde a un estado malo pavimento de condición malo. La U3 obtuvo un PCI muestra resumen de 40 lo que corresponde al estado Regular o sea un pavimento de condición regular. Las U4 y U5 alcanzaron un PCI muestra resumen entre 24 y 23 , que quiere decir un pavimento de condición **Muy Mala**. La U6 obtuvo un PCI muestra resumen de 58 lo que corresponde al estado Bueno o sea un pavimento de condición **Buena**. Las U7 y U8 alcanzaron un PCI muestra resumen entre 27 y 34 , que quiere decir un pavimento de condición **Mala**. La U9 obtuvo un PCI muestra resumen de 75 lo que corresponde al estado Muy Bueno o sea un pavimento de condición Muy Buena. Finalmente, tomando todas las unidades de muestra, se calcula el PCI ponderado del pavimento rígido de la Av. cusco del distrito san Juan Bautista, resultado igual a 39.44, es decir, que el estado real del pavimento de la vía analizada, es **Malo**.

RESUMEN SEGÚN FALLAS				
Fallas	PATOLOGÍA MAS COMÚN	Densidad %	VD (deducido)	%
2	Grieta de Esquina	9.09	5.96	1.32
3	Losa Dividida	331.18	390.13	48.05
8	Grieta Lineal	201.27	126.16	29.20
9	Parqueo (Grande)	111.71	132.48	16.21
10	Parqueo (Pequeño)	11.79	14.96	1.71
18	Descascaramiento de esquina	7.14	26.93	1.04
19	Descascaramiento de junta	17.12	19.01	2.48
<b>total</b>		<b>689.30</b>	<b>715.64</b>	<b>100.00</b>

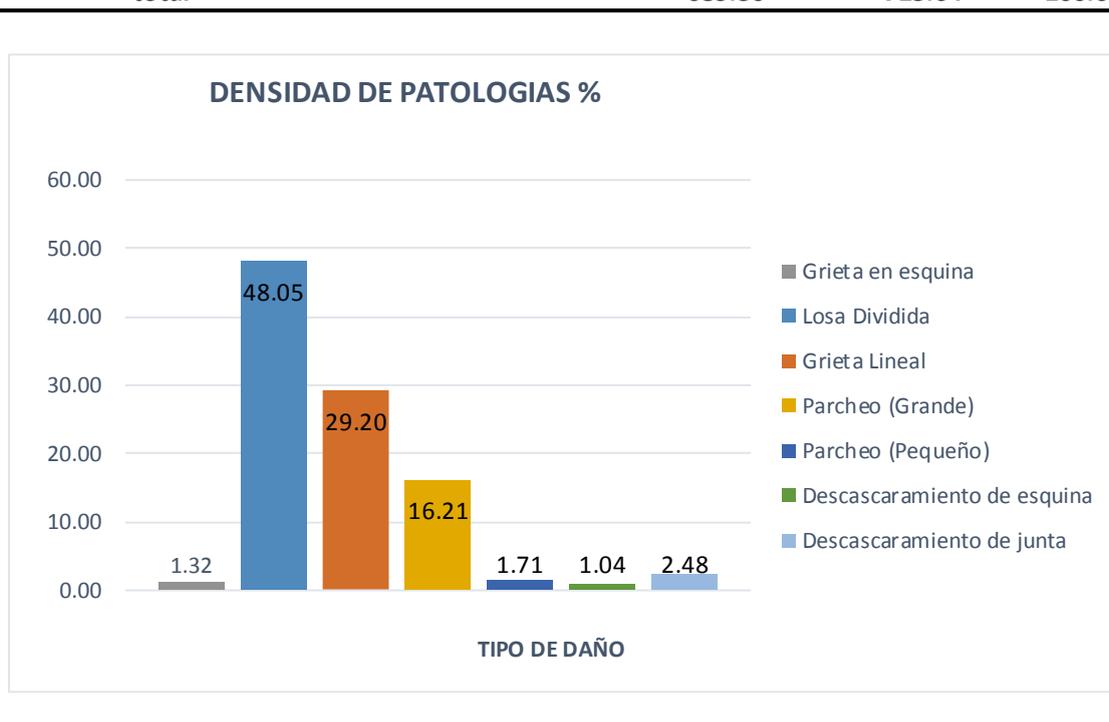


Tabla 6.3: condición del pavimento de la avenida cusco Fuente: Elaboración propia

- las patologías más frecuentes encontradas en **losa dividida y grietas Lineal**, la primera con un nivel de severidad de 48.05% la segunda con 29.20% severidad alta. Casi todas las unidades de muestra presentaron estos dos tipos de falla, pero con densidades variables; con esto se concluye que la condición operacional de la superficie de rodadura de las pistas provoca un tránsito inseguro e incómodo para los vehículos.

- **La justificación**

Según el análisis realizado se ha llegado a observar los resultados a nivel de PCI y porcentaje en los paños más afectados está en las losas divididas seguida de grieta lineal el paño menos afectado descascara miento de esquina estas patologías que afecta la avenida Cusco genera una incomodidad para los transportistas

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS RECOMENDACIONES**

- Como **recomendación**, con Las fallas superficiales de rodadura encontradas en la infraestructura vial, se recomienda a los responsables que realicen inspecciones periódicas, programar su respectivo mantenimiento para evitar un aumento de fallas.
- Implementar, mejorar los tratamientos de conservación para infraestructura vial rutinaria y periódica en todas las vías
- Según los datos obtenido se recomienda realizar trabajos de cambio con paños nuevos a los puntos más críticos para evitar el constante deterioro de los paños existentes en la avenida.
- Destinar presupuesto para el respectivo mantenimiento de pavimentos rígidos en calles y avenidas del distrito de san juan bautista.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GILMAR QUISPE. Auscultación visual de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido en el tramo puente alameda de valdelirios – arco de rudaccasa del distrito de carmen alto, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho, agosto – 2016. ULADECH, 2017.
- [2] ROGER PALOMINO. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento rígido en el jirón Abraham valdelomar y ciro alegría, distrito de Jesús nazareno, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho, junio – 2015. ULADECH, 2017.
- [3] VICTOR ZAMORA. Determinación y evaluación de índice de condición de pavimento rígido, en el perímetro de plaza de armas de la ciudad de san miguel, provincia la mar-Ayacucho. ULADECH, 2019.
- [4] GROVER VALDEZ. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido y condición operacional de la superficie en la av. arenales, distrito de Andrés avelino Cáceres, provincia huamanga, departamento de Ayacucho. ULADECH, 2016.
- [5] JAVIER MORALES OLIVARES. Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo. Master's thesis, UNIVERSIDAD DE PIURA, 2004.
- [6] ROBERTO BERNAOLA. Evaluación y determinación de las condiciones del pavimento rígido en la avenida Huancavelica, distrito de chilca, Huancayo. UNCP, 2014.
- [7] KELLY PAREDES. 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 de la avenida lloque yupanqui, distrito de calleria provincia de coronel portillo, región Ucayali, enero – 2017. ULADECH, 2017.
- [8] PIERO VASQUEZ & JOY PRADO. Patologías en el pavimento rígido en la calle pablo rosell en el año 2016. UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU, 2016.
- [9] DIMAS TANANTA. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Huáscar, distrito de calleria, provincia de coronel portillo, departamento de Ucayali, abril – 2016. ULADECH, 2016.

- [10] MILTON CARBAJAL. Aplicación del método pci para evaluar las condiciones de la superficie del pavimento rígido en la avenida Chiclayo, José leonardo Ortiz. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2018.
- [11] SILVIA GONZALES; HELVERTH HERNAN. Evaluación superficial del pavimento rígido por el método pci en la calle dos de mayo - jaén – cajamarca-2018. Master's thesis, UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN, 2018.
- [12] CAROL GRANDA. Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método pci en el anillo vial tramo chaupimarca – yanacancha – pasco – 2018. UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION, 2018.
- [13] EDWAR BUSTAMANTE. Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Angamos desde la intersección con el jirón saramacdougall hasta el jirón miguel carducci - Cajamarca 2018. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2019.
- [14] ARMANDO MUNDACA. Evaluación del pavimento rígido aplicando el método índice de condición del pavimento (pci), en las calles del distrito de chochope, Lambayeque – Lambayeque. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2019.
- [15] IRVIN AUCCA HUAQUI & RONALD CORAHUA. Evaluación del sistema de pavimentos flexibles en la prolongación de la av. la cultura tramo (4to paradero de san Sebastián – grifo móvil de san jerónimo). UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, 2016.
- [16] XUEQIN CHEN & HEHUA ZHU & QIAO DONG & BAOSHAN HUANG. Desarrollo del índice de condición de pavimentos utilizando datos ltpa a través del modelado de ecuaciones estructurales. SCIENCEDIRECT, 2016.
- [17] ]MOHAMMED AL-NEAMI & RASHA AL-RUBAEE & ZAINAB KAREEM. Evaluación de la calle al-amarah dentro de la ciudad de al-kut utilizando índice de condición del pavimento (pci) y técnica gis. SCIENCEDIRECT, 2018.
- [18] NURJANAH AHMAD & TRI HARIANTO & LAWALENNA SAMANG & MURALIA HUSTIM. Nivel de daño por vulnerabilidad del pavimento usando método del índice de condición del pavimento. SCIENCEDIRECT, 2018.
- [19] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING and MATERIALS. PROCEDIMIENTO ESTANDAR PARA LA INSPECCION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN CAMINOS Y ESTACIONAMIENTOS (ASTM D6433-03). AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2004.
- [20] ALONSO MONTEJO. INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA

CARRETERAS. UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, 2006.

- [21] RAJIB MALLICK & TAHAR EL-KORCHI. PAVEMENT ENGINEERING. NEW YORK EEUU, 2013.
- [22] AGNETH GUIZADO; ELVIS CURI. Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú. PUCP, 2017.
- [23] FLAVIO ABANTO. TECNOLOGIA DEL CONCRETO. UNIVERSIDAD CATOLICA SAN PABLO, 2014.
- [24] AASHTO. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO, 1993.
- [25] INVIAS. MANUAL PARA LA INSPECCION VISUAL DE PAVIMENTOS RIGIDOS, 2006.
- [26] HERNAN CALO. Diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA, 2012.

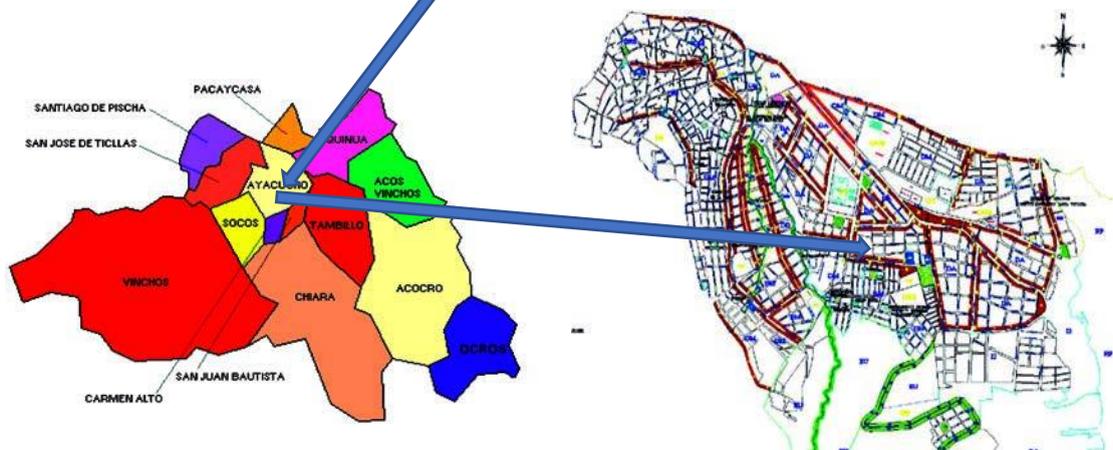
## **ANEXOS**

Anexo 1: Plano de localización del proyecto.  
Lugar de estudio

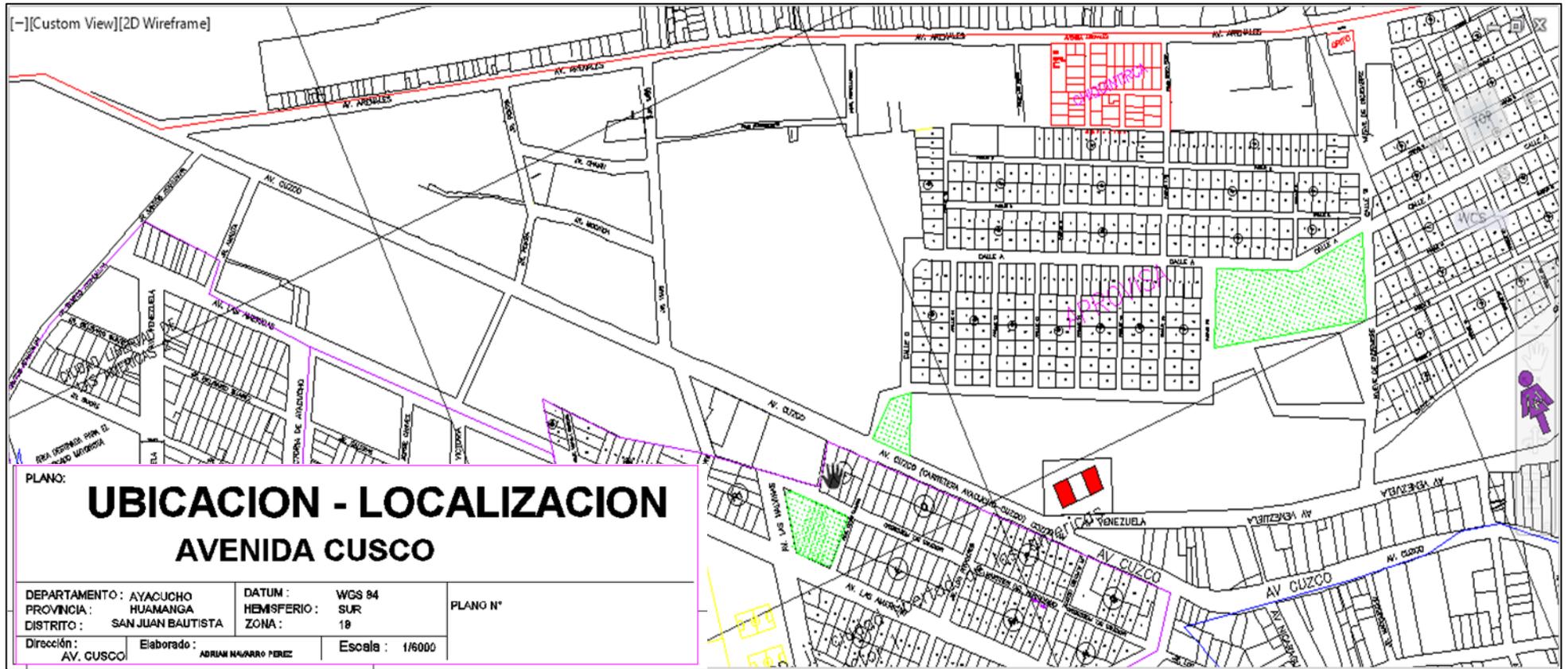
## LOCALIZACIÓN DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA - AYACUCHO



## DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA



# PLANO DE AVENIDA CUSCO SAN JUAN BAUTISTA



Anexo 2: Fotos descriptivas.



Fotografía 1: Vista panorámica de la Av. Cusco octava cuadra.



Fotografía 2: Vista panorámica de la Av. Cusco.



Fotografía 3: Pavimento deteriorado (Losa Dividida) ubicado en la octava y otras Cuadras de la av. Cusco.



Fotografía 4: Pavimento con presencia de grietas lineales, ubicada en la Av cusco octava Cuadra.



Fotografía 5: Toma de medida de Pavimento con presencia de grietas lineales, ubicada en la séptima y Cuarta cuadra de la Av. cusco.



Fotografía 6: Toma de medidas de Pavimento con presencia de grietas lineales, ubicada en la séptima cuadra de la Av. cusco.



Fotografía 7: Toma de medida de Pavimento con presencia de fisura lineales, ubicada en la séptima cuadra de la Av. cusco.



Fotografía 8: Toma de medida de Pavimento con presencia de fisura lineales, ubicada en la séptima cuadra de la Av. cusco.

### Anexo 3: Instrumentos de evaluación.



Imagen wincha métrica  
Fuente: Elaboración propia



Figura 17: Equipos y materiales usados para la Inspección visual

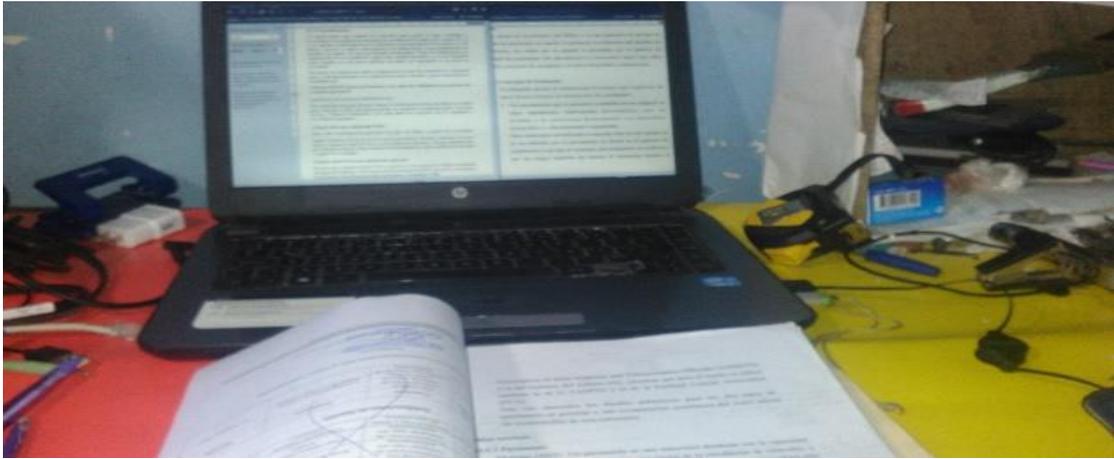


Figura 18: Equipo de cómputo usado en el procesamiento de datos.







