



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL
ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN
OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LOS
PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL JIRÓN TARMA, DISTRITO
Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, REGIÓN JUNÍN,
ENERO – 2019

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ

ASESOR:

MGTR. DENNYS ORTÍZ LLANTO

SATIPO – PERÚ

2019

2. Hoja de firma del jurado

Mgtr. Johanna del Carmen Sotelo Urbano
Presidente

Mgtr. Luis Jimmy Clemente Condori
Miembro

Mgtr. Geovany Vílchez Casas
Miembro

3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

3.1. Agradecimiento

A **Dios** por darme la vida, la salud y guiarme en el transcurso de esta vida, brindándome la paciencia y sabiduría necesaria para cumplir mis metas.

A la **Universidad Los Ángeles de Chimbote** que, fue la sede donde adquirimos los conocimientos durante los años de formación académica.

A los **catedráticos e Ingenieros de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Los Ángeles de Chimbote** que, con su experiencia, se encargaron de formarnos en esta maravillosa carrera profesional.

3.2. Dedicatoria

A **Dios** por permitirme concluir una etapa más de formación

académica profesional y por haberme puesto en el camino personas que han sido el soporte y compañía para lograr un objetivo más en la vida.

A mis queridos padres **Pedro y Elena**, quienes con su amor y paciencia dieron parte de su vida para verme cumplir un sueño, una aspiración, un objetivo más en la vida.

A mi hermano **Edward** por su cariño y apoyo incondicional durante estos años de vida y esta nueva etapa profesional.

A mis tíos(as) **David, Sabina, Daniel, Flavio, Olga** y primos por brindarme sus consejos y alentarme para concluir siempre las metas trazadas.

4. Resumen y Abstract

4.1. Resumen

El trabajo de investigación realizado es de tipo descriptivo, de nivel cuantitativo y diseño no experimental de corte transversal. El problema planteado fue: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto de la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero - 2019, nos permitirá obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de dicha infraestructura?. El objetivo general fue: Determinar el Índice de Integridad Estructural y Condición Operacional de la superficie de los Pavimentos Rígidos, del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín, Enero - 2019, a partir de la identificación y evaluación de las patologías presentes en dicha infraestructura. Para el recojo de información la muestra fue dividida en seis unidades, en el que se utilizaron fichas técnicas de evaluación propuestos en el Manual técnico: Pavement Maintenance Management, y el Pavement Condition Index (PCI). El resultado obtenido fue: de las seis unidades de muestra uno tiene condición operacional de Bueno, uno Regular, dos Malo y dos Muy Malo. Las patologías del concreto con mayor incidencia fueron, Daño del Sello de la Junta (28.25%) y Pulimento de Agregados (29.59%); finalmente se concluye que el Jirón Tarma tiene un Índice de Integridad estructural general (PCI) igual a 36.59 y una condición operacional de un pavimento Malo.

Palabras clave: Pavimento, pavimento rígido, patología del concreto.

4.2. Abstract

The research work carried out is of a descriptive type, of a quantitative level and a non - experimental cross - sectional design. The problem was: To what extent the determination and evaluation of the concrete pathologies of the surface of the rigid pavements of the Jiron Tarma, District and Province of Chanchamayo, Junín Region, January - 2019, will allow us to obtain the structural integrity index of the pavement and the operational condition of the surface of said infrastructure?. The general objective was: Determine the Index of Structural Integrity and Operational Condition of the surface of the Rigid Pavements, of the Jirón Tarma, District and Province of Chanchamayo, Department of Junín, January - 2019, from the identification and evaluation of the pathologies present in said infrastructure. For the collection of information, the sample was divided into six units, in which technical evaluation sheets proposed in the Technical Manual were used: Pavement Maintenance Management, and the Pavement Condition Index (PCI). The obtained result was: of the six sampling units one has an operational condition of Good, one Regular, two Bad and two Very Bad. In addition, the concrete pathologies with the highest incidence were: Seal Damage of the Board (28.25%) and Polishing of Aggregates (29.59%); finally it is concluded that the Jirón Tarma has a General Structural Integrity Index (PCI) equal to 36.59 and an operational condition of a bad pavement.

Key words: Pavement, rigid pavement, pathology of concrete.

5. Contenido

1. Título	i
2. Hoja de firma del jurado	ii
3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria	iii
3.1. Agradecimiento	iii
3.2. Dedicatoria	iii
4. Resumen y Abstract	v
4.1. Resumen	v
4.2. Abstract	vi
5. Contenido	vii
6. Índice de figuras y tablas	ix
6.1. Índice de figuras	ix
6.2. Índice de tablas	xii
I. Introducción	1
II. Revisión de literatura.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
2.1.3. Antecedentes Locales	20
2.2. Bases Teóricas de la Investigación.....	29
2.2.1. Patología	29
2.2.2. Concreto.....	29
2.2.2.1. Patología del concreto.....	30
2.2.3. Pavimento	31
2.2.3.1. Clasificación de los pavimentos	32
2.2.3.2. Evaluación de Pavimentos	40
2.2.3.3. Deterioros en los pavimentos.....	41
2.2.3.4. Índice de Condición de Pavimento (PCI)	42
2.2.4. Glosario de tipos de daños. Vásquez L.....	48
2.2.5. Manual de Daños en Pavimento Rígido. Vásquez L	50
III. Hipótesis	82
IV. Metodología	82

4.1. Diseño de la investigación.....	83
4.2. Población y muestra	84
4.3. Definición y Operacionalización de variables e indicadores	87
4.4. Técnicas e instrumentos	89
4.5. Plan de análisis	90
4.6. Matriz de consistencia	92
4.7. Principios éticos:	95
V. Resultados	97
5.1. Resultados	97
5.2. Análisis de Resultados.....	138
VI. Conclusiones	149
Aspectos complementarios	150
Referencias Bibliográficas	154
Anexos	157

6. Índice de figuras y tablas

6.1. Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Corte típico y diagrama de distribución de esfuerzos en un pavimento flexible.	32
<i>Figura 02:</i> Esquema de pavimento flexible.	33
<i>Figura 03:</i> Corte típico y diagrama de transmisión de carga de un pavimento rígido.	34
<i>Figura 04:</i> Esquema de un pavimento de concreto.	36
<i>Figura 05:</i> Modelo estructural de un pavimento articulado.	37
<i>Figura 06:</i> PCI scale and condition rating.	41
<i>Figura 07:</i> Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico.	42
<i>Figura 08:</i> Formato para las iteraciones del cálculo del CDV.	46
<i>Figura 09:</i> Blowup – Buckling de severidad baja, media y alta.	49
<i>Figura 10:</i> Grieta de esquina de severidad baja, media y alta.	51
<i>Figura 11:</i> Losa dividida de severidad baja, media y alta.....	52
<i>Figura 12:</i> Grieta de durabilidad “D” de severidad baja, media y alta.	54
<i>Figura 13:</i> Escala de severidad baja, media y alta.	55
<i>Figura 14:</i> Daño del sello de la junta de severidad baja, media y alta.	57
<i>Figura 15:</i> Desnivel carril / berma de severidad baja, media y alta.	58
<i>Figura 16:</i> Grietas lineales de severidad baja, media y alta.	61
<i>Figura 17:</i> Parche grande de severidad baja, media y alta.	63
<i>Figura 18:</i> Parche pequeño de severidad baja, media y alta.	64
<i>Figura 19:</i> Pulimento de agregados.	66
<i>Figura 20:</i> Popout.	67
<i>Figura 21:</i> Bombeo.	69
<i>Figura 22:</i> Punzonamiento de severidad baja, media y alta.....	70
<i>Figura 23:</i> Cruce de vía férrea de severidad baja, media y alta.	71
<i>Figura 24:</i> Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de severidad baja, media y alta.	73
<i>Figura 25:</i> Grietas de retracción.	74
<i>Figura 26:</i> Descascaramiento de esquina de severidad baja, media y alta.	76

Figura 27: Descascaramiento de junta de severidad baja, media y alta.	78
Figura 28: Ideograma de la metodología del diseño de investigación.	81
Figura 29: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 01.	92
Figura 30: Patologías identificadas en la Unidad de Muestra 01.	93
Figura 31: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 01.	94
Figura 32: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 01.	95
Figura 33: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 02.	97
Figura 34: Patologías identificadas en la Unidad de Muestra 02.	98
Figura 35: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 02.	99
Figura 36: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 02.	100
Figura 37: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 03.	102
Figura 38: Patologías identificadas en la Unidad de Muestra 03.	103
Figura 39: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 03.	104
Figura 40: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 03.	105
Figura 41: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 04.	107
Figura 42: Resultados de evaluación de Unidad de Muestra 04.	108
Figura 43: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 04.	109
Figura 44: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 04.	110
Figura 45: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 05.	112
Figura 46: Resultados de evaluación de Unidad de Muestra 05.	113
Figura 47: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 05.	114
Figura 48: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 05.	115
Figura 49: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 06.	117
Figura 50: Resultados de evaluación de Unidad de Muestra 06.	118

Figura 51: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 06.	119
Figura 52: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 06.	120
Figura 53: Nivel de incidencia general de Patologías del Jirón Tarma.	123
Figura 54: Gráfico de la clasificación del PCI por Unidad de Muestra del Jirón Tarma.	124

6.2. Índice de tablas

<i>Tabla 01:</i> Glosario inglés – español de tipos de patologías	46
<i>Tabla 02:</i> Unidades de Muestra del Jirón Tarma.	83
<i>Tabla 03:</i> Definición y operacionalización de variables.	84
<i>Tabla 04:</i> Matriz de consistencia.	87
<i>Tabla 05:</i> Patologías y nivel de incidencia general, del Jirón Tarma.	122
<i>Tabla 06:</i> PCI y Condición Operacional general del Jirón Tarma.	123
<i>Tabla 07:</i> Nivel de Severidad general de patologías del Jirón Tarma.	124
<i>Tabla 08:</i> Patologías de la UM – 01 del Jirón Tarma.	125
<i>Tabla 09:</i> Patologías de la UM – 02 del Jirón Tarma.	126
<i>Tabla 10:</i> Patologías de la UM – 03 del Jirón Tarma.	127
<i>Tabla 11:</i> Patologías de la UM – 04 del Jirón Tarma.	128
<i>Tabla 12:</i> Patologías de la UM – 05 del Jirón Tarma.	129
<i>Tabla 13:</i> Patologías de la UM – 06 del Jirón Tarma.	130
<i>Tabla 14:</i> Resumen de Patologías del Jirón Tarma.	131
<i>Tabla 15:</i> PCI y Condición Operacional de las Unidades de Muestra.	131
<i>Tabla 16:</i> Recomendaciones a nivel de patologías.	134

I. Introducción

Desde tiempos antiguos las civilizaciones se han preocupado en perfeccionar las vías terrestres de comunicación con la finalidad de recortar el tiempo de viaje, reducir el costo de transporte, transitar cómodamente, entre otros beneficios que ofrecen estas. En la actualidad es común el uso del asfalto y del concreto en la construcción pavimentos de una infraestructura vial; sin embargo, se producen deterioros en ellas por diferentes motivos. Si observamos detenidamente los pavimentos contruidos, podremos encontrar desperfectos como grietas, descascaramientos, baches, desniveles, y otros; a las que técnicamente se le denominan patologías.

Las patologías del pavimento generan incomodidad en el tránsito; su aparición está sujeto a diversos factores, entre las que podemos mencionar: deficiencias en el diseño estructural, calidad de los materiales utilizados, errores en el proceso constructivo, carga vehicular excesiva, trabajos de saneamiento, agentes climáticos, entre otros, por lo tanto existe la necesidad de evaluar las patologías que afectan las pavimentaciones existentes para determinar el estado real y la condición de servicio que ofrecen estas, para mejorar la transitabilidad de una vía.

La ciudad de la Merced del Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, no es ajena a esta realidad ya que muchos de los pavimentos rígidos de las calles principales fueron contruidos hace más de 30 años y cuando transitamos por ellas podemos observar diversos tipos de patologías.

La investigación realizada estuvo dirigida a determinar y evaluar las patologías de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, una vía bastante transitada y céntrica de la ciudad de la Merced, del Distrito y Provincia de Chanchamayo de la Región Junín. El informe de investigación lleva por título: “Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero – 2019”. El enunciado del problema fue: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto de la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero - 2019, nos permitirá obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de dicha infraestructura?. Así mismo, el objetivo general fue: Determinar el Índice de Integridad Estructural y Condición Operacional de la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero – 2019, y los objetivos específicos fueron: Identificar las patologías del concreto en la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero – 2019, y catalogarlos de acuerdo al sistema de clasificación del PCI; Evaluar las patologías del concreto en la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero - 2019 y Obtener el Índice de integridad estructural y condición operacional de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero – 2019.

El trabajo de investigación se justifica a nivel comunitario, porque existe la necesidad de realizar aportes a la sociedad mediante trabajos de investigación que contribuyan a la solución de problemas de cualquier índole, en este caso los resultados obtenidos y remitido a la Municipalidad de Chanchamayo constituye un documento guía y antecedente para elaborar planes de mantenimiento, rehabilitación y proyectos de inversión pública para la mejora de su infraestructura vial. También se justifica a nivel institucional porque el informe de investigación debidamente sustentado, registrado y archivado en la biblioteca de la Universidad Católica “Los Ángeles de Chimbote” constituye un antecedente local para trabajos posteriores de investigación y por último se justifica a nivel profesional porque nos permitirá ampliar los conocimientos adquiridos y proponer alternativas de solución inmediatas a los problemas encontrados al finalizar el trabajo de investigación.

La metodología de investigación utilizada fue de tipo descriptivo, nivel cuantitativo y de diseño no experimental de corte transversal.

Para cumplir los objetivos, la muestra fue dividida en seis unidades, se recolectó la información correspondiente de las unidades de muestra mediante fichas técnicas propuestas por el manual del PCI, se evaluó el nivel de severidad de las patologías y se obtuvo el índice de integridad estructural y la condición operacional de los pavimentos.

II. Revisión de literatura

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

a) **Cote G., Villalba L.** ⁽¹⁾ en su trabajo de grado realizado el año 2017, denominado: “**Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartajena de Indias y medidas de conservación. Caso de estudio: Carrera 1^{ra} del barrio Boca**

Grande”; plantearon el siguiente objetivo de investigación:

“Establecer el estado actual del pavimento de la avenida el Malecón (carrera 1^{ra}) del barrio Bocagrande, mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), con el fin de proponer la mejor alternativa de solución desde el punto de vista técnico y económico a la falla que le produce mayor grado de afectación”.

El **resultado** obtenido fue el siguiente: *“En la sección estudiada, el daño que genera un alto grado de afectación es desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de severidad media, ya que presentó el mayor valor deducido en las unidades 3,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16,17 y 20; este valor indica el grado en que cada combinación de deterioro, nivel de severidad y cantidad perjudican la condición del mismo”*⁽¹⁾. Con respecto al valor de PCI obtenido dice: *“Finalmente, la sección evaluada*

tuvo un valor de PCI igual a 44.4, siendo este el valor promedio de todas las unidades evaluadas, ya que no se estudiaron unidades adicionales, cuya calificación corresponde a un estado 'Regular'”(1).

Finalmente, los autores, **concluyeron** que:

- “El pavimento de la avenida El Malecón obtuvo un valor de PCI= 44.4%, dentro de la escala de clasificación establecida en la norma ASTM D-6433 07, corresponde a un estado “Regular”. De las losas estudiadas el 65% presentó un estado “Regular”, un 25% “Malo” y un 10% “Bueno”. Las unidades de muestreo con un estado más desfavorable (“Malo”) son 1, 4, 6, 8 y 9 con valores de PCI iguales a 32%, 30%, 37%, 32% y 36% respectivamente, y las unidades en mejores condiciones (“Bueno”) son 17 y 20, con un PCI de 56% y 63.02%, respectivamente”(1).
- “Las fallas que más afectan la vía, con base en el mayor valor deducido de daño, son desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de severidad media, Punzonamiento de alta severidad, Losa dividida de severidad media, Grieta lineal de alta severidad, Escala de baja severidad, y por ultimo Grieta de esquina de baja severidad, de las cuales la primera tuvo mayor reiteración”(1).

b) **Cedeño J.** ⁽²⁾, en su tesis realizada el año 2016, denominada:

“Evaluación de la condición de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido de la calle 5ta San José sur Quevedo por método PCI”, planteó el siguiente objetivo general:

“Establecer el estado real del pavimento rígido de la vía San José Sur - Quevedo utilizando el Índice de Condición de Pavimento (PCI)”.

El **resultado** obtenido fue el siguiente:

- *“Unidad de muestreo 1.- Va desde la Av. Walter Andrade Fajardo hasta callejón 1, en esta unidad de muestreo encontramos Buckling que es el levantamiento del paño de hormigón, también encontramos berma y pulimiento de agregados”*⁽²⁾.
- *“Unidad de muestreo 2.- Va desde el callejón 1 hasta callejón 2, en esta unidad de muestreo encontramos daños en el sello de las juntas, también encontramos berma y desconchamiento de la carpeta de rodadura”*⁽²⁾.
- *“Unidad de muestreo 3.- Va desde el callejón 2 hasta callejón 3, en esta unidad de muestreo encontramos daños en el sello de las juntas, también encontramos berma y pulimiento de agregados”*⁽²⁾.

- *“Unidad de muestreo 4.- Va desde el callejón 3 hasta callejón 4, en esta unidad de muestreo encontramos daños en el sello de las juntas y pulimiento de agregados”⁽²⁾.*
- *“Unidad de muestreo 5.- Va desde el callejón 4 hasta callejón 5, en esta unidad de muestreo encontramos daños en el sello de las juntas y bombeo”⁽²⁾.*
- *“Unidad de muestreo 6.- Va desde el callejón 5 hasta callejón 6, en esta unidad de muestreo encontramos daños en el sello de las juntas y pulimiento de agregados”⁽²⁾.*
- *“Unidad de muestreo 7.- Va desde el callejón 6 hasta callejón 7, en esta unidad de muestreo encontramos daños en el sello de las juntas y pulimiento de agregados”⁽²⁾.*
- *“Unidad de muestreo 8.- Va desde el callejón 7 hasta callejón 8, en esta unidad de muestreo encontramos daños en el sello de las juntas y parcheo pequeño”⁽²⁾.*
- *“Unidad de muestreo 9.- Va desde el callejón 8 hasta callejón 9, en esta unidad de muestreo encontramos daños en el sello de las juntas y pulimiento de agregados”⁽²⁾.*

El autor, arribó a las siguientes **conclusiones:**

- *“De acuerdo a la inspección visual por el Método de Índice de Pavimento pudimos constatar que al momento de construir la vía no se ha llevado un adecuado control de*

calidad ya que el hormigón se encuentra contaminado con ciertos tipos de desperdicios, tales como palos, fundas etc..”

(2).

- *“Una vez realizada la inspección visual por el Método de Índice de Pavimento podemos determinar que la vía necesita un MANTENIMIENTO, y que con su estado real actual tiene un tráfico vehicular fluido”* (2).

c) **Armijos C.** (3) en su tesis realizada el año 2009, denominada:

“Evaluación Superficial de algunas calles de la ciudad de Loja”, planteó el siguiente **objetivo**: *“mostrar un método de cuantificación de los deterioros superficiales existente en algunas calles de la Ciudad de Loja; pudiendo ser aplicado a la mayoría de calles de la ciudad, lo que permitirá que se pueda implementar y planificar políticas de mantenimiento adecuadas”*.

El **resultado** obtenido fue el siguiente: *“Como todas las unidades de muestra han sido inspeccionadas, el valor del PCI será igual al promedio de los datos obtenidos de cada unidad de muestra inspeccionada. En la figura 45, se presenta el cuadro resumen de los datos obtenidos en el campo”* (3).

TRAMO	ABSCISA		NÚMERO DE LOSAS	PCI
	INICIAL	FINAL		
1	0	47	20	92
2	47	94	20	83
3	94	141	20	94
4	141	188	20	87
5	188	235	20	95
6	235	248.2	8	80
PCI TOTAL =				89

Excelente

Fig. 45 Cuadro resumen del cálculo del PCI, de las unidades de muestra inspeccionadas en la Estación Norte SITU.

Finalmente **concluye** que:

- *“En la Avenida Manuel Carrión P. una vez realizada la evaluación el índice de Condición Presente (PCI) promedio entre los dos lados es 51, de esta manera, la calzada de la avenida, se encuentra en un estado regular indicando que en esta vía se deberá considerar una rehabilitación por lo menos con bacheo en las zonas más críticas”⁽³⁾.*
- *“En la calle Marcelino Champagnate, el Índice de Condición Presente (PCI) es 51, por lo tanto, la calzada tendrá una clasificación regular; siendo necesario considerar una rehabilitación para incrementar el periodo de funcionamiento antes de que se produzcan deterioros mayores”⁽³⁾.*
- *“La estación Norte del Sistema Integrado de Transporte*

(SITU), el índice de Condición Presente (PCI) es 91, por lo tanto el estado de la superficie es excelente. Vale mencionar que esta estación no se encuentra expuesta a las cargas de tráfico por el momento, pese a esto, ya presenta una degradación temprana de la superficie”⁽³⁾.

- *“La estación Sur del Sistema Integrado de Transporte (SITU) se encuentra expuesta a las cargas diarias de tráfico de los buses y cuenta con un índice de Condición Presente (PCI) de 89 que es una clasificación excelente”⁽³⁾.*
- *“En las calles de la ciudad de Loja se debe cuantificar el valor del PCI para de esta manera, conseguir que se efectúen políticas de conservación y por consiguiente detener el deterioro de las calles”⁽³⁾.*
- *“Conociendo el estado en que se encuentra las calles de la ciudad de Loja se podrá tomar decisiones acertadas en cada caso y se podrá definir un cronograma de rehabilitación e inclusive una estrategia de inversión”⁽³⁾.*

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- a) **Choquehuanca A.**⁽⁴⁾, en su tesis denominada: **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de los pavimentos rígidos en los jirones Mariano Lorenzo Melgar Valdivieso y Antonio José de Sucre y Alcalá, distrito de Juliaca, Provincia de San**

Román, Departamento de Puno, Abril del 2014”, planteó el siguiente **objetivo general**: *“Determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de los pavimentos rígidos en los jirones Mariano Lorenzo Melgar Valdivieso y Antonio José de Sucre y Alcalá, distrito de Juliaca, Provincia de San Román, departamento de Puno, en los que han sido identificados las fallas, calificados según su grado de severidad y determinar así el estado actual del pavimento rígido”*. Los **resultados** obtenidos fueron los siguientes:

- *“**Jr. Mariano Lorenzo Melgar Valdivieso**. Agrupando los resultados desde la unidad de muestra Cuadra 01 hasta la unidad de muestra Cuadra 14-15, se presenta un **PCI** promedio de **42.80**, que corresponde a un pavimento **REGULAR**”⁽⁴⁾.*
- *“**Jr. José Antonio de Sucre y Alcalá**. Agrupando los resultados desde la unidad de muestra Cuadra 02 hasta la unidad de muestra Cuadra 09-10, se presenta un **PCI** promedio de **56.42**, que corresponde a un pavimento **BUENO**”⁽⁴⁾.*

Finalmente se **concluye** que:

“Jr. Mariano Lorenzo Melgar Valdivieso

1. Se inspeccionaron un total de 08 unidades de muestra obteniendo los siguientes resultados:

- El 62.50% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y

55), que corresponde a la unidad de muestra Cuadra 01, Cuadra 02 -03, Cuadra 04-05, Cuadra 08-09, Cuadra 12-13.

- El 25.00% del total de unidades inspeccionadas presenta un estado de pavimento Malo (PCI entre 25 y 40), que corresponde a la unidad de muestra Cuadra 06-07, Cuadra 10-11.

- El 12.50%, en estado Muy Malo (PCI entre 10 y 25) que corresponde a la unidad de muestra Cuadra 14-15.

2. Se calcula el PCI ponderado del Pavimento Rígido para e Jr. Mariano Lorenzo Melgar Valdivieso, resultado igual a 42.80, es decir, que el estado real del pavimento del jirón analizado es REGULAR.

3. Las Patologías encontradas en las losas de los pavimentos del Jr. Mariano Lorenzo Melgar Valdivieso son: Losa Dividida, Punzonamiento, Desconchamiento, Grieta de Esquina, Parcheo (Grande), Grieta Lineal, Grieta de

Esquina, Cruce de Vía Férrea, Descascaramiento de Esquina, Pulimento de Agregados, Escala, Parcheo (Pequeño).

4. *Las patologías más frecuentes encontradas son el Desconchamiento de severidad media con densidad de 14.69%.*
5. *La menos frecuente es Escala y Parcheo (pequeño) ambas de severidad Media y 0.15% de densidad.*
6. *193 Losas de 674 están en buen estado de conservación, esto representa el 28.64% del total.*
7. *El mayor valor reducido, está en la Patología Losa Dividida de severidad Alta con 41 losas afectadas que representa el 6.08% y un Valor Reducido de 21.04, esto indica que mayor es el daño que la falla producen al pavimento, Este valor indica el grado en que cada combinación de deterioro, nivel de severidad y cantidad, afectan a la condición del mismo.*
8. *El Menor Valor Reducido se muestra en la Patología Parcheo (Pequeño)”⁽⁴⁾.*

“Jr. Mariano Lorenzo Melgar Valdivieso

9. *Se inspeccionaron un total de 05 unidades de muestra obteniendo los siguientes resultados:*
 - *El 40.00% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento*

regular (PCI entre 40 y 55), que corresponde a la unidad de muestra Cuadra 01-02, Cuadra 05-06.

- *El 60.00% del total de unidades inspeccionadas presenta un estado de pavimento Bueno (PCI entre 55 y 70), que corresponde a la unidad de muestra Cuadra 03-04, Cuadra 07-08, Cuadra 09- 10.*

10. Se calcula el PCI ponderado del Pavimento Rígido para el Jr. José Antonio de Sucre y Alcalá un resultado PCI igual a 56.42, es decir, que el estado real del pavimento del jirón analizado es BUENO.

11. Las Patologías encontradas en las losas de los pavimentos del Jr. Mariano Lorenzo Melgar Valdivieso son:

Desconchamiento, Losa Dividida, Grieta Lineal, Punzonamiento, Parcheo (Grande), Grieta de Esquina, Descascaramiento de Esquina.

12. Las patologías más frecuentes encontradas son el Desconchamiento de severidad media con densidad de 16.52%,

13. La menos frecuente es Descascaramiento de Esquina de severidad Media y 0.45% de densidad.

14. 172 Losas de 442 están en buen estado de conservación, esto representa el 38.91% del total.

15. El mayor valor reducido del total de muestras inspeccionadas, está en la Patología Losa Dividida de

severidad Media con 28 losas afectadas que representa el 6.33% y un Valor Reducido de 14.87, esto indica que mayor es el daño que la falla producen al pavimento, Este valor indica el grado en que cada combinación de deterioro, nivel de severidad y cantidad, afectan a la condición del mismo.

16. El Menor Valor Reducido se muestra en la Patología Descascaramiento de Esquina con 02 losa afectada de severidad media, 0.45% de densidad, Valor reducido de 0.12, Indica que el tamaño de la falla dentro de la unidad de muestra es despreciable, o muy pequeña como para ejercer un daño significativo al área de estudio”⁽⁴⁾.

b) Fuentes F. ⁽⁵⁾, en su tesis denominada: **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del pavimento rígido en el AA.HH. Ciudad Blanca Zona “C” distrito Paucarpata, provincia Arequipa, región Arequipa, Julio 2013”**, planteó el siguiente **objetivo general**: *“Determinar y caracterizar un Índice de Condición de Pavimento, para las calles y avenidas del Asentamiento Humano Ciudad Blanca Zona “C”, Distrito de Paucarpata, Provincia de y Región Arequipa, a través de la determinación y Evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto, alcanzando como resultado las patologías del concreto”.*

Los **resultados** obtenidos fueron los siguientes:

- *“Al haber finalizado la Determinación y Evaluación de las patologías de la investigación, realizada en el Asentamiento Humano Ciudad Blanca Zona “C”, distrito de Paucarpata, cabe mencionar que después de la observación y análisis se puede indicar que las construcciones de pavimentos tienen deficiencias en los acabados, proceso constructivos, construcción de juntas y a esto se une la exposición al medio ambiente con los cambios bruscos del clima y las temperaturas (fríos, heladas, lluvias y calor)”⁽⁵⁾.*
- *“Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el Índice de Condición de Pavimento promedio final de un PCI = 55, lo cual nos permite aseverar que tienen un estado de **Regular a Bueno**”⁽⁵⁾.*
- *“El promedio de las patologías con mayor incidencia en el deterioro de las calles y avenidas son: GRIETAS DE ESQUINA con 23%, GRIETAS LINEALES con 21.26%, DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA con 15.72% y LOSAS DIVIDAS con 14.32%”⁽⁵⁾.*
- *“El promedio de patología con Menor incidencia en el deterioro de las calles y avenidas son: ESCALA con 6.93 %,*

PARCHE PEQUEÑO con 4.35% y BOMBEO con 2.74%”⁽⁵⁾.

Finalmente **concluye** que:

- *“El índice promedio de condición de pavimento (P.C.I.), identificado en las calles y avenidas del Asentamiento Humano Ciudad Blanca Zona “C”, distrito de Paucarpata, es 55.00 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado promedio de conservación es de **Regular a Bueno**”⁽⁵⁾.*
- *“Las causas posibles del deterioro de los pavimentos observados en el Asentamiento Humano Ciudad Blanca Zona “C”, se puede afirmar que fallan generalmente por el bajo soporte de la fundación (baja o nula compactación), los espesores de las losas de los pavimentos rígidos son muy delgados (menos de 100mm), deficiente proceso constructivo, falta de personal capacitado, materiales de mala calidad, falta de permanencia de los técnicos responsables”⁽⁵⁾.*
- *“De las calles y avenidas analizadas, algunos presentan deterioros prematuros que no son coincidentes con las expectativas de desempeño de los pavimentos rígidos (larga vida útil con mínimo mantenimiento). El mayor porcentaje de daños es atribuible a la saturación de la subrasante, con el consiguiente asentamiento de la fundación y pérdida de*

sustentación del pavimento rígido (formación de vacíos bajo las losas). Se constató la ausencia de juntas de expansión entre los tramos del pavimento rígido”⁽⁵⁾.

- *“Debe considerarse el mantenimiento de los pavimentos como un punto importante, para evitar deterioros de severidad alta, ya que en todos los casos, implican la reparación total del pavimento, incidiendo en un costo de reparación más elevado en comparación con uno de severidad baja o media”⁽⁵⁾.*

c) **Guillen M.** ⁽⁶⁾, en su tesis denominada: **“Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del Pavement Condition Index (PCI), en las calles del distrito de Tarica, provincia de Huaraz, región Ancash, junio del 2015”**, planteó el siguiente **objetivo general**:

“Evaluar la condición operacional del pavimento rígido de las calles del Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, Región Ancash, aplicando el método del PCI”.

Obteniendo los siguientes **Resultados**:

- *“Concluida la investigación y evaluación de las cinco (5) calles del Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, Región Ancash, se puede indicar que se ha encontrado diferentes patologías, pero la mayoría con una severidad de baja a media, las patologías más encontradas en la evaluación de*

las pistas son: grieta lineal, pulimento de agregados, parcheo grande, mapa de grietas, grieta de esquina, parcheo pequeño y punzonamiento”⁽⁶⁾.

- *“Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento PCI = 52.40 lo cual nos permite aseverar que tienen un estado de Regular según la escala del PCI, en un sentido genérico dado que es un promedio; es decir que la variabilidad de los PCI de cada calle evaluado fluctúa en el nivel de Regular lo que implica que es de gran importancia el mantenimiento para superar este 47.60% que falta para excelente al 100%.”⁽⁶⁾.*
- *“El tipo de falla más encontrada en las calles del distrito de Tarica: es la Grieta Lineal estas grietas dividen las losas en dos o tres pedazos, son causados usualmente por una combinación de la repetición de cargas de tránsito”⁽⁶⁾.*

Sus **conclusiones** fueron los siguientes:

- *“El índice promedio de condición de pavimento para las pistas de las cinco (5) calles del Distrito de Tarica, Provincia de Huaraz, Región Ancash, tiene un PCI = 52.40, según el rango de clasificación del PCI, obtiene una calificación de REGULAR”⁽⁶⁾.*

- *Las patologías del concreto con mayor presencia o densidad en las calles evaluadas de las calles del distrito de Tarica, son: Grietas Lineales, con 195 paños, que hacen un 50.78%; Pulimento de agregados con 138 paños, que hacen un 35.94%; Parcheo Grande con 121 paños, que hacen un 31.51%; Mapa de Grietas / Craquelado con 107 paños un 27.86%; Grieta de Esquina, con 56 paños, que hacen un 14.58%; Parcheo Pequeño con 61 paños, que hacen un 15.89%; Punzonamiento, con 4 paños, que hacen un 1.04%; Daño de sello de juntas con 1 paños, que hacen un 0.26%.”⁽⁶⁾.*
- *“Se concluye que las pistas de las cinco (5) calles evaluadas, de acuerdo al valor del PCI obtenidos para cada una de ellas, se determinó en la “Jr. Víctor Véliz” con un PCI= 32% (Malo), “Jr. 2 de Mayo” con un PCI= 51% y un nivel (Regular), “Jr. Las Palmas” con un PCI= 51% (Regular), “Jr. Amargura” con un PCI = 79% (Muy Bueno) y por ultimo “Jr. Amancaes” con un PCI = 49 % (Regular) dichas pistas están en buenas condiciones y por lo tanto se requiere de un mantenimiento y rehabilitación oportuno y adecuado”⁽⁶⁾.*

2.1.3. Antecedentes Locales

- a) **Hoppen R.** ⁽⁷⁾, en su tesis denominada: **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición**

operacional de la superficie del jirón San Martín, distrito y provincia de Satipo, región Junín, enero – 2017”, planteó el siguiente objetivo general: *“Determinar el índice de condición del pavimento de concreto del Jirón San Martín, distrito y Provincia de Satipo, Región Junín, Enero – 2017 a partir de su determinación y evaluación de las patologías del mismo”.*

Los **resultados** obtenidos fueron los siguientes:

- *“Se ha llegado a determinar los resultados del pavimento rígido del Jirón San Martín de la cuadra 6, 7, 8, 9, 10, Distrito de Satipo, consta la sección 496.04m lineales se divide en 11 unidades de muestra”*⁽⁷⁾.
- *“Se analizaron y se determinaron los resultados incidencias patológicas de acuerdo a la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) de la norma ASTM D6433”*⁽⁷⁾.
- *“Incidencias general son: Descascaramiento de junta de nivel de severidad bajo con 22.29%; Descascaramiento de esquina de severidad baja con 14.01%; Daño sello de junta de nivel de severidad media con 12.18%; Popoust con 11.92%; Desconchamiento mapa de grietas craquelado de nivel de severidad baja con 10.14%; Grieta de esquina de nivel de severidad medio con 9.27%; Parche grande mayor a 0.45m2*

con nivel de severidad baja con 5.70%; Parche grande mayor a 0.45m2 de nivel de severidad media con 4.71%; Grieta de esquina de nivel de severidad alta con 2.58%;

Descascaramiento de esquina de nivel de severidad media con 1.91%; Grietas lineales de nivel de severidad media con 1.87%; Punzonamiento de severidad media con 1.63%;

Grietas lineales de nivel de severidad baja con 1.34%”⁽⁷⁾.

- *Resultado por unidad de muestra, PCI: la unidad de muestra 01 en la cuadra 06 con un índice de 73.66 su clasificación muy bueno; la unidad de muestra 02 en la cuadra 06 con un índice de 79.89 su clasificación muy bueno; la unidad de muestra 03 en la cuadra 07 con un índice de 74.31 su clasificación muy bueno; la unidad de muestra 04 en la cuadra 07 con un índice de 72.33 su clasificación muy bueno; la unidad de muestra 05 en la cuadra 08 con un índice de 80.34 su clasificación muy bueno; la unidad de muestra 06 en la cuadra 08 con un índice de 86.43 su clasificación excelente; la unidad de muestra 07 en la cuadra 08 con un índice de 75.90 su clasificación muy bueno; la unidad de muestra 08 en la cuadra 09 con un índice de 82.15 su clasificación muy bueno; la unidad de muestra 09 en la cuadra 09 con un índice de 82.10 su clasificación muy bueno; la unidad de muestra 10 en la cuadra 10 con un índice de 82.02 su clasificación muy bueno; la unidad de muestra 11 en la cuadra 10 con un índice de 81.29 su clasificación muy*

bueno. Resultado general PCI: Índice general 79.16 su clasificación, muy bueno”⁽⁷⁾.

Las **conclusiones** que obtuvo fueron las siguientes:

- *“Conforme al objetivo se ha determinado Para obtener el índice de condición en el pavimento de concreto del Jirón San Martín, distrito y provincia de Satipo Región en las cuadras 6, 7, 8, 9, 10 se inspeccionaron un total de 11 unidades de muestra, entre las cuales se obtuvieron los siguientes, en función a la calificación obtenida.*

En la unidad de muestra 01: su índice de condición del pavimento PCI = 73.66 lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno.

En la unidad de muestra 02: su índice de condición del pavimento PCI = 79.89, lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno.

En la unidad de muestra 03: su índice de condición del pavimento PCI = 74.31 lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno.

En la unidad de muestra 04: su índice de condición del pavimento $PCI = 77.60$ lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno.

En la unidad de muestra 05: su índice de condición del pavimento $PCI = 80.34$ lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno.

En la unidad de muestra 06: su índice de condición del pavimento $PCI = 86.43$ lo cual nos permite observar que tiene un estado excelente.

En la unidad de muestra 07: su índice de condición del pavimento $PCI = 75.90$ lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno.

En la unidad de muestra 08: su índice de condición del pavimento $PCI = 82.15$ lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno.

En la unidad de muestra 09: su índice de condición del pavimento $PCI = 82.10$ lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno.

En la unidad de muestra 10: su índice de condición del pavimento PCI = 82.02 lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno.

En la unidad de muestra 11: su índice de condición del pavimento PCI = 81.29 lo cual nos permite observar que tiene un estado muy bueno”⁽⁷⁾.

- “El índice de promedio de condición del pavimento de la cuadra 6, 7, 8, 9, 10 del Jirón san Martín, Distrito y Provincia de Satipo Región Junín con PCI = 79.13 de condición = muy bueno”⁽⁷⁾.

b) Alvaríño J. ⁽⁸⁾, en su tesis denominada: **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en la avenida Las Malvinas, del distrito de Mazamari, provincia de Satipo, región de Junín, abril – 2016”**, planteó el siguiente objetivo general: *“Determinar un Índice de Condición de Pavimento, para las diferentes cuadras de la avenida Las Malvinas del distrito de Mazamari, provincia de Satipo, departamento de Junín, abril 2016, a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto rígido”*.

Los **resultados** obtenidos fueron:

- *“El resultado de la unidad de muestra U1, se presenta un PCI promedio de 65.2 lo que corresponde a un pavimento bueno.*
- *El resultado de la unidad de muestra U2, se presenta un PCI promedio de 64 lo que corresponde a un pavimento bueno.*
- *El resultado de la unidad de muestra U3, se presenta un PCI promedio de 45.4 lo que corresponde a un pavimento regular.*
- *El resultado de la unidad de muestra U4, se presenta un PCI promedio de 53 lo que corresponde a un pavimento regular.*
- *El resultado de la unidad de muestra U5, se presenta un PCI promedio de 47 lo que corresponde a un pavimento regular.*
- *El resultado de la unidad de muestra U6, se presenta un PCI promedio de 42 lo que corresponde a un pavimento regular.*
- *Las muestras U1, U2, U3, U4, U5 Y U6 tienen la misma cantidad de paños, con 20 paños por unidad de muestra.*
- *Se evaluó 120 paños de la superficie de las pistas en la avenida las Malvinas cuadra 2, distrito de Mazamari, provincia de Satipo, región Junín.*
- *Las fallas más frecuentes encontradas en las distintas muestras son: grieta lineal, desconchamiento, grieta de esquina, parcheo grietas de retracción”⁽⁸⁾.*

Las **conclusiones** fueron:

- a) *“En la superficie del pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 02 del distrito de Mazamari, se analizaron dos unidades de muestra 1 y 2, se encontró los siguientes daños: grieta lineal, grieta de esquina, desconchamiento y parche grande, se realizó un análisis en un cuadro de resumen con sus gráficos en el cual se representa la densidad del pavimento estudiado y su calificación según el PCI, se obtuvo un resultado que el pavimento en estudio se encuentra en un estado bueno.*
- b) *Para la superficie del pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 03 del distrito de Mazamari, se analizaron dos unidades de muestra 3 y 4, se encontró los siguientes daños: grieta lineal, grieta de esquina, grietas de grietas de retracción, parche grande y losa dividida, se realizó un análisis en un cuadro de resumen con sus gráficos en el cual se representa la densidad del pavimento estudiado y su calificación según el PCI, se obtuvo un resultado que el pavimento en estudio se encuentra en un estado regular.*
- c) *Analizando la superficie del pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 04 del distrito de Mazamari, se inspeccionaron dos unidades de muestra 5 y 6, se encontró los siguientes daños: grieta lineal, grieta de esquina, grieta de retracción, parche grande y escala, se realizó un análisis*

en un cuadro de resumen con sus gráficos en el cual se representa la densidad del pavimento estudiado y su calificación según el PCI, se obtuvo un resultado que el pavimento en estudio se encuentra en un estado regular.

- d) La evaluación de daños propuesta en el estudio es apta para ser aplicada en el levantamiento de daños de cualquier sistema de vías, ya que está basada normas internacionales de evaluación de daños en la estructuración de pavimentos en vías terrestres.*
- e) La municipalidad de Mazamari no toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación de sus calles es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, y al tener el mantenimiento pertinente se ofrece una mejor serviciabilidad y confortabilidad a los conductores.*
- f) Tan pronto se haya determinado la necesidad de hacer reparaciones a los pavimentos afectados, éstos deben repararse inmediatamente, ya que los pavimentos seguirán deteriorándose con el pasar del tiempo, produciendo así una conducción peligrosa”⁽⁸⁾.*

2.2. Bases Teóricas de la Investigación

2.2.1. Patología

La palabra patología tiene origen en raíces griegas: “pathos”, que significa enfermedad y “loguía”, que significa estudio o tratado; por lo que etimológicamente significa: “estudio de la enfermedad” este término es propio del campo de la medicina. El diccionario de la Real Academia Española (RAE) ⁽⁹⁾, le asocia dos significados: *“Parte de la medicina que estudia las enfermedades”* y también lo define como: *“Conjunto de síntomas de una enfermedad”*.

El término patología también está siendo usado en el campo de la ingeniería, específicamente para hacer referencia a las enfermedades, defectos o daños que puede sufrir el concreto.

2.2.2. Concreto

El concreto es uno de los materiales más empleados en la construcción y está formado por un aglomerante al que se le añade agregados, agua y muchas veces aditivos específicos. La principal característica estructural es que este material tiene una buena resistencia a los esfuerzos de compresión, pero no se comporta bien frente a otros tipos de esfuerzo como flexión, tracción, cortante y otros.

El **American Concrete Institute** ⁽¹⁰⁾ lo define de la siguiente manera: *“Mezcla de cemento pórtland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos”*.

El libro de **“Diseño de estructuras de Concreto”** ⁽¹¹⁾, de Arthur H. Nilson, define al concreto de la siguiente manera: *“El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado, y agua; después, esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y dimensiones deseadas”*.

2.2.2.1. Patología del concreto

El término, Patología del Concreto, hace referencia al estudio sistemático de los procesos y características de los daños que sufre el concreto, así como de sus causas, consecuencias y soluciones. El Arquitecto **Antonio del Rosal J.** ⁽¹²⁾, en la revista **“Construcción y Tecnología en Concreto”** menciona: *“La Patología del Concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las ‘enfermedades’ o los ‘defectos y daños’ que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios. Se entiende por Patología a*

aquella parte de la Durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto”.

2.2.3. Pavimento

Montejo A. ⁽¹³⁾, en su libro: **“Ingeniería de Pavimentos para Carreteras”**, define al pavimento de la siguiente manera: *“Un pavimento está constituido 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”.*

El ingeniero, **Becerra M.** ⁽¹⁴⁾, en su libro: **“Tópico de Pavimentos de Concreto Diseño, Construcción y Supervisión”** define al pavimento de la siguiente manera: *“Los pavimentos, son soluciones para la configuración de caminos, siendo concebidos, diseñados y construidos pensando en mejorar y mantener condiciones óptimas de transitabilidad a lo largo de su vida útil. Son estructuras formadas por un conjunto de capas*

granulares y carpeta de rodadura, que descansan sobre el suelo de cimentación conocido como: subrasante”.

Higuera C.⁽¹⁵⁾, en su libro: “**Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras**”, define al pavimento de la siguiente manera: *“El pavimento es una estructura vial formada por una o varias capas de materiales seleccionados que se construyen técnicamente sobre la subrasante, y es capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medio ambiente, así como transmitir al suelo de apoyo o fundación esfuerzos y deformaciones tolerables, además de proporcionar la circulación de los vehículos con rapidez, comodidad, seguridad y economía”.*

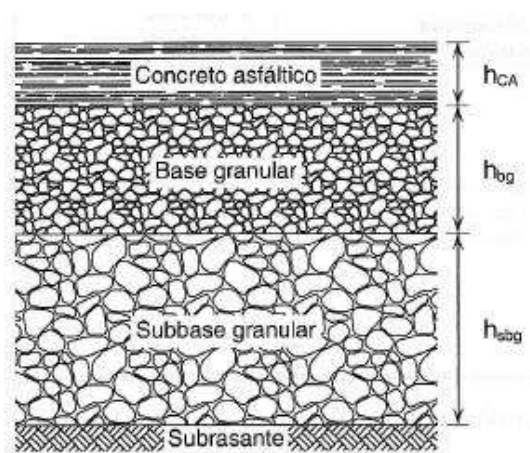
2.2.3.1. Clasificación de los pavimentos

La clasificación de los pavimentos varía según los autores; **Montejo A.**⁽¹³⁾ e **Higuera C.**⁽¹⁵⁾, coinciden con la clasificación de los pavimentos y lo clasifican de la siguiente manera: Pavimentos flexibles, semi-rígidos, rígidos y articulados; el Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú **Becerra M.**⁽¹⁴⁾, clasifica a los pavimentos en: Pavimentos flexibles y rígidos; el “**Manual de Carreteras suelos, geología geotecnia y**

pavimentos” ⁽¹⁶⁾ del MTC considera tres tipos de pavimentos: Pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos. A continuación, pasamos a definir cada uno de ellos.

a. Pavimento Flexible

Para **Higuera C.** ⁽¹⁵⁾, “Se denominan pavimentos flexibles todos aquellos que están formados por una capa bituminosa apoyada sobre una o varias capas de gran flexibilidad (base y subbase) que transmiten los esfuerzos al terreno de soporte o fundación mediante un mecanismo de disipación de tensiones, las cuales van disminuyendo con la profundidad”.



Corte típico de un pavimento flexible

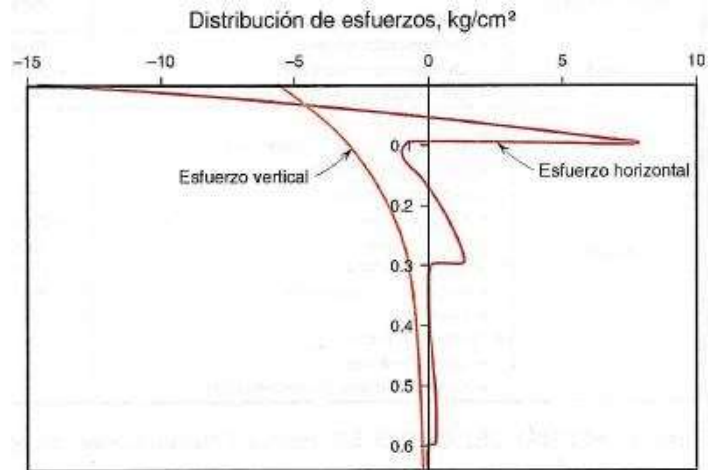


Diagrama de distribución de los esfuerzos con la profundidad

Figura 01: Corte típico y diagrama de distribución de esfuerzos en un pavimento flexible.

Montejo A. ⁽¹³⁾, respecto al pavimento flexible dice:
“Este tipo de pavimentos están formados por una capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra”.

El ingeniero **Becerra M.** ⁽¹⁴⁾, define al pavimento flexible de la siguiente manera: *“Son aquellos que tienen una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento asfáltico. Recibe el nombre de pavimento flexible debido a la forma en que se transmiten las cargas desde la carpeta de rodadura hasta la subrasante. El asfalto no absorbe la totalidad de las cargas vehiculares, actúa más como un transmisor. Por*

ello, los pavimentos flexibles requieren, por lo general, de un mayor número de capas intermedias entre la carpeta de rodadura y la subrasante”.

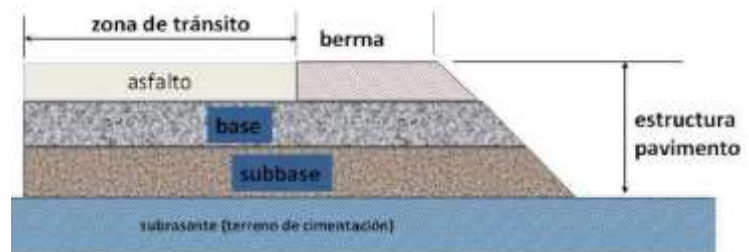
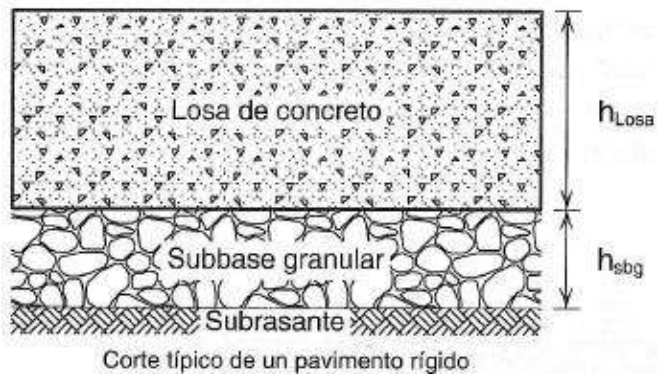


Figura 02: Esquema de pavimento flexible.

b. Pavimento Rígido

Para **Higuera C.** ⁽¹⁵⁾, los pavimentos rígidos “Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico de gran rigidez, apoyada sobre la subrasante o una capa de material seleccionado que se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como a su elevado módulo de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia”.



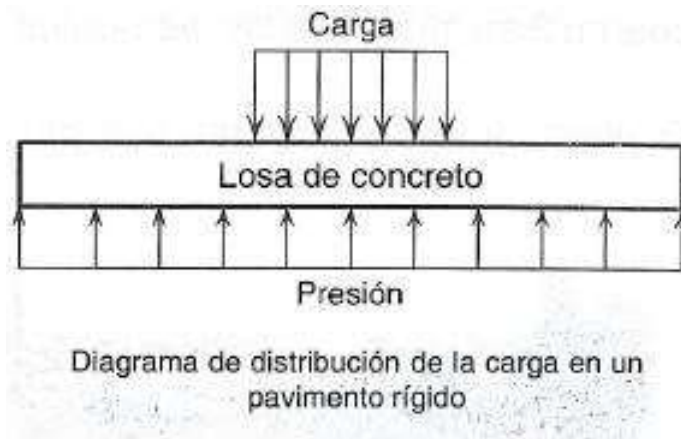


Figura 03: Corte típico y diagrama de transmisión de carga de un pavimento rígido.

Para, **Montejo A.** ⁽¹³⁾, los pavimentos rígidos “Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionada, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas

y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento”.

El ingeniero **Becerra M.**⁽¹⁴⁾, define al pavimento rígido de la siguiente manera: “Son aquellos que tienen una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento hidráulico. Recibe el nombre de pavimento rígido debido a las propiedades de la carpeta de concreto, que absorbe en mayor grado las cargas vehiculares”; y agrega al respecto que: “Debido a la naturaleza rígida de la carpeta de rodadura, las cargas vehiculares se distribuyen en una forma más eficiente. Por ello, por lo general, requieren en su estructura de un menor número de capas granulares entre la carpeta de rodadura y la subrasante”⁽¹⁴⁾.

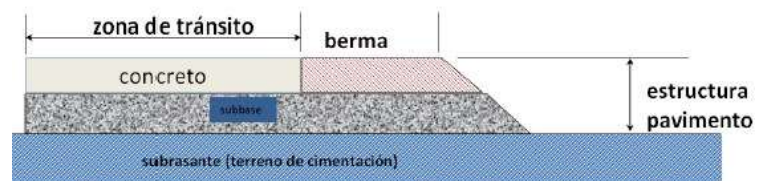


Figura 04: Esquema de un pavimento de concreto.

El “Manual de Carreteras suelos, geología geotecnia y pavimentos”⁽¹⁶⁾, define al pavimento rígido de la siguiente manera: “Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de ‘rígidos’ debido a la naturaleza de la losa

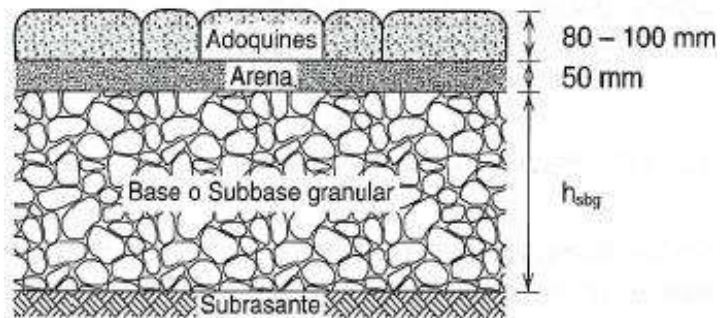
de concreto que la constituye”. Con respecto a la rigidez menciona: *“Debido a su naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante”*⁽¹⁶⁾.

Así mismo, el **“Manual de Carreteras suelos, geología geotecnia y pavimentos”**⁽¹⁶⁾, clasifica a los pavimentos de concreto en tres tipos: Pavimentos de concreto simple con juntas, Pavimentos de concreto reforzado con juntas y pavimentos de concreto continuamente reforzados y aclara que: *“Los pavimentos de concreto con juntas son las que mejor se aplican a la realidad nacional debido a su buen desempeño a los periodos de diseño que usualmente se emplean”*⁽¹⁶⁾.

c. Pavimentos Articulados

Para **Higuera C.**⁽¹⁵⁾, un pavimento articulado, *“Es el pavimento formado por elementos prefabricados (bloques o adoquines) de pequeñas dimensiones, que individualmente son muy rígidos y se asientan sobre una capa de arena. Estos van asentados sobre la subbase o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la*

calidad de ésta. Transmiten los esfuerzos al suelo de soporte mediante un mecanismo de disipación de tensiones”.



Corte típico de un pavimento articulado

Figura 05: Modelo estructural de un pavimento articulado.

Montejo A. ⁽¹³⁾, define al pavimento articulado de la siguiente manera: “Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento”.

2.2.3.2. Evaluación de Pavimentos

El pavimento es una estructura cuya superficie se encuentra expuesta gran parte del tiempo a acciones del medio ambiente a través de gradientes térmicos, de humedad y otros factores incluido las solicitaciones de tránsito para la cual fue diseñada; estos factores inducen la aparición de patologías, que a su vez pueden dar origen a otras patologías haciendo que se reduzca la vida útil del pavimento; por ello es necesario evaluarlos, determinar su estado, su condición y aplicar metodologías pertinentes en su mantenimiento y rehabilitación. Es preciso señalar que existen diferentes métodos de evaluación, muchos de ellos costosos por los instrumentos y materiales que se utilizan.

La presente investigación hace uso de la metodología del PCI (Pavement Condition Index), que se encuentra estandarizada por la norma ASTM D 6433-07 y fue diseñada por el cuerpo de ingenieros de la armada americana. Respecto a esta metodología el ingeniero

Vásquez L.⁽¹⁷⁾, manifiesta: *“El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos,*

dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas... ”.

2.2.3.3. Deterioros en los pavimentos

Al respecto **Montejo A.** ⁽¹³⁾ manifiesta: *“La incidencia de factores de diverso origen determinan alteraciones de la superficie de rodamiento de los pavimentos que afectan la seguridad, comodidad y velocidad con que debe circular el tránsito vehicular presente y futuro. La finalidad fundamental de todo proceso de mantenimiento o refuerzo de los pavimentos en servicio, es corregir los defectos mencionados para alcanzar un grado de transitabilidad adecuado durante un periodo de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión necesaria”.*

El **“Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica”** ⁽¹⁸⁾ menciona que: *“Los deterioros que se presentan en una estructura de pavimento disminuyen el confort percibido por el usuario y la vida útil de la estructura del pavimento, estos surgen por las condiciones ambientales y de tránsito durante un periodo de servicio, o por, deficiencia en la calidad de los materiales y/o defectos constructivos que pueden*

afectar negativamente su desempeño y en consecuencia generar deterioros prematuros”.

2.2.3.4. Índice de Condición de Pavimento (PCI)

Es un indicador numérico que clasifica la condición de la superficie del pavimento. Varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento excelente, en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene su descripción cualitativa.

El Manual Técnico: **“Pavement Maintenance Management”**⁽¹⁹⁾ dice: *“The pavement condition rating is based on the PCI, which is a numerical indicator based on a scale of 0 to 100. The PCI measures the pavement’s structural integrity and surface operational condition”.*

PCI	RATING
100	EXCELLENT
85	VERY GOOD
70	GOOD
55	FAIR
40	POOR
25	VERY POOR
10	FAILED
0	

Figura 06: PCI scale and condition rating.

Según la norma ASTM D 6433-07⁽²⁰⁾, “El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clases, severidad y cantidad que cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima”.

a. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento

Al respecto **Vásquez L.** ⁽¹⁷⁾ dice: “La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin”.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO					
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
INSPECCIONADA POR				FECHA	
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Purzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea.
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento.
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño).	37	Retracción.
25	Escala.	31	Pulimento de agregados.	38	Descascaramiento de esquina.
26	Sello de junta.	32	Popouts.	39	Descascaramiento de junta.
		33	Bombeo.		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					0 0 0 0 0
					10
					0 0 0 0 0
					9
					0 0 0 0 0
					8
					0 0 0 0 0
					...
					0 0 0 0 0
					1 2 3 4

Figura 07: Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico.

b. Niveles de severidad

El PCI establece tres niveles de severidad las cuales son: Bajo (Low), Medio (Medium) y Alto (High); cada una de las patologías se describen con su respectivo nivel de severidad y las opciones de reparación, en el apartado **2.2.5.** del presente informe, las que fueron extraídas del libro **“Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras”** ⁽¹⁷⁾ del ingeniero Vásquez L.

c. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos (VR)

1.a. “Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02” ⁽¹⁷⁾.

1.b. “Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño” ⁽¹⁷⁾.

1.c. “Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido

de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento” ⁽¹⁷⁾.

Etapa 2. Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m)

2.a. *“Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.”* ⁽¹⁷⁾.

2.b. *“Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor”* ⁽¹⁷⁾.

2.c. *“Determine el ‘Número Máximo Admisible de*

Valores Deducidos’ (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3.}$$

Donde:

m_i: Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

HDV_i: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i” ⁽¹⁷⁾.

2.d. *“El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan”* ⁽¹⁷⁾.

Etapas 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido

Corregido”, CDV

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3.a. *“Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.”* ⁽¹⁷⁾.

3.b. *“Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales”* ⁽¹⁷⁾.

3.c. *“Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento”* ⁽¹⁷⁾.

3.d. *“Reduzca a 2 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1”* ⁽¹⁷⁾.

3.e. *“El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso”* ⁽¹⁷⁾.

Etapas 4. Cálculo del PCI restando de 100 el

máximo CDV

Finalmente calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 100.

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

Dónde: PCI - Índice de condición del pavimento.

Máx. CDV- Máximo valor corregido

deducido.

PAVEMENT CONDITION INDEX
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1											
2											
3											
4											

Figura 08: Formato para las iteraciones del cálculo del CDV.

2.2.4. Glosario de tipos de daños. Vásquez L.

Tabla 01: Glosario inglés – español de tipos de patologías

Superficie Asfáltica

Alligator Cracking	Piel de Cocodrilo
Bleeding	Exudación
Block Cracking	Agrietamiento en Bloque
Bumps and Sags	Abultamientos y Hundimientos
Corrugation	Corrugación
Depression	Depresión
Edge Cracking	Grieta de Borde
Joint Reflection Cracking	Grieta de Reflexión De Junta
Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma

Longitudinal & Transversal Cracking	Grietas Longitudinales y Transversales
Patching & Utility Patching	Parqueo y acometidas de servicios
Polished Aggregates	Pulimento de Agregados
Potholes	Huecos
Railroad Crossing	Cruce de Vía Férrea
Rutting	Ahuellamiento
Shoving	Desplazamiento
Slippage Cracking	Grietas Parabólicas o por deslizamiento
Swell	Hinchamiento
Weathering / Raveling	Meteorización / Desprendimiento de Agregados
Superficie de Concreto de Cemento Portland	
Blow up / Buckling	Blowup / Buckling
Corner Break	Grieta de Esquina
Divided Slab	Losa Dividida
Durability "D" Crack	Grieta de Durabilidad "D"
Faulting	Escala
Joint Seal	Sello de Junta
Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma
Linear Cracking	Grietas Lineales
Patching (Large)	Parqueo grande
Patching (Small)	Parqueo pequeño
Polished Aggregates	Pulimento de Agregados
Popouts	Popouts
Pumping	Bombeo
Punch-out	Punzonamiento
Railroad crossing	Cruce de Vía Férrea
Scaling / Map Cracking / Cracking	Desconchamiento / Mapa de Grietas / Craquelado
Shrinkage Cracks	Grietas de Retracción

Spalling Corner	Descascaramiento de Esquina
Spalling Joint	Descascaramiento de Junta

Fuente: *Vásquez L. (2002)⁽¹⁷⁾*

2.2.5. Manual de Daños en Pavimento Rígido. Vásquez L.

21. Blowup - Buckling

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

Niveles de Severidad

L: *Causa una calidad de tránsito de baja severidad.*

M: *Causa una calidad de tránsito de severidad media.*

H: *Causa una calidad de tránsito de alta severidad.*

Medida

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

Opciones de Reparación

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

M: *Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.*

H: *Parcheo profundo. Reemplazo de la losa”⁽¹⁷⁾.*



Figura 09: Blowup – Buckling de severidad baja, media y alta.

22. Grieta de esquina.

“Descripción: *Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70*

m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

Niveles de Severidad

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

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

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

Medida

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

- 1. Sólo tiene una grieta de esquina.*
- 2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.*

3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad.

Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

Opciones de reparación

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

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo”⁽¹⁷⁾.

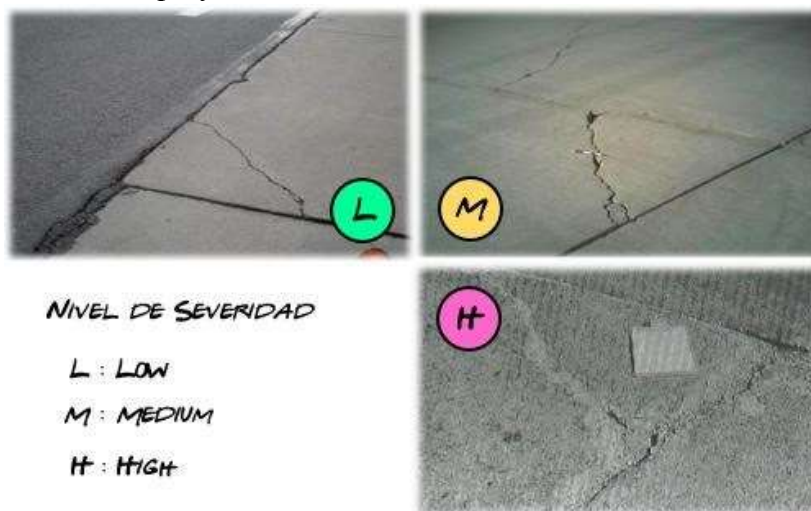


Figura 10: Grieta de esquina de severidad baja, media y alta.

23. Losa dividida.

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

Niveles de severidad

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

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 a más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

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

Opciones de reparación

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

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa”⁽¹⁷⁾.

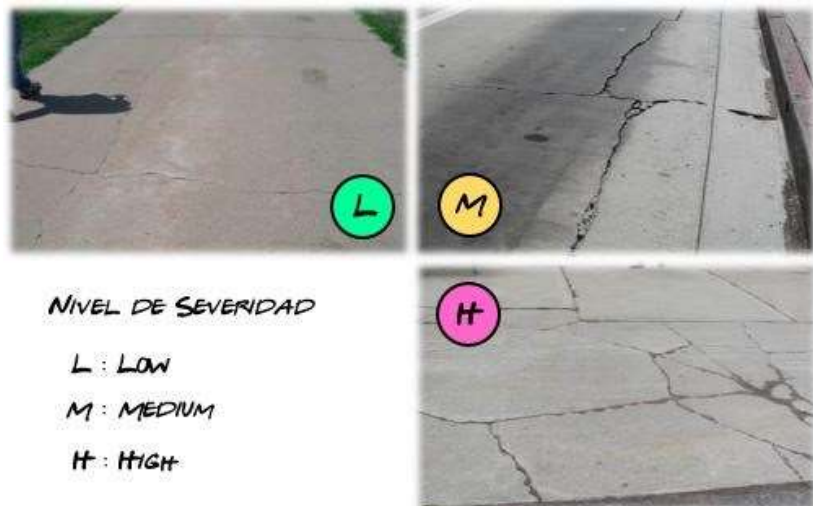


Figura 11: Losa dividida de severidad baja, media y alta.

24. Grieta de durabilidad “D”.

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

Niveles de severidad

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

M: Existe una de las siguientes condiciones:

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

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

fácilmente.

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa”⁽¹⁷⁾.

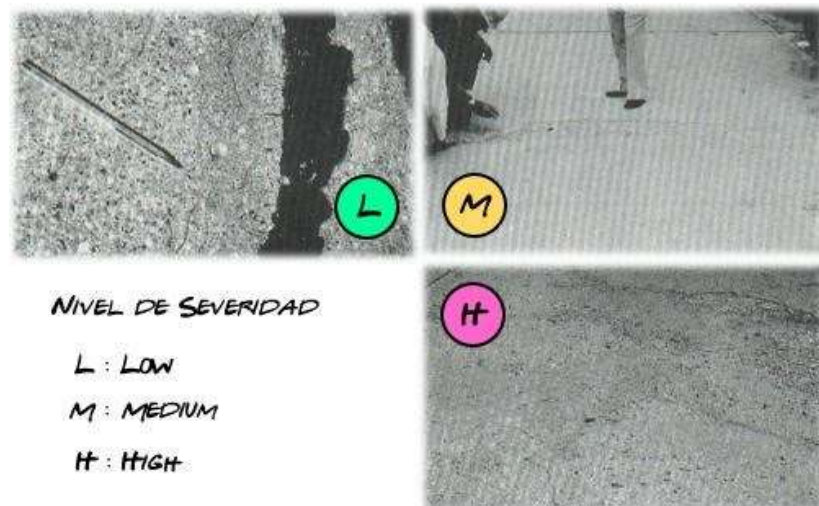


Figura 12: Grieta de durabilidad “D” de severidad baja, media y alta.

25. Escala.

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

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

Niveles de Severidad

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

Nivel de Severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Fresado.

H: Fresado”⁽¹⁷⁾.

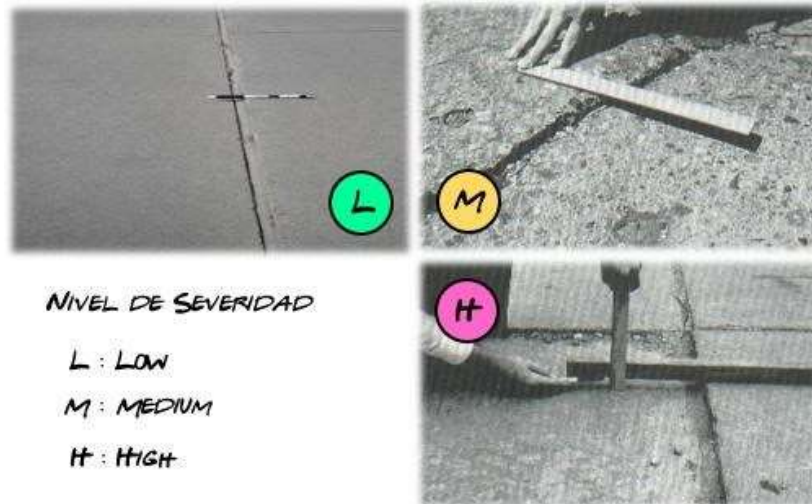


Figura 13: Escala de severidad baja, media y alta.

26. Daño del sello de la junta.

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

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).
5. Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.

6. *Falta o ausencia del sellante en la junta.*

Niveles de Severidad

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

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

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

Medida

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

Opciones de reparación

L: *No se hace nada.*

M: *Sellado de juntas de menor consideración.*

H: *Sellado de juntas de mayor consideración”⁽¹⁷⁾.*

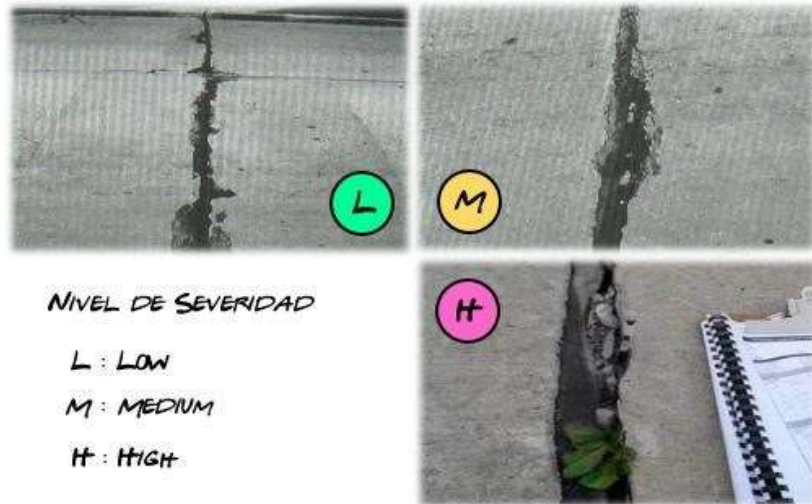


Figura 14: Daño del sello de la junta de severidad baja, media y alta.

27. Desnivel carril / berma.

“Descripción: El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

Nivel de severidad

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

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

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

Medida

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el

daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

Opciones de reparación

L, M, H: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril”⁽¹⁷⁾.

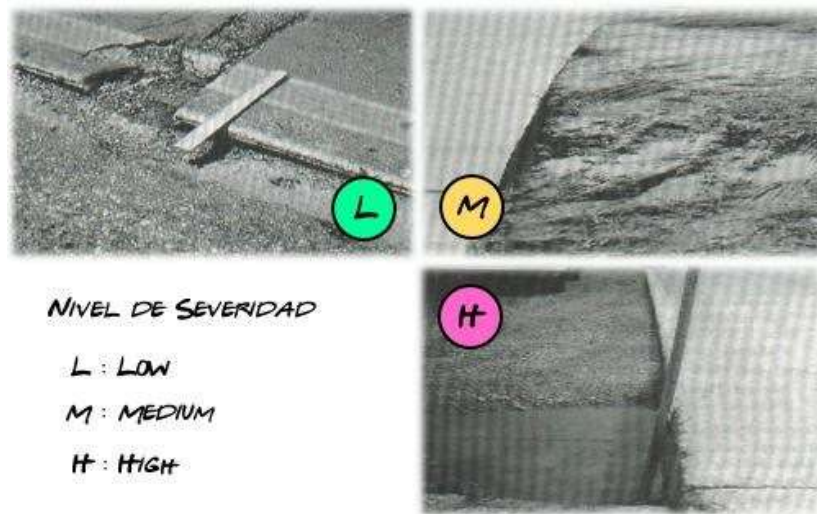


Figura 15: Desnivel carril / berma de severidad baja, media y alta.

28. Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).

“Descripción: Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las

grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes.

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

Losas sin refuerzo

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

M: *Existe una de las siguientes condiciones:*

- 1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.*
- 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.*
- 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.*

H: *Existe una de las siguientes condiciones:*

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

Losas con refuerzo

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

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

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

Medida

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

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

Opciones de reparación

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

M: Sellado de grietas.

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

(17).

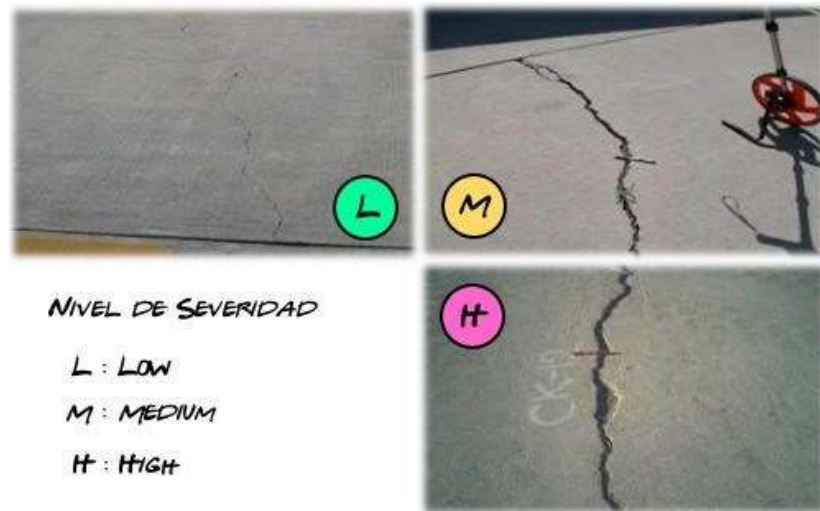


Figura 16: Grietas lineales de severidad baja, media y alta.

29. Parche grande (mayor de 0.45 m²) y acometidas de servicios públicos.

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

severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

Niveles de severidad

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

M: *El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable. H:* *El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.*

Medida

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

Opciones para Reparación

L: *No se hace nada.*

M: *Sellado de grietas. Reemplazo del parche.*

H: *Reemplazo del parche”⁽¹⁷⁾.*

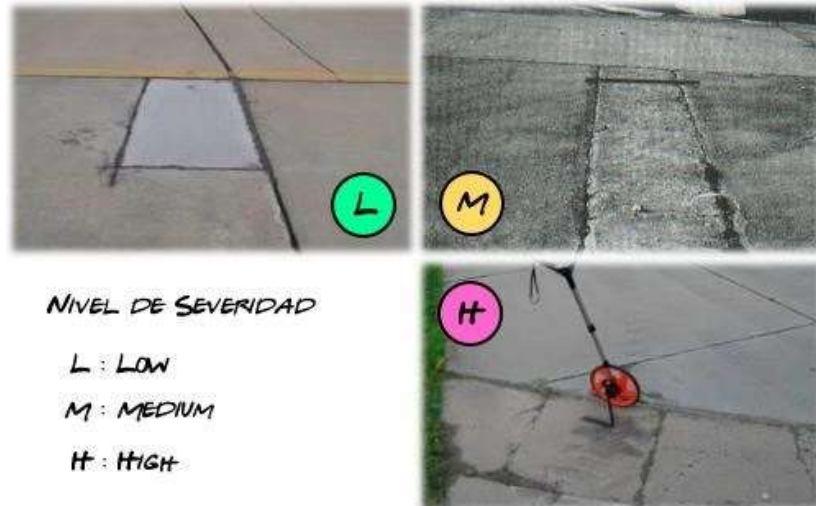


Figura 17: Parche grande de severidad baja, media y alta.

30. Parche pequeño (menor de 0.45 m²).

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

Niveles de Severidad

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

***M:** El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo. **H:** El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.*

Medida

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como

una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche”⁽¹⁷⁾.

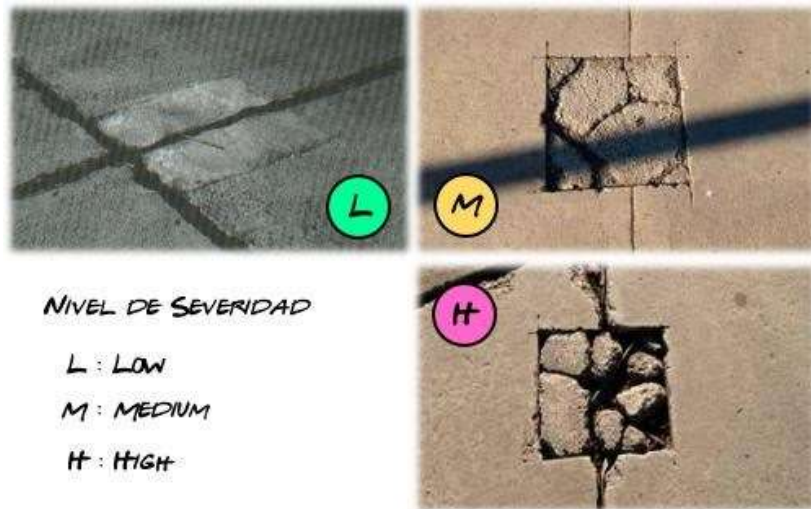


Figura 18: Parche pequeño de severidad baja, media y alta.

31. Pulimento de agregados.

“Descripción: Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la

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

Niveles de Severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

Medida

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

Opciones de reparación

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobre carpeta”⁽¹⁷⁾.



Figura 19: Pulimento de agregados.

32. Popouts.

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

Niveles de severidad

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

Medida

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda

de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

Opciones de reparación

L, M y H: No se hace nada”⁽¹⁷⁾.



Figura 20: Popout.

33. Bombeo.

“Descripción: *El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera.*

Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas.

El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

Niveles de Severidad

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

Medida

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

Opciones de reparación

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas”⁽¹⁷⁾.



Figura 21: Bombeo.

34. Punzonamiento.

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

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo”⁽¹⁷⁾.

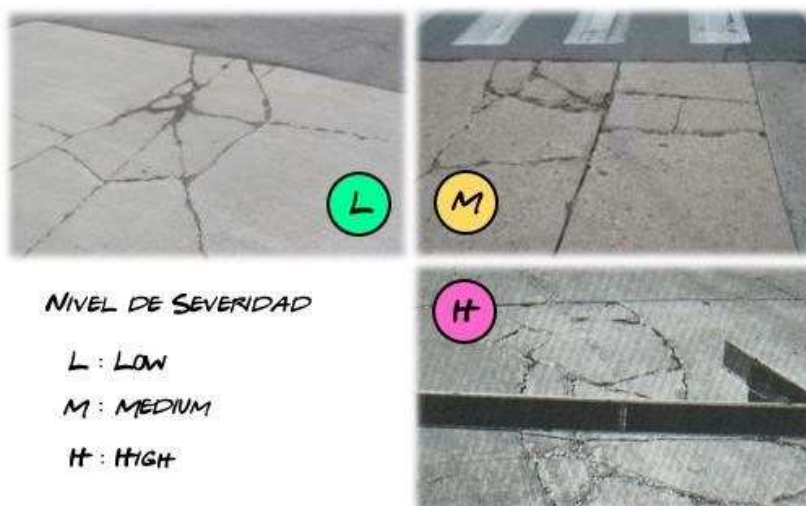


Figura 22: Punzonamiento de severidad baja, media y alta.

35. Cruce de vía férrea.

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

Niveles de severidad

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

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

Medida

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

Opciones de reparación

L: *No se hace nada.*

M: *Parqueo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.*

H: *Parqueo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce” (17).*

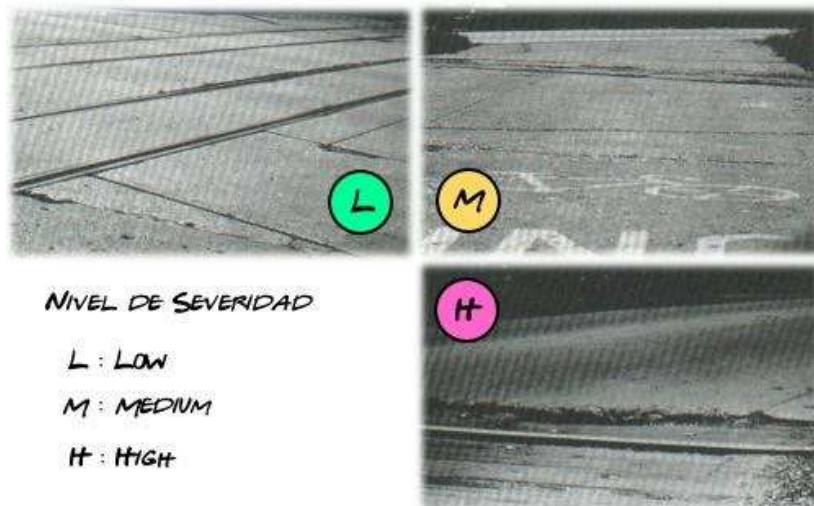


Figura 23: Cruce de vía férrea de severidad baja, media y alta.

36. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.

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

Niveles de Severidad

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

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

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

Medida

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

L: No se hace nada.

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

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa.

Sobrecarpeta ”⁽¹⁷⁾.

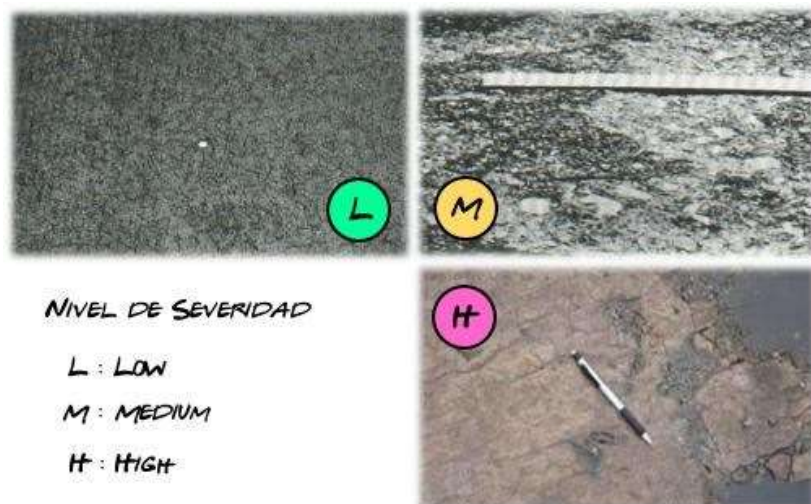


Figura 24: Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de severidad baja, media y alta.

37. Grietas de retracción.

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

Niveles de Severidad

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

Medida

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

Opciones de reparación

L, M y H: No se hace nada”⁽¹⁷⁾.

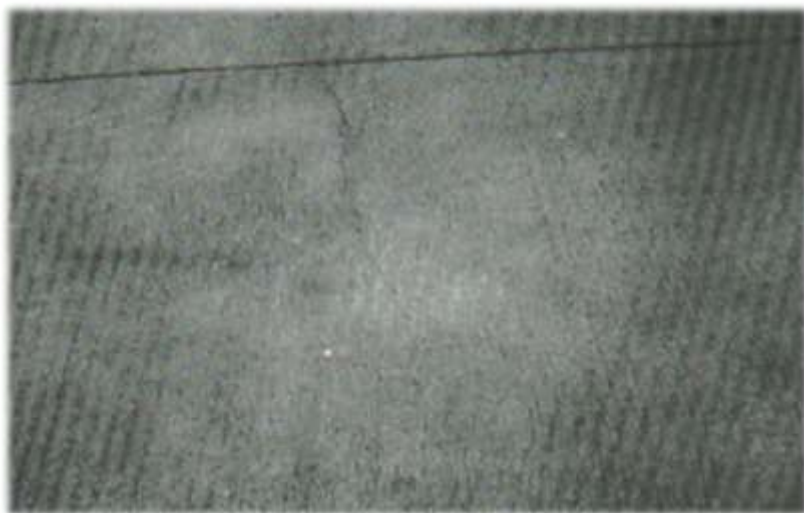


Figura 25: Grietas de retracción.

38. Descascaramiento de esquina.

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

Niveles de severidad

En el Cuadro siguiente se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² deberá contarse.

Profundidad del Descaramiento	Dimensiones de los lados del descaramiento	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
Menor de 25.0 mm	L	L
> 25.0 mm a 51.0 mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

Medida

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

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial”⁽¹⁷⁾.

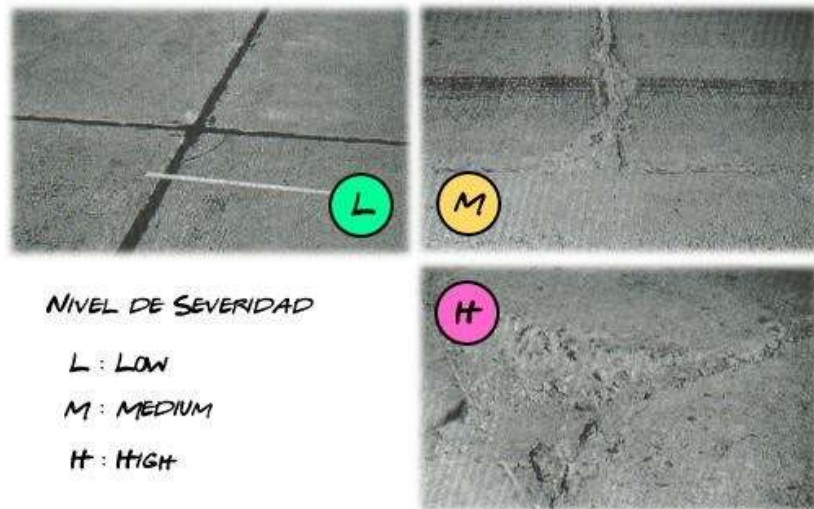


Figura 26: Descascaramiento de esquina de severidad baja, media y alta.

39. Descascaramiento de junta.

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

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

Niveles de Severidad

En el Cuadro 01 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el

concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Cuadro 01: Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6m	> 0.6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	L	L
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0 mm.	< 102 mm	L	M
	>102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	M	H

Medida

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

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta”⁽¹⁷⁾.

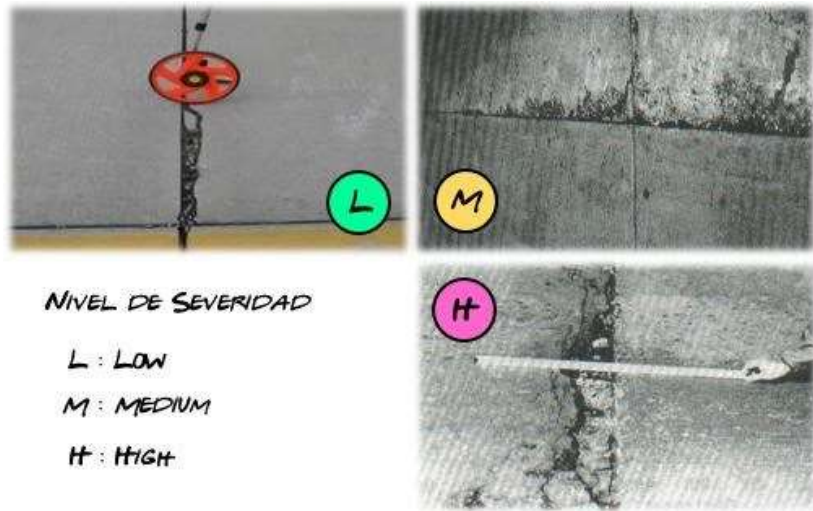


Figura 27: Descascamiento de junta de severidad baja, media y alta.

III. Hipótesis

La presente investigación no pretende pronosticar hechos, por lo que no se estableció hipótesis debido a la naturaleza del estudio.

IV. Metodología

Tipo de investigación

El tipo de investigación realizado es **descriptivo** de acuerdo a **Salinas P.** ⁽²²⁾, quien manifiesta en su libro de “**Metodología de la Investigación Científica**” con respecto a las investigaciones de tipo descriptivo: “*Es investigación de evaluación, ya que pretende determinar la eficacia de un programa, práctica, procedimiento o política y evaluar su validez*”.

Así mismo, en el “**Manual de Metodología de la Investigación Científica**” ⁽²¹⁾ redactado por el Dr. **Domínguez J.**, se puede corroborar que la investigación realizada es de tipo descriptivo.

Así mismo, con respecto al enfoque de la investigación cuantitativa, de alcance descriptivo, **Hernández R.** ⁽²³⁾ dice: “*Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.*”

Por último, según **Sánchez H.** ⁽²⁴⁾, en razón al propósito de la investigación realizada, es de tipo aplicada.

Nivel de investigación

De acuerdo a la línea de investigación realizada y al “**Manual de Metodología de la Investigación Científica**” ⁽²¹⁾, es de nivel **cuantitativo**.

Hernández R. ⁽²³⁾ con respecto al enfoque cuantitativo manifiesta: *“El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos ‘brincar’ o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones”*.

4.1. Diseño de la investigación

De acuerdo al tipo y nivel de investigación realizada, el diseño de investigación es no experimental de corte transversal. No experimental, porque no se manipulan variables solo se hace la observación del fenómeno tal y como se encuentra en su contexto natural y de corte

transversal, porque el estudio se realizó en un tiempo determinado, en este caso: enero 2019.

El diseño utilizado fue:

$$M_i \text{ --- } X_i \text{ --- } O_i$$

Donde:

- M_i : Muestra del elemento de estudio
- X_i : Variable de estudio
- O_i : Resultados

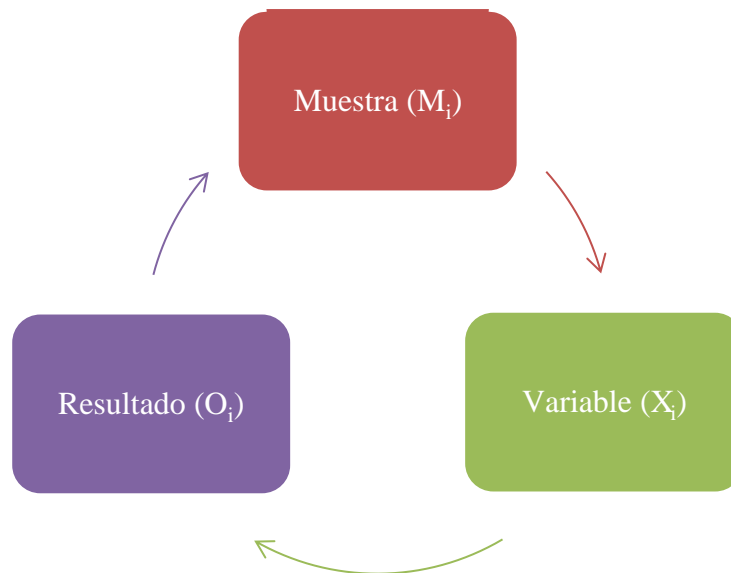


Figura 28: Ideograma de la metodología del diseño de investigación.

4.2. Población y muestra

La población y muestra está comprendida por todos los pavimentos rígidos del Jirón Tarma del Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región

Junín cuya longitud total es 480 m.

Muestreo

El ingeniero **Vásquez L.** ⁽¹⁷⁾, al respecto dice: *“Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 ± 8 losas. Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos.”*

Para determinar el número mínimo de unidades de muestreo con una confiabilidad del 95% el **“Standart Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys”** ⁽²⁰⁾ define la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Nxs^2}{e^2x(N-1)+s^2}$$

Donde:

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

Número total de unidades de muestreo en la sección.

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

Desviación estándar del PCI entre las unidades de la sección. La desviación estándar para la inspección inicial asume el valor de 15 para pavimentos rígidos.

También **Vásquez L.** ⁽¹⁷⁾, dice: “*Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deberán evaluarse.*”, y por último recomienda: “*... si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación(rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas*” ⁽¹⁷⁾.

La inclusión y exclusión realizada es la siguiente:

Inclusión: Ver *Tabla 02*.

Tabla 02: Unidades de Muestra del Jirón Tarma.

Unidad de Muestra (UM)	Descripción	N° losas evaluadas	Longitud
UM – 01	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con la Calle Risso y termina en la intersección con el Jirón Dos de Mayo.	26	80 m.
UM – 02	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Dos de Mayo y termina en la intersección con el Jirón Junín.	28	100 m.
UM – 03	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Junín y termina en la intersección con el Jirón Ancash.	16	45 m.
UM – 04	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Ancash y termina en la intersección con el Jirón Ayacucho.	20	63 m.
UM – 05	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Ayacucho y termina en la intersección con el Jirón Amazonas.	24	81 m.
UM – 06	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Amazonas y termina en la intersección con el Jirón Trujillo.	26	68 m.

Fuente: Elaboración propia (2019)

Exclusión: No se consideran las losas de las intersecciones del jirón Tarma con otros jirones y calles, tampoco la Prolongación Tarma.

4.3. Definición y Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 03: Definición y operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Patologías del concreto.	<p>“La Patología del Concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios. Se entiende por Patología a aquella parte de la Durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto”⁽¹²⁾.</p>	Tipos de patología.	<p>Recolección de datos de las unidades de muestra, haciendo uso de fichas técnicas, propuestas en el manual del PCI.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Grieta de esquina - Losa Dividida Grieta de Durabilidad “D” Escala Daño del sello de la junta. ...
		Nivel de Severidad.	<p>Determinación del nivel de severidad de las patologías a partir de mediciones de acuerdo al tipo de patología y al manual del PCI.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Bajo Medio Alto
		Nivel de incidencia.	<p>Análisis estadístico de P resultados.</p>	<p>Porcentaje.</p>
Índice de integridad estructural.	<p>“The pavement condition rating is based on the PCI, which is a numerical indicator based on a scale of 0 to 100. The PCI measures the pavement’s structural integrity and surface operational condition”⁽¹⁹⁾.</p>	PCI		<p>D ≥ 0 a 100</p>
		Condición Operacional	<p>Determinación del PCI, mediante el uso de programas de cómputo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente - Muy Bueno - Bueno - Regular - Malo - Muy Malo - Fallado

Fuente: Elaboración propia
(2019)

4.4. Técnicas e instrumentos

Técnica

La técnica utilizada fue la observación directa (in situ), para identificar y evaluar el nivel de severidad de las patologías en cada una de las unidades de muestra.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados en la observación, para determinar y evaluar las patologías del concreto del pavimento rígido en las unidades de muestra establecidas fueron:

- Ficha técnica de evaluación.
- Plano de las unidades de muestra

Las herramientas, materiales y equipos usados fueron:

- Flexómetro, para realizar las mediciones de las secciones del pavimento, y las áreas dañadas de los pavimentos.
- Wincha, para medir las dimensiones de las losas que conforman las unidades de muestra.

- Regla de acero milimetrada, para medir las grietas y depresiones del pavimento.
- Odómetro, para realizar las mediciones de las longitudes de las losas y unidades de muestra.
- Manual de daños del PCI, para identificar correctamente las patologías del concreto en pavimentos rígidos.

85

- Cámara Digital, para evidenciar el trabajo de investigación, y fotografiar las patologías encontradas en las unidades de muestra de la investigación.
- Laptop, para organizar y procesar la estructura de la tesis.
- GPS, para referenciar los puntos de inicio y fin de la muestra.

4.5. Plan de análisis

Para el logro de los objetivos trazados y la obtención de los resultados del trabajo de investigación, se procedió de la siguiente manera:

- Presentación de solicitud al Municipio de Chanchamayo, pidiendo autorización para realizar el trabajo de investigación en el Jirón Tarma. - Determinación de las Unidades de Muestra.
- Evaluación visual haciendo uso de Fichas Técnicas de acuerdo a la metodología del PCI, de las Unidades de Muestra: UM-01, UM-02 y UM-03.
- Evaluación visual haciendo uso de Fichas Técnicas de acuerdo a la metodología del PCI, de las Unidades de Muestra: U-04, U-05 y U-06.
- Procesamiento de datos obtenidos en las Unidades de Muestra, haciendo uso de programas de cómputo (Word, Excel y otros).
- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, haciendo uso de cuadros estadísticos.

4.6. Matriz de consistencia

Tabla 04: Matriz de consistencia.

Determinación y Evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín, Enero - 2019.		
	Caracterización del Problema	Enunciado del Problema
Problema	<p>En el distrito de Chanchamayo los pavimentos de las vías principales, fueron construidas hace más de 30 años. Cuando transitamos por ellas se pueden observar diferentes patologías en el pavimento. Por lo tanto, existe la necesidad de evaluarlos para determinar el índice de condición estructural y la condición operacional del pavimento existente, de manera que la entidad encargada del mantenimiento y rehabilitación pueda mejorar la transitabilidad de la ciudad. Por estas razones, en el trabajo de investigación se eligió, la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín.</p>	<p>¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto de la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero - 2019, nos permitirá obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de dicha infraestructura?</p>
	Objetivo General	Objetivos Específicos
Objetivos	<p>Determinar el Índice de Integridad Estructural y Condición Operacional de la superficie de los Pavimentos Rígidos, del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero - 2019, a partir de la identificación y evaluación de las patologías presentes en dicha infraestructura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las patologías del concreto en la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero – 2019, y catalogarlos de acuerdo al sistema de clasificación del PCI. - Evaluar las patologías del concreto en la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero – 2019. - Obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma, del Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín, Enero – 2019.

	Antecedentes	Bases Teóricas
Marco Teórico	<ul style="list-style-type: none"> - Internacionales - Nacionales - Locales 	<ul style="list-style-type: none"> - Patología - Concreto - Patologías del concreto - Pavimento - Clasificación de los pavimentos - Evaluación de Pavimentos - Deterioros en los pavimentos - Índice de Condición del Pavimento - Glosario de tipos de daños - Manual de Daños en Pavimento Rígido
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Investigación: Descriptivo - Nivel de Investigación: Cuantitativo - Diseño de Investigación: No experimental de corte Transversal. Mi --- Xi --- Oi - Población y Muestra: Todos los pavimentos rígidos del Jirón Tarma del Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín. - Técnicas e Instrumentos: Observación y uso de Ficha Técnica de Evaluación 	

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.7. Principios éticos:

La investigación científica constituye un campo del conocimiento bastante complejo, por lo que se requiere y es de suma importancia considerar la ética y la epistemología, como ejes esenciales de la investigación científica de manera que nos permita demostrar resultados válidos con principios éticos y epistemológicos, pues la ética como disciplina filosófica nos encaminan en los principios que regulan la acción moral del ser humano y la epistemología, también como disciplina filosófica, estudia la investigación científica y sus resultados. Por lo tanto, existe una relación entre la ética, la ciencia y la investigación y van de la mano, pues el carácter de los trabajos de investigación se fundamenta en la búsqueda de la verdad.

Al respecto **Romero R.** ⁽²⁵⁾, en el artículo de revista denominado “**Ética y Epistemología en la Investigación Científica. Tendencia y perspectivas**” concluye que: *“La investigación científica es una actividad reconocida, que está regida bajo los principios éticos y epistémicos para su fiabilidad y validez de los resultados y su relación con los beneficios que las investigaciones brindan a la sociedad”*.

En el trabajo de investigación que pongo a disposición, no solamente prima el conocimiento adquirido en la universidad; también se hace uso de principios éticos que forman parte de la integridad y desarrollo del ser humano, que hacen del ingeniero civil una persona honorable y digna.

También, como parte de los principios éticos en la investigación, se ha asumido los siguientes compromisos:

- Con respecto a la recopilación de datos en el trabajo de investigación:
Realizar el trabajo de investigación ética y epistemológicamente responsable, para obtener resultados acordes a los objetivos planteados.
- Con relación al público: Presentar los resultados del trabajo de investigación de manera sencilla y de fácil entendimiento, teniendo justificación razonable de las decisiones que se adopten.
- Con relación al ejercicio profesional: La búsqueda constante de la excelencia profesional a través de constantes capacitaciones e investigación acorde al avance científico; también, colaborar y volcar nuestros conocimientos de manera desinteresada cuando sea necesario.
- Con relación al trabajo en equipo: Trabajar armónicamente con las personas que conforman el equipo de trabajo, generando en todo momento un clima de armonía y cooperación mutua, porque trabajar en equipo hace que se logren mejores resultados.

V. Resultados

5.1. Resultados

A continuación, presentamos los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados, a través de tablas y gráficos con su respectiva descripción e interpretación.

Los resultados obtenidos en cada Unidad de Muestra (UM) están organizados, de la siguiente manera:

- Patologías identificadas en la Unidad de Muestra.
- Nivel de incidencia de patologías registradas en la Unidad de Muestra.
- Índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento de la Unidad de Muestra.
- Descripción e interpretación de los resultados de la Unidad de Muestra.
- Resumen general de resultados.



UM - 01

**JIRÓN TARMA ENTRE LA CALLE
RISSO Y EL JIRÓN DOS DE
MAYO**

Figura 29: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 01.

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE CONDICION DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA		
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO
REGIÓN: JUNIN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20 m		LARGO: 6.00 m
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1978 41 Años		AREA EVALUADA: 655.20 m ²
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 26		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 26
UNIDAD DE MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-01
UM-01		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)		
ID	Tipo de Patología	
21	Blow-up / Buckling	
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	
23	Losa Dividida (Divided Slab)	
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)	
25	Escala (Faulting)	
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)	
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)	
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	
29	Parche Grande (Patching, Large)	
30	Parche Pequeño (Patching, Small)	
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	
32	Popouts	
33	Bombeo (Pumping)	

UM

01

PEGAR IMAGEN

34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	UM-01	Niveles de Severidad			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)		L	Severidad Baja		
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)		M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID(1)	Patología	N° Losas	N/S(2)	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	10	M	Severidad Media	38.46%	46.39
23	Losa Dividida (Divided Slab)	05	L	Severidad Baja	19.23%	17.92
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		M	Severidad Media	100.00%	4.00
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	13	M	Severidad Media	50.00%	27.50
29	Parche Grande (Patching, Large)	05	L	Severidad Baja	19.23%	5.99
29	Parche Grande (Patching, Large)	01	H	Severidad Alta	3.85%	6.15
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	20			76.92%	8.72
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	02	M	Severidad Media	7.69%	6.25
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)	01	H	Severidad Alta	3.85%	2.54

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.

(2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)

Figura 30: Patologías identificadas en la Unidad de Muestra 01.

ID	Tipo de Patología	Nivel de Severidad	Densidad	Incidencia
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - M	M	38.46%	12.05%
23	Losa Dividida (Divided Slab) - L	L	19.23%	6.02%
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage) - M	M	100.00%	31.33%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - M	M	50.00%	15.66%
29	Parche Grande (Patching, Large) - L	L	19.23%	6.02%
29	Parche Grande (Patching, Large) - H	H	3.85%	1.20%
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		76.92%	24.10%
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing) - M	M	7.69%	2.41%
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner) - H	H	3.85%	1.20%
				100.00%

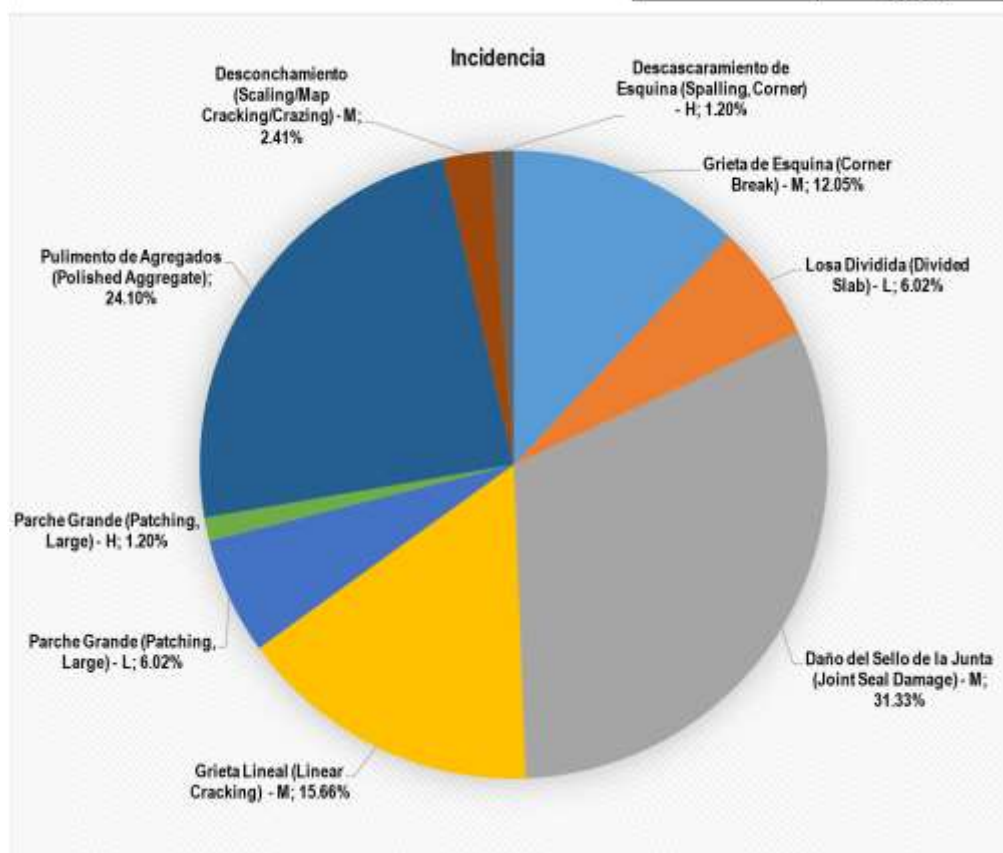


Figura 31: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 01.

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$VAR = 46.39$

$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - VAR) = 5.92$

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)													
N°	Valores Deducidos (Deduct Values)							q	Total	CDV			
1	46.39	27.50	17.92	8.72	6.25	5.68		6	112.46	58.229			
2	46.39	27.50	17.92	8.72	6.25	2.00		5	108.78				
3	46.39	27.50	17.92	8.72	2.00	2.00		4	104.53	60.265			
4	46.39	27.50	17.92	2.00	2.00	2.00		3	97.82	61.777			
5	46.39	27.50	2.00	2.00	2.00	2.00		2	81.89	59.635			
6	46.39	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		1	56.39	56.392			
										CDV_{MAX} = 61.78			

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI			
RANGO PCI	ESTADO	COLOR	
100 - 85	Excelente (Excellent)		
85 - 70	Muy Bueno (Very Good)		
70 - 55	Bueno (Good)		
55 - 40	Regular (Fair)		
40 - 25	Malo (Poor)		
25 - 10	Muy Malo (Very Poor)		
10 - 0	Fallado (Failed)		

$PCI = 100 - CDV_{MAX}$

PCI = 38.22

CLASIFICACIÓN

Malo (Poor)

UNIDAD DE MUESTRA UM-01

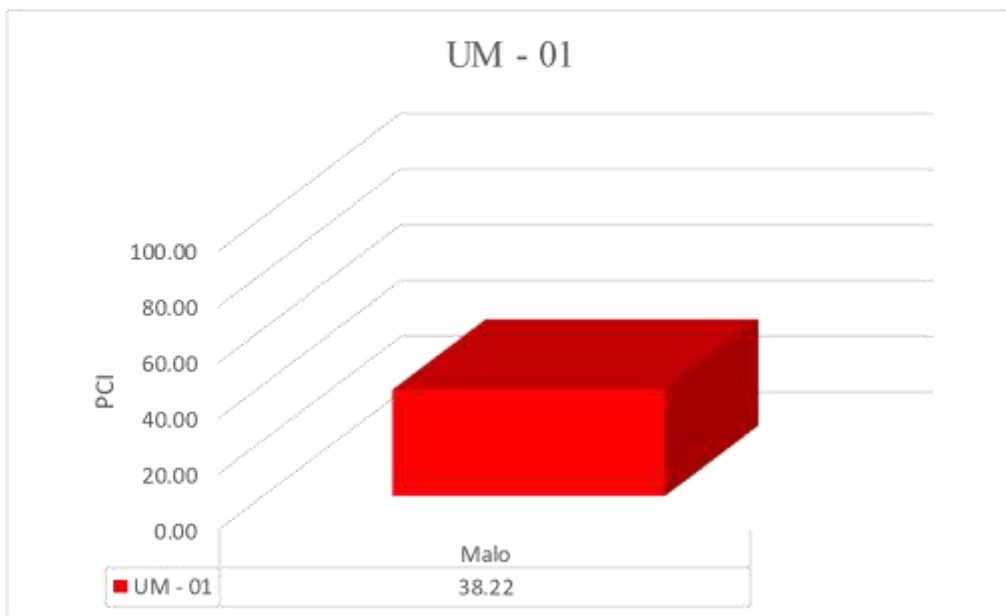


Figura 32: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 01.

Descripción e Interpretación

La Unidad de Muestra 01 está ubicada entre la calle Risso y el Jirón Dos de Mayo; en ella se evaluaron 26 losas de pavimento rígido. Los tipos de patologías encontrados fueron ocho: Grieta de Esquina de severidad media, Losa Dividida de severidad baja, Daño del Sello de la Junta de severidad media, Grieta Lineal de severidad media, Parche Grande de severidad baja y alta, Pulimento de Agregados, Desconchamiento de severidad media y Descascaramiento de esquina de severidad alta.

Las patologías que destacan por su nivel de incidencia son: Daño del Sello de la Junta (31.33%), Pulimento de Agregados (24.10%) y Grieta Lineal (15.56%).

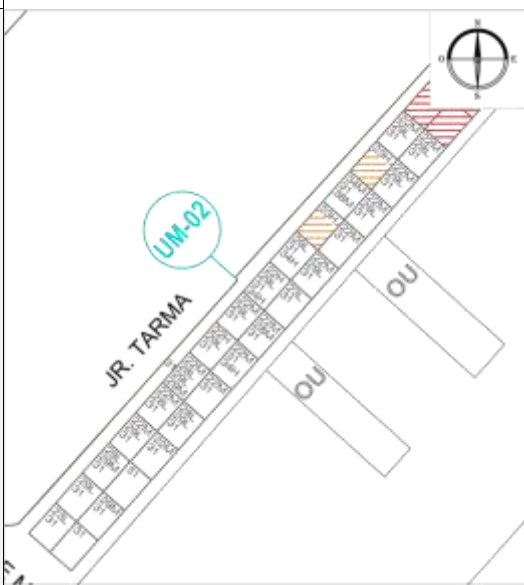
El Índice de Integridad Estructural (**PCI**) del pavimento, de la Unidad de Muestra 01 es: **38.22** por lo que le corresponde una Condición Operacional de pavimento **Malo (Poor)**.



UM - 02

**JIRÓN TARMA ENTRE EL JIRÓN
DOS DE MAYO Y EL JIRÓN
JUNIN**

Figura 33: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 02.

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019	
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA			
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO	
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO	
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20 m		LARGO: 6.00 m	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1978 41 Años		AREA EVALUADA: 705.60 m ²	
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 28		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 32	
UNIDAD DE MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-02	
UM-02			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)			
ID	Tipo de Patología		
21	Blow-up / Buckling		
22	Grieta de Esquina (Corner Break)		
23	Losa Dividida (Divided Slab)		
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)		
25	Escala (Faulting)		
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)		
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)		
29	Parche Grande (Patching, Large)		
30	Parche Pequeño (Patching, Small)		
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		
32	Popouts		
33	Bombeo (Pumping)		

UM

02

PEGAR IMAGEN

34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	UM-02	Niveles de Severidad			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)		L	Severidad Baja		
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)		M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID ⁽¹⁾	Patología	N° Losas	N/S ⁽²⁾	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	14	M	Severidad Media	50.00%	52.90
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	02	H	Severidad Alta	7.14%	20.63
23	Losa Dividida (Divided Slab)	02	L	Severidad Baja	7.14%	7.11
23	Losa Dividida (Divided Slab)	02	H	Severidad Alta	7.14%	23.43
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		M	Severidad Media	100.00%	4.00
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	05	L	Severidad Baja	17.86%	9.61
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	01	M	Severidad Media	3.57%	2.86
29	Parche Grande (Patching, Large)	12	L	Severidad Baja	42.86%	16.77
29	Parche Grande (Patching, Large)	03	M	Severidad Media	10.71%	6.23
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	26			92.86%	9.41
34	Punzonamiento (Punchout)	01	M	Severidad Media	3.57%	8.29
34	Punzonamiento (Punchout)	03	H	Severidad Alta	10.71%	33.24
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)	01	M	Severidad Media	3.57%	1.14

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.

(2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)

Figura 34: Patologías identificadas en la Unidad de Muestra 02.

ID	Tipo de Patología	Nivel de Severidad	Densidad	Incidencia
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - M	M	50.00%	14.00%
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - H	H	7.14%	2.00%
23	Losa Dividida (Divided Slab) - L	L	7.14%	2.00%
23	Losa Dividida (Divided Slab) - H	H	7.14%	2.00%
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage) - M	M	100.00%	28.00%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - L	L	17.86%	5.00%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - M	M	3.57%	1.00%
29	Parche Grande (Patching, Large) - L	L	42.86%	12.00%
29	Parche Grande (Patching, Large) - M	M	10.71%	3.00%
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		92.86%	26.00%
34	Punzonamiento (Punchout) - M	M	3.57%	1.00%
34	Punzonamiento (Punchout) - H	H	10.71%	3.00%
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner) - M	M	3.57%	1.00%
				100.00%

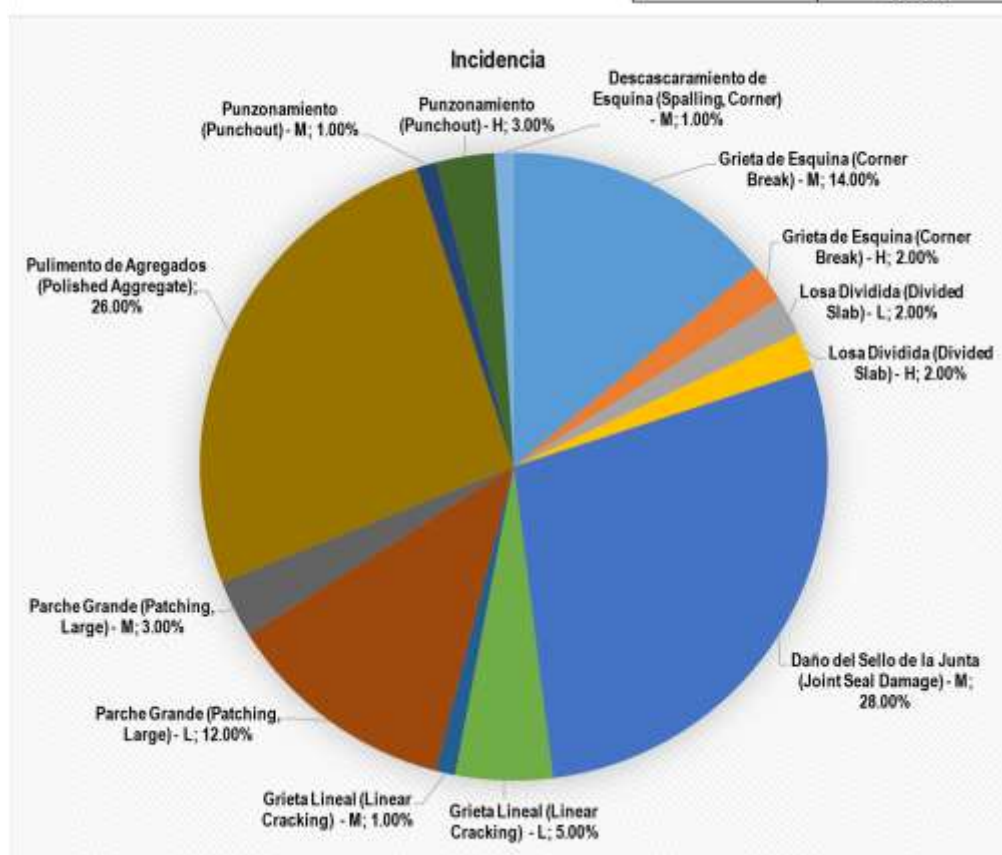


Figura 35: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 02.

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

VAR = 52.90

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - VAR) = 5.33$$

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)													
Nº	Valores Deducidos (Deduct Values)									q	Total	CDV	
1	52.90	33.24	23.43	20.63	16.77	3.13					6	150.10	75.04
2	52.90	33.24	23.43	20.63	16.77	2.00					5	148.97	
3	52.90	33.24	23.43	20.63	2.00	2.00					4	134.20	74.39
4	52.90	33.24	23.43	2.00	2.00	2.00					3	115.57	71.564
5	52.90	33.24	2.00	2.00	2.00	2.00					2	94.14	66.779
6	52.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00					1	62.90	62.9

CDV_{MAX} = 75.04

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI			
RANGO PCI		ESTADO	COLOR
100	85	Excelente (Excellent)	Verde
85	70	Muy Bueno (Very Good)	Verde Claro
70	55	Buena (Good)	Amarillo
55	40	Regular (Fair)	Magenta
40	25	Malo (Poor)	Rojo
25	10	Muy Malo (Very Poor)	Marrón Oscuro
10	0	Fallado (Failed)	Gris

PCI = 100 - CDV_{MAX}

PCI = 24.96

CLASIFICACIÓN

Muy Malo (Very Poor)

UNIDAD DE MUESTRA UM-02

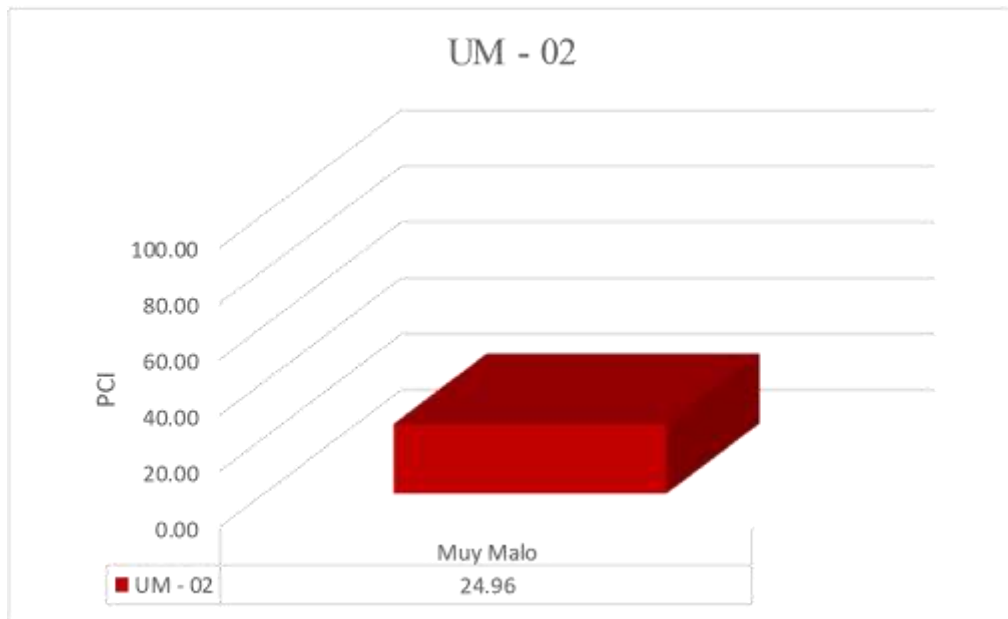


Figura 36: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 02.

Descripción e Interpretación

La Unidad de Muestra 02 está ubicada entre el Jirón Dos de Mayo y el Jirón Junín; en ella se evaluaron 28 losas de pavimento rígido, de un total de 32. Los tipos de patologías encontrados fueron ocho: Grieta de Esquina de severidad media y alta, Losa Dividida de severidad baja y alta, Daño del Sello de la Junta de severidad media, Grieta Lineal de severidad baja y media, Parche Grande de severidad baja y media, Pulimento de Agregados, Punzonamiento de severidad media y alta y Descascaramiento de esquina de severidad media.

Las patologías que destacan por su nivel de incidencia son: Daño del Sello de la Junta (28.00%), Pulimento de Agregados (26.00%) y Grieta de Esquina (14.00%).


El Índice de Integridad Estructural (**PCI**) del pavimento, de la Unidad de Muestra 02 es: **24.96** por lo que le corresponde una Condición Operacional de pavimento **Muy Malo (Very Poor)**.



UM - 03

JIRÓN TARMA ENTRE EL JIRÓN JUNÍN Y EL JIRÓN ANCASH

Figura 37: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 03.

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019	
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA			
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO	
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO	
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20 m		LARGO: 6.00 m	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1978 41 Años		AREA EVALUADA: 403.20 m ²	
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 16		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 16	
UNIDAD DE MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-03	
UM-03			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)			
ID	TIPO DE DAÑO		
21	Blow-up / Buckling		
22	Grieta de Esquina (Corner Break)		
23	Losa Dividida (Divided Slab)		
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)		
25	Escala (Faulting)		
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)		
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)		
29	Parche Grande (Patching, Large)		
30	Parche Pequeño (Patching, Small)		
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		
32	Popouts		
33	Bombeo (Pumping)		

UM

03

34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	UM-03	Niveles de Severidad			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)		L	Severidad Baja		
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)		M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID(1)	Patología	N° Losas	N/S(2)	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	05	L	Severidad Baja	31.25%	26.15
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	01	M	Severidad Media	6.25%	9.88
23	Losa Dividida (Divided Slab)	04	L	Severidad Baja	25.00%	22.90
23	Losa Dividida (Divided Slab)	01	M	Severidad Media	6.25%	13.40
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		L	Severidad Baja	100.00%	2.00
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	07	L	Severidad Baja	43.75%	17.88
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	01	M	Severidad Media	6.25%	4.95
29	Parche Grande (Patching, Large)	04	L	Severidad Baja	25.00%	9.40
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	15			93.75%	9.45
34	Punzonamiento (Punchout)	01	H	Severidad Alta	6.25%	19.65
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	01	L	Severidad Baja	6.25%	1.43

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.

(2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)

Figura 38: Patologías identificadas en la Unidad de Muestra 03.

ID	Tipo de Patología	Nivel de Severidad	Densidad	Incidencia
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - L	L	31.25%	8.93%
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - M	M	6.25%	1.79%
23	Losa Dividida (Divided Slab) - L	L	25.00%	7.14%
23	Losa Dividida (Divided Slab) - M	M	6.25%	1.79%
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage) - L	L	100.00%	28.57%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - L	L	43.75%	12.50%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - M	M	6.25%	1.79%
29	Parche Grande (Patching, Large) - L	L	25.00%	7.14%
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		93.75%	26.79%
34	Punzonamiento (Punchout) - H	H	6.25%	1.79%
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing) - L	L	6.25%	1.79%
				100.00%

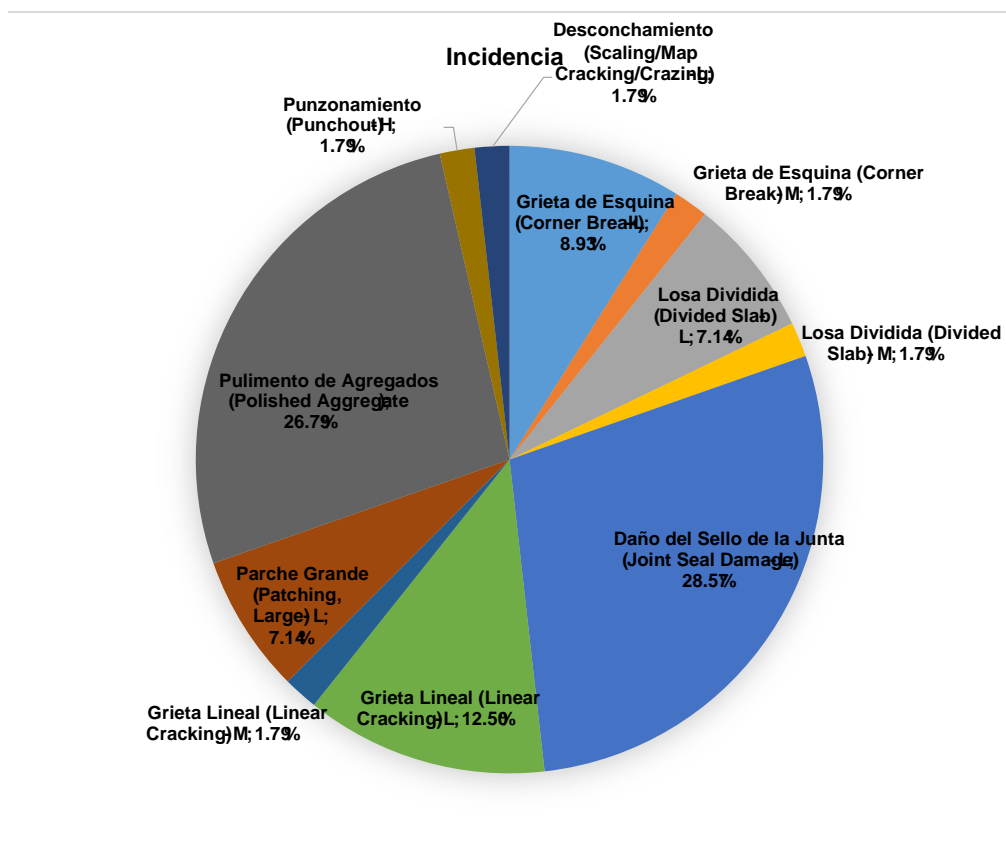


Figura 39: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 03.

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

VAR = 26.15

$$\left(- \right) \quad m=1+(100-V) = 7.78$$

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)													
N°	Valores Deducidos (Deduct Values)									q	Total	CDV	
1	26.15	22.90	19.65	17.88	13.40	9.88	9.45	7.35			8	126.65	
2	26.15	22.90	19.65	17.88	13.40	9.88	9.45	2.00			7	121.30	
3	26.15	22.90	19.65	17.88	13.40	9.88	2.00	2.00			6	113.85	58.925
4	26.15	22.90	19.65	17.88	13.40	2.00	2.00	2.00			5	105.98	
5	26.15	22.90	19.65	17.88	2.00	2.00	2.00	2.00			4	94.58	55.016
6	26.15	22.90	19.65	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			3	78.70	50.568
7	26.15	22.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			2	61.05	46.683
8	26.15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			1	40.15	40.15
CDV_{MAX} =												58.93	

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI		
RANGO PCI	ESTADO	COLOR
100 - 85	Excelente (Excellent)	
85 - 70	Muy Bueno (Very Good)	

PCI = 100 - CDV

PCI = 41.08

70	55	Bueno (Good)	
55	40	Regular (Fair)	
40	25	Malo (Poor)	
25	10	Muy Malo (Very Poor)	
10	0	Fallado (Failed)	

CLASIFICACIÓN
Regular (Fair)
UNIDAD DE MUESTRA UM-03

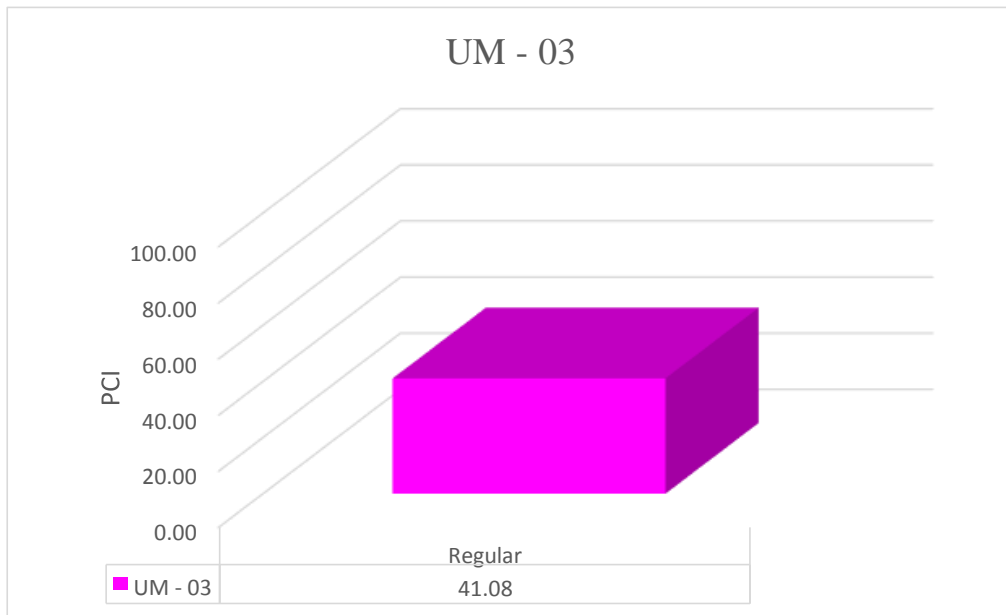


Figura 40: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 03.

Descripción e Interpretación

La Unidad de Muestra 03 está ubicada entre el Jirón Junín y el Jirón Ancash; en ella se evaluaron 16 losas de pavimento rígido. Los tipos de patologías encontrados fueron ocho: Grieta de Esquina de severidad baja y media, Losa Dividida de severidad baja y media, Daño del Sello de la Junta de severidad baja, Grieta Lineal de severidad baja y media, Parche Grande de severidad baja, Pulimento de Agregados, Punzonamiento de severidad alta y Desconchamiento de severidad baja.

Las patologías que destacan por su nivel de incidencia son: Daño del Sello de la Junta (28.57%), Pulimento de Agregados (26.79%) y Grieta Lineal (12.50%).

El Índice de Integridad Estructural (**PCI**) del pavimento, de la Unidad de Muestra 03 es: **41.08** por lo que le corresponde una Condición Operacional de pavimento **Regular (Fair)**.




UM - 04

**JIRÓN TARMA ENTRE EL JIRÓN
ANCASH Y EL JIRÓN
AYACUCHO**

Figura 41: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 04.

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA		
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20	m	LARGO: 6.00 m
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1978	41 Años	AREA EVALUADA: 504.00 m ²
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 20		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 20
UNIDAD DE MUESTRA	PLANO DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-04	
UM-04		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)		
ID	Tipo de Patología	
21	Blow-up / Buckling	
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	
23	Losa Dividida (Divided Slab)	
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)	
25	Escala (Faulting)	
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)	
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)	
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	
29	Parche Grande (Patching, Large)	
30	Parche Pequeño (Patching, Small)	
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	
32	Popouts	
33	Bombeo (Pumping)	



UM

-04

PEGAR IMAGEN

34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	UM-04	Niveles de Severidad			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)		L	Severidad Baja		
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)		M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID(1)	Patología	N° Losas	N/S(2)	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	06	L	Severidad Baja	30.00%	25.20
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	07	M	Severidad Media	35.00%	43.90
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	02	H	Severidad Alta	10.00%	26.80
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		L	Severidad Baja	100.00%	2.00
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	10	L	Severidad Baja	50.00%	18.90
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	01	M	Severidad Media	5.00%	4.00
29	Parche Grande (Patching, Large)	07	L	Severidad Baja	35.00%	14.00
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	19			95.00%	9.50
34	Punzonamiento (Punchout)	01	L	Severidad Baja	5.00%	7.30
34	Punzonamiento (Punchout)	01	M	Severidad Media	5.00%	11.60
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	01	M	Severidad Media	5.00%	4.20

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.

(2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)

Figura 42: Resultados de evaluación de Unidad de Muestra 04.

ID	Tipo de Patología	Nivel de Severidad	Densidad	Incidencia
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - L	L	30.00%	8.00%
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - M	M	35.00%	9.33%
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - H	H	10.00%	2.67%
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage) - L	L	100.00%	26.67%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - L	L	50.00%	13.33%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - M	M	5.00%	1.33%
29	Parche Grande (Patching, Large) - L	L	35.00%	9.33%
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		95.00%	25.33%
34	Punzonamiento (Punchout) - L	L	5.00%	1.33%
34	Punzonamiento (Punchout) - M	M	5.00%	1.33%
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing) - M	M	5.00%	1.33%
				100.00%

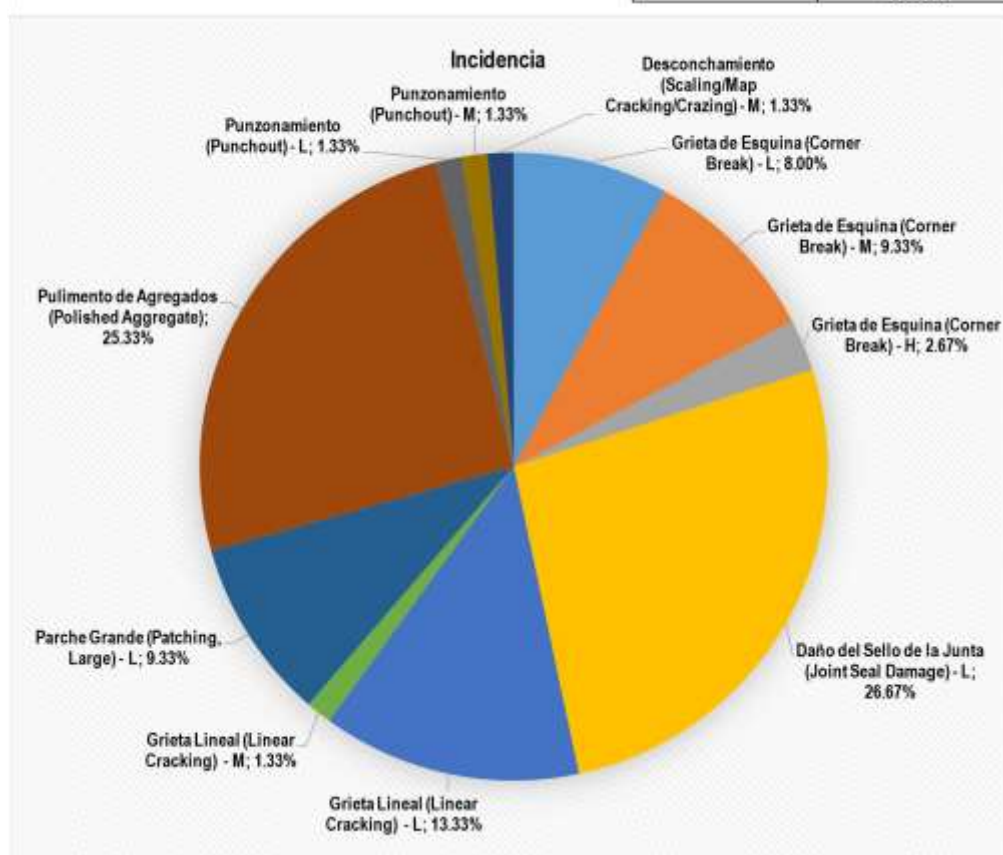


Figura 43: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 04.

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

La Unidad de Muestra 04 está ubicada entre el Jirón Ancash y el Jirón Ayacucho; en ella se evaluaron 20 losas de pavimento rígido. Los tipos de patologías encontrados fueron siete: Grieta de Esquina de severidad baja, media y alta, Daño del Sello de la Junta de severidad baja, Grieta Lineal de severidad baja y media, Parche Grande de severidad baja, Pulimento de Agregados, Punzonamiento de severidad baja y media y Desconchamiento de severidad media.

Las patologías que destacan por su nivel de incidencia son: Daño del Sello de la Junta (26.67%), Pulimento de Agregados (25.33%) y Grieta Lineal (13.33%).

El Índice de Integridad Estructural (**PCI**) del pavimento, de la Unidad de Muestra 04 es: **28.26** por lo que le corresponde una Condición Operacional de pavimento **Malo (Poor)**.




UM - 05

JIRÓN TARMA ENTRE EL JIRÓN AYACUCHO Y EL JIRÓN AMAZONAS

Figura 45: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 05.

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE CONDICION DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019	
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA			
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO	
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO	
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20 m		LARGO: 6.00 m	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1978 41 Años		AREA EVALUADA: 604.80 m ²	
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 24		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 24	
UNIDAD DE MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-05	
UM-05			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)			
ID	Tipo de Patología		
21	Blow-up / Buckling		
22	Grieta de Esquina (Corner Break)		
23	Losa Dividida (Divided Slab)		
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)		
25	Escala (Faulting)		
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)		
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)		
29	Parche Grande (Patching, Large)		
30	Parche Pequeño (Patching, Small)		
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		
32	Popouts		
33	Bombeo (Pumping)		

PEGAR IMAGEN

UM

05

34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	UM-05	Niveles de Severidad			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)		L	Severidad Baja		
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)		M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID(1)	Patología	N° Losas	N/S(2)	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	11	M	Severidad Media	45.83%	50.82
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	03	H	Severidad Alta	12.50%	30.40
23	Losa Dividida (Divided Slab)	01	M	Severidad Media	4.17%	8.92
23	Losa Dividida (Divided Slab)	02	H	Severidad Alta	8.33%	27.00
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		L	Severidad Baja	100.00%	2.00
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	10	M	Severidad Media	41.67%	24.87
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	02	H	Severidad Alta	8.33%	16.00
29	Parche Grande (Patching, Large)	10	L	Severidad Baja	41.67%	16.37
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	21			87.50%	9.20
34	Punzonamiento (Punchout)	02	H	Severidad Alta	8.33%	26.40
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	04	M	Severidad Media	16.67%	12.80

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.

(2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)

Figura 46: Resultados de evaluación de Unidad de Muestra 05.

ID	Tipo de Patología	Nivel de Severidad	Densidad	Incidencia
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - M	M	45.83%	12.22%
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - H	H	12.50%	3.33%
23	Losa Dividida (Divided Slab) - M	M	4.17%	1.11%
23	Losa Dividida (Divided Slab) - H	H	8.33%	2.22%
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage) - L	L	100.00%	26.67%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - M	M	41.67%	11.11%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - H	H	8.33%	2.22%
29	Parche Grande (Patching, Large) - L	L	41.67%	11.11%
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		87.50%	23.33%
34	Punzonamiento (Punchout) - H	H	8.33%	2.22%
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing) - M	M	16.67%	4.44%
				100.00%

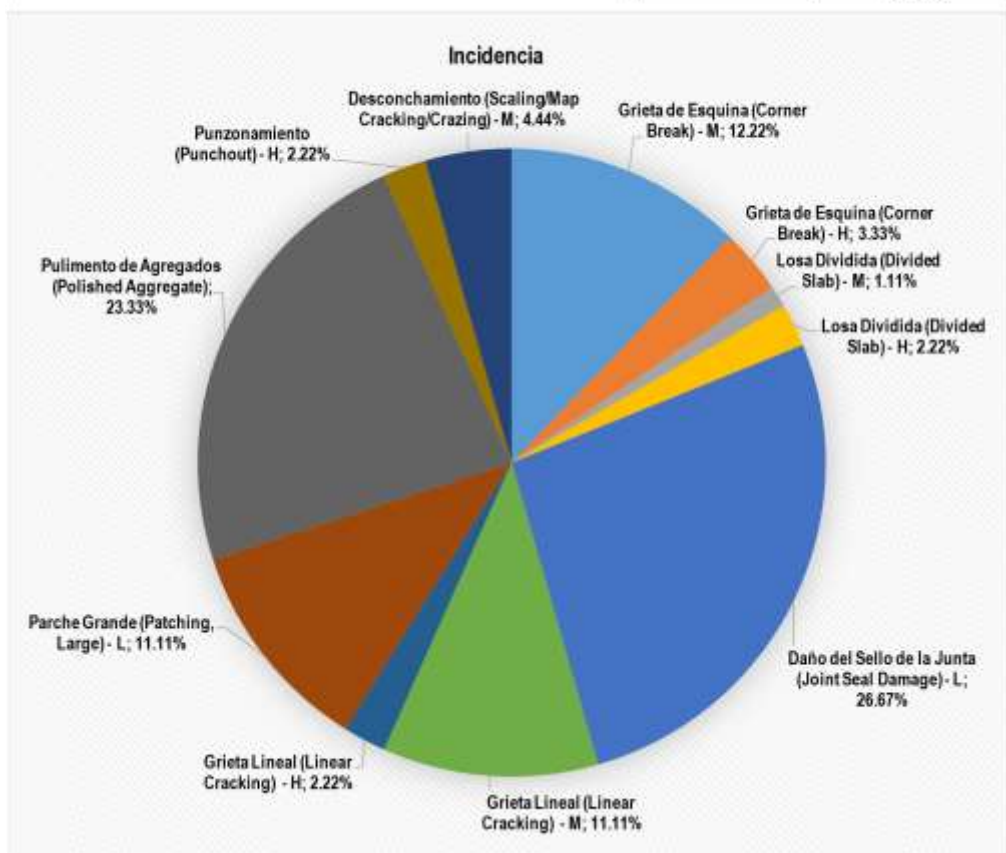


Figura 47: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 05.

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$$\text{VAR} = 50.82$$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - \text{VAR}) = 5.52$$

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)													
N°	Valores Deducidos (Deduct Values)										q	Total	CDV
1	50.82	30.40	27.00	26.40	24.87	8.46					6	167.94	82.177
2	50.82	30.40	27.00	26.40	24.87	2.00					5	161.48	
3	50.82	30.40	27.00	26.40	2.00	2.00					4	138.62	76.378
4	50.82	30.40	27.00	2.00	2.00	2.00					3	114.22	70.819
5	50.82	30.40	2.00	2.00	2.00	2.00					2	89.22	64.03
6	50.82	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00					1	60.82	60.817
												$\text{CDV}_{\text{MAX}} =$	82.18

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI			
RANGO PCI		ESTADO	COLOR
100	85	Excelente (Excellent)	Verde
85	70	Muy Bueno (Very Good)	Verde claro
70	55	Bueno (Good)	Amarillo
55	40	Regular (Fair)	Naranja
40	25	Malo (Poor)	Rojo
25	10	Muy Malo (Very Poor)	Marrón
10	0	Fallado (Failed)	Grigio

$\text{PCI} = 100 - \text{CDV}_{\text{MAX}}$
PCI = 17.82
 CLASIFICACIÓN
Muy Malo (Very Poor)
UNIDAD DE MUESTRA UM-05

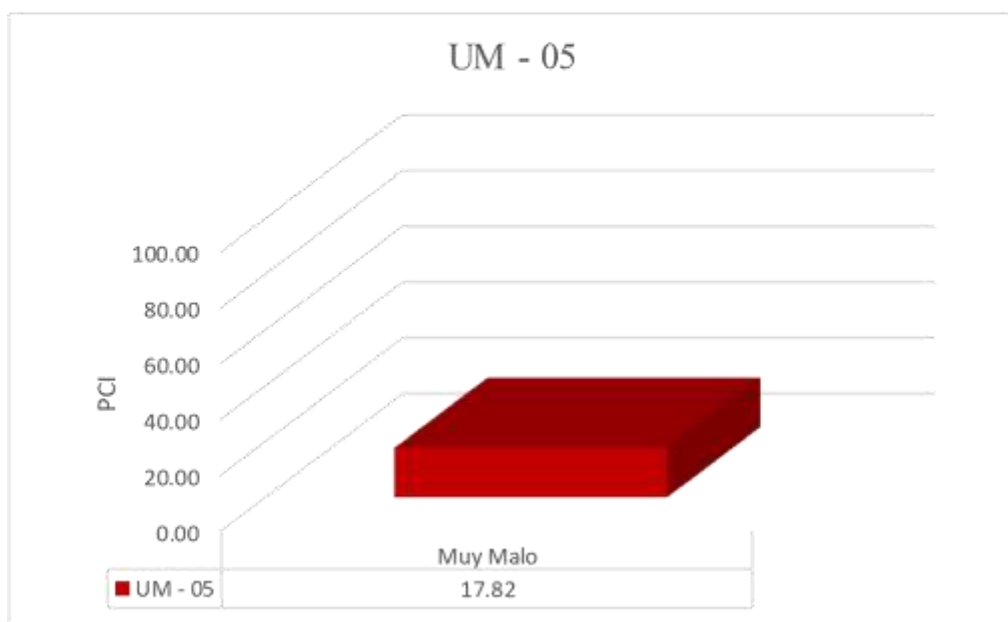


Figura 48: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 05.

Descripción e Interpretación

La Unidad de Muestra 05 está ubicada entre el Jirón Ayacucho y el Jirón Amazonas; en ella se evaluaron 24 losas de pavimento rígido. Los tipos de patologías encontrados fueron ocho: Grieta de Esquina de severidad media y alta, Losa Dividida de severidad media y alta, Daño del Sello de la Junta de severidad baja, Grieta Lineal de severidad media y alta, Parche Grande de severidad baja, Pulimento de Agregados, Punzonamiento de severidad alta y Desconchamiento de severidad media.

Las patologías que destacan por su nivel de incidencia son: Daño del Sello de la Junta (26.67%), Pulimento de Agregados (23.33%) y Grieta de Esquina (12.22%).

El Índice de Integridad Estructural (**PCI**) del pavimento, de la Unidad de Muestra 05 es: **17.82** por lo que le corresponde una Condición Operacional de pavimento **Muy Malo (Very Poor)**.



UM - 06

**JIRÓN TARMA ENTRE EL JIRÓN
AMAZONAS Y EL JIRÓN ARICA**

Figura 49: Vista Panorámica de la Unidad de Muestra 06.

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE CONDICION DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019	
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA			
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO	
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO	
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.50 m		LARGO: 5.00 m	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1981 38 Años		AREA EVALUADA: 585.00 m ²	
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 26		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 26	
UNIDAD DE MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-06	
UM-06			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)			
ID	Tipo de Patología		
21	Blow-up / Buckling		
22	Grieta de Esquina (Corner Break)		
23	Losa Dividida (Divided Slab)		
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)		
25	Escala (Faulting)		
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)		
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)		
29	Parche Grande (Patching, Large)		
30	Parche Pequeño (Patching, Small)		
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		
32	Popouts		
33	Bombeo (Pumping)		

UM

06

34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	UM-06	Niveles de Severidad			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)		L	Severidad Baja		
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)		M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID(1)	Patología	N° Losas	N/S(2)	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	03	L	Severidad Baja	11.54%	9.69
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	01	M	Severidad Media	3.85%	6.15
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	03	L	Severidad Baja	11.54%	6.64
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	02	M	Severidad Media	7.69%	6.05
29	Parche Grande (Patching, Large)	13	L	Severidad Baja	50.00%	18.90
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	26			100.00%	9.70
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	02	L	Severidad Baja	7.69%	1.68

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.

(2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)

Figura 50: Resultados de evaluación de Unidad de Muestra 06.

ID	Tipo de Patología	Nivel de Severidad	Densidad	Incidencia
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - L	L	11.54%	6.00%
22	Grieta de Esquina (Corner Break) - M	M	3.85%	2.00%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - L	L	11.54%	6.00%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking) - M	M	7.69%	4.00%
29	Parche Grande (Patching, Large) - L	L	50.00%	26.00%
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		100.00%	52.00%
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing) - L	L	7.69%	4.00%
				100.00%

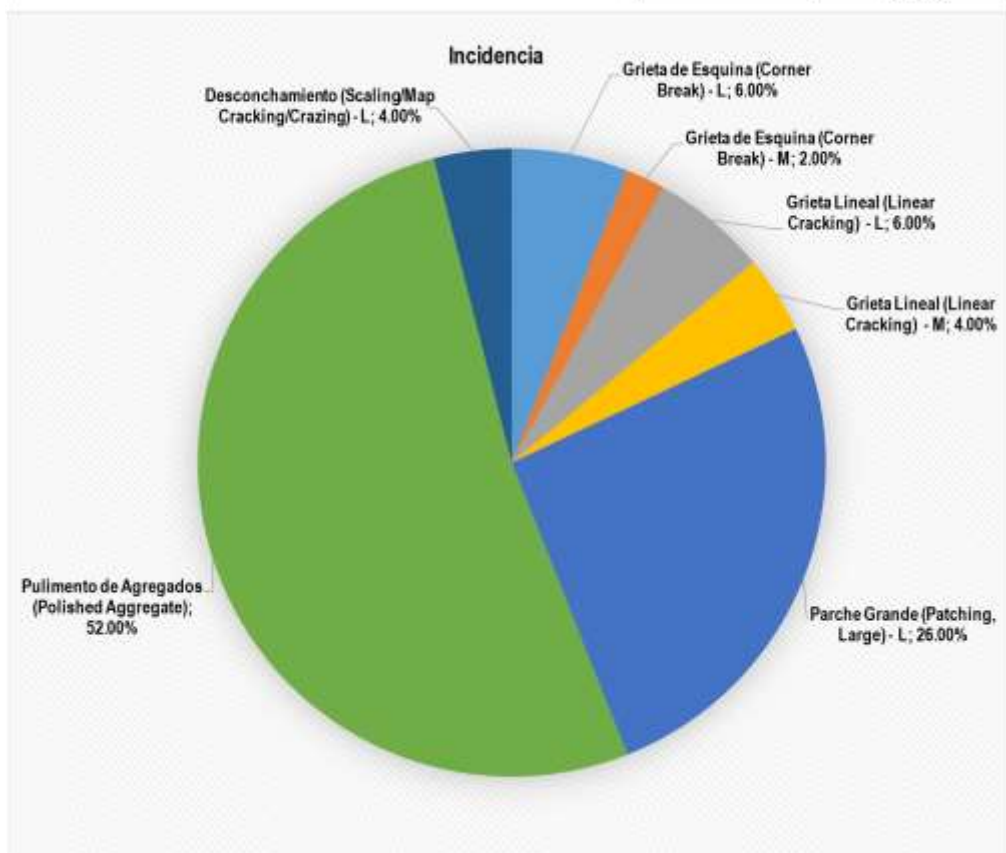


Figura 51: Incidencia de Patologías registradas de la Unidad de Muestra 06.

Figura 52: PCI y condición operacional de la Unidad de Muestra 06.

Descripción e Interpretación

La Unidad de Muestra 06 está ubicada entre el Jirón Amazonas y el Jirón Trujillo; en ella se evaluaron 26 losas de pavimento rígido. Los tipos de patologías encontrados fueron cinco: Grieta de Esquina de severidad baja y media, Grieta Lineal de severidad baja y media, Parche Grande de severidad baja, Pulimento de Agregados y Desconchamiento de severidad baja.

Las patologías que destacan por su nivel de incidencia son: Pulimento de Agregados (52.00%), Parche Grande (26.00%) y Grieta Lineal (6.00%).

El Índice de Integridad Estructural (**PCI**) del pavimento, de la Unidad de Muestra 06 es: **69.20** por lo que le corresponde una Condición Operacional de pavimento **Bueno (Good)**.

Resumen de Resultados

Las *Tablas 05 y 06* y las *Figuras 121 y 122* muestran el resumen general de los resultados obtenidos.

Tabla 05: Patologías y nivel de incidencia general, del Jirón Tarma.

ID	Patologías	Nivel de Incidencia						Prom
		U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6	
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	12.05%	16.00%	10.71%	20.00%	15.56%	8.00%	13.72%
23	Losa Dividida (Divided Slab)	6.02%	4.00%	8.93%		3.33%		5.57%
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)	31.33%	28.00%	28.57%	26.67%	26.67%		28.25%
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	15.66%	6.00%	14.29%	14.67%	13.33%	10.00%	12.32%
29	Parche Grande (Patching, Large)	7.23%	15.00%	7.14%	9.33%	11.11%	26.00%	12.64%
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	24.10%	26.00%	26.79%	25.33%	23.33%	52.00%	29.59%
34	Punzonamiento (Punchout)		4.00%	1.79%	2.67%	2.22%		2.67%
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	2.41%		1.79%	1.33%	4.44%	4.00%	2.79%
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)	1.20%	1.00%					1.10%

Fuente: Elaboración propia (2019)

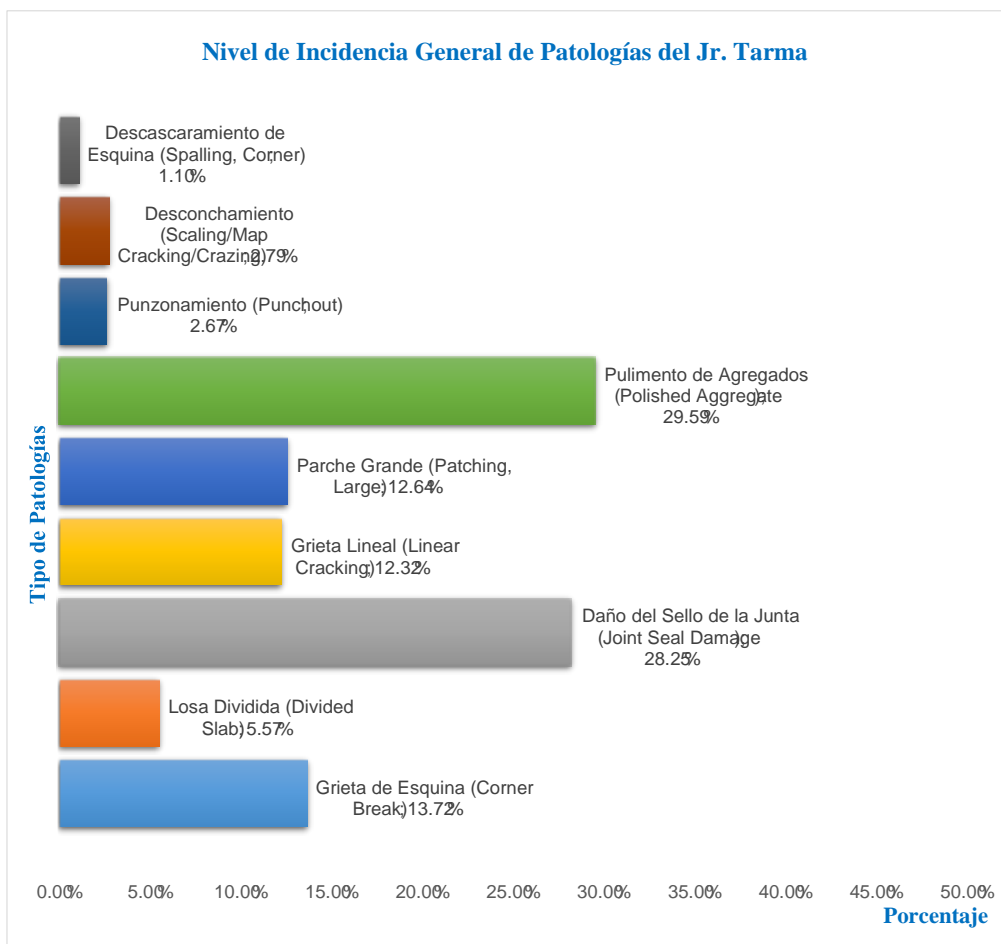


Figura 53: Nivel de incidencia general de Patologías del Jirón Tarma.

UM - 01	38.22	Malo	Tabla 06: PCI y Condición Operacional general del Jirón Tarma.
UM - 02	24.96	Muy Malo	
UM - 03	41.08	Regular	
UM - 04	28.26	Malo	
UM - 05	17.82	Muy Malo	

Unidad de Muestra	PCI	Condición Operacional	PCI General	Condición Operacional General
			36.59	Malo

UM - 06 69.20 **Bueno**

UM - 01	Medio	Fuente: Elaboración propia (2019) Tabla 07: Nivel de Severidad general de patologías del Jirón Tarma.
UM - 02	Medio	
UM - 03	Bajo	
UM - 04	Bajo	
UM - 05	Medio	
UM - 06	Bajo	

Unidad de Muestra	Nivel de severidad general de las patologías por unidad de muestra	Nivel de severidad general de las patologías del Jirón Tarma
		Medio

Fuente: Elaboración propia (2019)

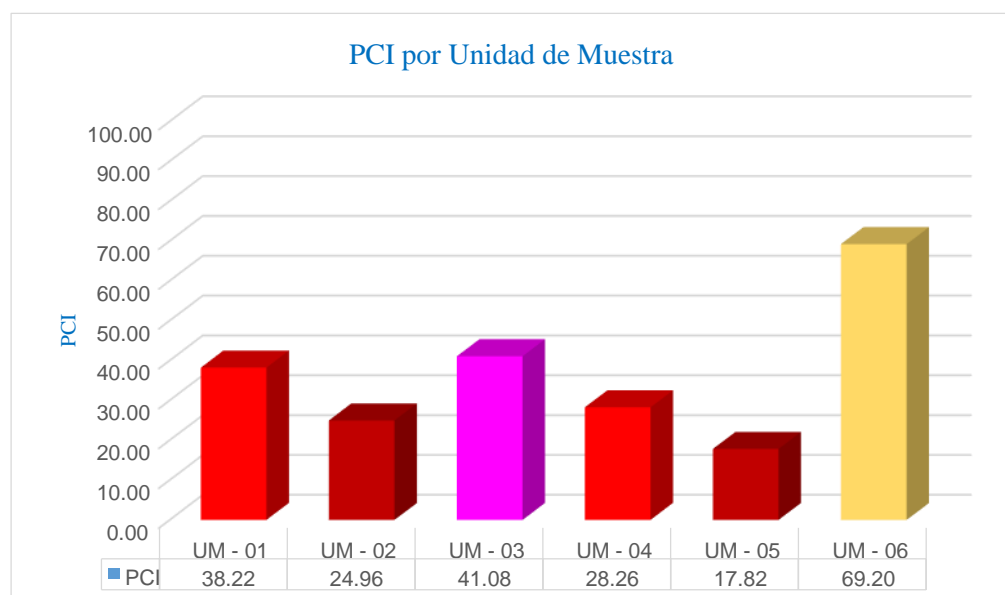


Figura 54: Gráfico de la clasificación del PCI por Unidad de Muestra del Jirón Tarma.

5.2. Análisis de Resultados

El resultado de evaluación de las patologías encontradas en las seis unidades de muestra del jirón Tarma son los siguientes:

UM - 01 del Jirón Tarma.

- Las patologías encontradas, el nivel de severidad y densidad que afectan a esta
- | | | | |
|----|----------------------------|---|----------|
| 22 | Grieta de esquina | M | 38.46 % |
| 23 | Losa Dividida | L | 19.23 % |
| 26 | Daño del Sello de la Junta | M | 100.00 % |
| 28 | Grieta Lineal | M | 50.00 % |
| 29 | Parche Grande | L | 19.23 % |
| 31 | Pulimento de Agregados | | 76.92 % |
| 36 | Desconchamiento | M | 7.69% |
- Unidad de Muestra se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 08:
Patologías de

la UM – 01 del Jirón Tarma.

ID	Patología	Nivel de Severidad	Densidad	PCI y Condición Operacional
				38.22 (Malo)

38	Descascaramiento de Esquina	H	3.85 %
----	-----------------------------	---	--------

Fuente: Elaboración propia (2019)

- Las patologías que más predominan fueron: Daño del Sello de la Junta, seguido de Pulimento de Agregados y Grietas Lineales.
- El Índice de Integridad Estructural de la Unidad de Muestra fue: 38.22 y la Condición Operacional corresponde a un pavimento Malo.

UM - del Jirón Tarma.

- Las patologías encontradas, el nivel de severidad y densidad que afectan a esta Unidad de Muestra se muestran en la siguiente tabla:

Tabla Patologías de la UM – del Jirón Tarma.

22	Grieta de esquina	M	50.00 %	02
22	Grieta de esquina	H	7.14 %	
23	Losa Dividida	L	7.14 %	09:
23	Losa Dividida	H	7.14 %	
02 26	Daño del Sello de la Junta	M	100.00 %	
28	Grieta Lineal	L	17.86 %	
28	Grieta Lineal	H	3.57 %	
29	Parche Grande	L	42.86 %	
29	Parche Grande	M	10.71 %	
31	Pulimento de Agregados		92.86 %	
34	Punzonamiento	M	3.57 %	
34	Punzonamiento	H	10.71 %	
ID	Patología	Nivel de Severidad	Densidad	PCI y Condición Operacional

24.96
(Muy Malo)

UM - del Jirón Tarma.

- Las patologías encontradas, el nivel de severidad y densidad que afectan a esta Unidad de Muestra se muestran en la siguiente tabla:

Tabla Patologías de la UM – del Jirón Tarma.

38	Descascaramiento de Esquina	M	3.57 %
----	-----------------------------	---	--------

Fuente: Elaboración propia (2019)

- Las patologías que más predominan fueron: Daño del Sello de la Junta, seguido de Pulimento de Agregados y Grietas de Esquina.
- El Índice de Integridad Estructural de la Unidad de Muestra fue: 24.96 y la Condición Operacional corresponde a un pavimento Muy Malo.

03

10:

03

ID	Patología	Nivel de Severidad	Densidad	PCI y Condición Operacional
-----------	------------------	---------------------------	-----------------	------------------------------------

UM - del Jirón Tarma.

- Las patologías encontradas, el nivel de severidad y densidad que afectan a esta Unidad de Muestra se muestran en la siguiente tabla:

Tabla Patologías de la UM – del Jirón Tarma.

22	Grieta de esquina	L	31.25 %	41.08 (Regular)
22	Grieta de esquina	M	6.25 %	
23	Losa Dividida	L	25.00 %	36
23	Losa Dividida	M	6.25 %	
26	Daño del Sello de la Junta	L	100.00 %	
28	Grieta Lineal	L	43.75 %	
28	Grieta Lineal	M	6.25 %	
29	Parche Grande	L	25.00 %	
31	Pulimento de Agregados		93.75 %	
34	Punzonamiento	H	6.25 %	
Desconchamiento	I		6.25 %	

Fuente: Elaboración propia (2019)

- Las patologías que más predominan fueron: Daño del Sello de la Junta, seguido de Pulimento de Agregados y Grieta Lineal.
- El Índice de Integridad Estructural de la Unidad de Muestra fue: 41.08 y la Condición Operacional corresponde a un pavimento Regular.

UM - del Jirón Tarma.

- Las patologías encontradas, el nivel de severidad y densidad que afectan a esta Unidad de Muestra se muestran en la siguiente tabla:

Tabla Patologías de la UM – del Jirón Tarma.

22	Grieta de esquina	L	30.00 %	II:
22	Grieta de esquina	M	35.00 %	
22	Grieta de esquina	H	10.00 %	
26	Daño del Sello de la Junta	L	100.00 %	
28	Grieta Lineal	L	50.00 %	
28	Grieta Lineal	M	5.00 %	
29	Parche Grande	L	35.00 %	
31	Pulimento de Agregados		95.00 %	
34	Punzonamiento	L	5.00 %	
34	Punzonamiento	M	5.00 %	
36	Desconchamiento	M	5.00 %	

ID	Patología	Nivel de Severidad	Densidad	PCI y Condición Operacional
				28.26 (Malo)

Fuente: Elaboración propia (2019)

UM - del Jirón Tarma.

- Las patologías encontradas, el nivel de severidad y densidad que afectan a esta Unidad de Muestra se muestran en la siguiente tabla:

Tabla Patologías de la UM – del Jirón Tarma.

- Las patologías que más predominan fueron: Daño del sello de la junta, seguido de Pulimento de Agregados, Grieta Lineal y Parche Grande.
- El Índice de Integridad Estructural de la Unidad de Muestra fue: 28.26 y la Condición Operacional corresponde a un pavimento Malo.

UM - del Jirón Tarma.

- Las patologías encontradas, el nivel de severidad y densidad que

22	Grieta de esquina	M	45.83 %	: 05 afectan a esta Unidad de Muestra se muestran en la siguiente tabla Tabla 12: Patologías de la UM – 05 del Jirón Tarma.
22	Grieta de esquina	H	12.50 %	
23	Losa Dividida	M	4.17 %	
23	Losa Dividida	H	8.33 %	
26	Daño del Sello de la Junta	L	100.00 %	
28	Grieta Lineal	M	41.67 %	
28	Grieta Lineal	H	8.33 %	
29	Parche Grande	L	41.67 %	
31	Pulimento de Agregados		87.50 %	
34	Punzonamiento	H	8.33 %	

ID	Patología	Nivel de Severidad	Densidad	PCI y Condición Operacional
				17.82 (Muy Malo)

36	Desconchamiento	M	16.67 %
----	-----------------	---	---------

Fuente: Elaboración propia (2019)

- Las patologías que más predominan fueron: Daño del sello de la junta, seguido de Pulimento de Agregados y Grieta de Esquina.

- El Índice de Integridad Estructural de la Unidad de Muestra fue: 17.82 y la Condición Operacional corresponde a un pavimento Muy Malo.

UM -

- Las encontradas, el nivel de severidad y densidad que :

06 del Jirón Tarma

22	Grieta de esquina	L	11.54 %
22	Grieta de esquina	M	3.85 %
28	Grieta Lineal	L	11.54 %
28	Grieta Lineal	M	7.69 %
29	Parche Grande	L	50.00 %
31	Pulimento de Agregados		100.00 %

patologías afectan a esta Unidad de Muestra se muestran en la siguiente tabla **Tabla 13**: Patologías de la UM – 06 del Jirón Tarma.

ID	Patología	Nivel de Severidad	Densidad	PCI y Condición Operacional
				69.20 (Bueno)
36	Desconchamiento	L	7.69 %	

Fuente: Elaboración propia (2019)

- Las patologías que más predominan fueron: Pulimento de Agregados, seguido de Parche Grande, Grieta de Esquina y Lineal.
- El Índice de Integridad Estructural de la Unidad de Muestra fue: 69.20 y la Condición Operacional corresponde a un pavimento Bueno.

El resumen general de patologías de las seis Unidades de Muestra, se pueden ver en la **Tabla 14**.

Tabla 14: Resumen de Patologías del Jirón Tarma.

ID	Patologías	Unidades de Muestra					
		U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6
22	Grieta de Esquina	X	X	X	X	X	X
23	Losa Dividida	X	X	X		X	
26	Daño del Sello de la Junta	X	X	X	X	X	
28	Grietas Lineales	X	X	X	X	X	X
29	Parche Grande	X	X	X	X	X	X
31	Pulimento de Agregados	X	X	X	X	X	X
34	Punzonamiento		X	X	X	X	
36	Desconchamiento	X		X	X	X	X
38	Descascaramiento de Esquina	X	X				

Fuente: Elaboración propia (2019)

El resumen del Índice de Integridad Estructural y Condición Operacional de las seis unidades de muestra de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma se muestran en la **Tabla 15**.

Tabla 15: PCI y Condición Operacional de las Unidades de Muestra.

Unidad de muestra	Longitud	Número de losas evaluadas	PCI	Condición Operacional
UM - 01	80 m	26	38.22	Malo
UM - 02	100 m	28	24.96	Muy Malo
UM - 03	45 m	16	41.08	Regular
UM - 04	63 m	20	28.26	Malo
UM - 05	81 m	24	17.82	Muy Malo
UM - 06	68 m	26	69.20	Bueno

UM -

.

- Las encontradas, el nivel de severidad y densidad que

:

Fuente: Elaboración propia (2019)

VI. Conclusiones

Luego de haber finalizado el trabajo de investigación, hemos arribado a las siguientes conclusiones:

- Las patologías del concreto que afectan la superficie de los pavimentos rígidos del Jirón Tarma del Distrito y Provincia de Chanchamayo fueron nueve: Grietas de Esquina, Losa Dividida, Daño del Sello de la Junta, Grieta Lineal, Parche Grande, Pulimento de Agregados, Punzonamiento, Desconchamiento y Descascaramiento de Esquina; de las cuales destacan por su mayor nivel de incidencia: Pulimento de Agregados (29.59%), Daño del Sello de la Junta (28.25 %), Grieta de Esquina (13.72%), Parche Grande (12.64%) y Grieta Lineal (12.32%); además el nivel de severidad general de las patologías es de **severidad Media**.
- Los resultados obtenidos de la evaluación realizada fueron los siguientes: dos Unidades de Muestra tienen un pavimento con Condición Operacional **Muy Malo** siendo estas, la Unidad de Muestra **02** (Ubicado entre los jirones Dos de Mayo y Junín) y la Unidad de Muestra **05** (Ubicado entre los jirones Ayacucho y Amazonas) con un Índice de Integridad Estructural (**PCI**) de **24.96** y **17.82** respectivamente; dos Unidades de Muestra tienen un pavimento de Condición Operacional **Malo**, siendo estas, la Unidad de Muestra **01** (Ubicado entre la calle Risso y el Jirón Dos de Mayo) y la Unidad de Muestra **04** (Ubicado entre los jirones Ancash y Ayacucho) con un Índice de Integridad Estructural (**PCI**) de **38.22** y **28.26** respectivamente; la Unidad de Muestra **03** (Ubicado entre los jirones Junín y Ancash), tiene un pavimento de Condición Operacional **Regular** con un Índice de Integridad Estructural (**PCI**) de **41.08** y la Unidad de Muestra **06**

(Ubicado entre los jirones Amazonas y Trujillo), tiene un pavimento de Condición Operacional **Bueno** con un Índice de Integridad Estructural (**PCI**) de **69.20**.

- El **Índice de Integridad Estructural** (PCI) general obtenido en el Jirón Tarma fue: **36.59** la cual corresponde a un Pavimento del Condición Operacional **Malo**.

Aspectos complementarios

Recomendaciones

a) Realizar trabajos de mantenimiento y rehabilitación en las Unidades de Muestra donde la condición operacional del pavimento es Malo (UM-01, UM-04), Regular (UM-03) y Bueno (UM-06), considerando el tipo y nivel de severidad de las patologías que las afectan.

Tabla 16: Recomendaciones a nivel de patologías.

Patología	Nivel de Severidad - Descripción	Recomendación
Grieta de Esquina (UM-01, UM-03, UM-04, UM-06)	Bajo: Grietas con ancho menor a 12 mm. ancho mayor a 3 mm.	Realizar sellado de grietas con usar SELLATEC que es un sellador elastomérico de uso en cualquier condición climática.
	Medio: Grieta con ancho entre 10 y 51 mm.	Realizar parcheo profundo, teniendo en cuenta que el espesor del parcheo debe ser igual al espesor de la losa. No usar materiales diferentes al concreto para evitar diferencia de rigideces. Se puede utilizar SIKADUR-32 GEL para unir concreto nuevo con concreto antiguo.
	Alto: Grieta con ancho mayor a 51 mm.	
Losa Dividida (UM-01, UM-03)	Bajo: Losa dividida en 4 a 8 pedazos, por grietas de severidad baja	Realizar sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm. Se puede usar SELLATEC que es un sellador elastomérico de uso en cualquier condición climática.
	Medio: Losa dividida en 8 o más pedazos, por grietas de severidad baja o losa dividida en 4 a 8 pedazos por grietas de severidad media o alta.	Realizar el reemplazo de la losa
	Alto: Losa dividida en 8 a más pedazos por grietas de severidad media o alta.	
Daño del sello de la Junta (UM-01, UM-03,	Bajo: El sellante está en condición buena de forma general en toda la sección, se comporta bien, con solo daño	Realizar mantenimiento de los sellos de junta.

UM-04) menor.

	Medio: El sellante presenta daños en grado moderado	Realizar resellado de las juntas. Se puede usar SELLATEC que es un sellador elastomérico de uso en cualquier condición climática.
Grieta Lineal (UM-01, UM-03, UM-04, UM-06)	Bajo: Grietas con ancho menor a 12 mm. Medio: Grieta con ancho entre 10 y 51 mm.	Realizar sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm. Se puede usar SELLATEC que es un sellador elastomérico de uso en cualquier condición climática.
	Leve: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño	No se hace nada
(UM-01, UM-03, UM-04, UM-06)	Medio: moderadamente deteriorado o está Realizar reemplazo del parche.	El parche Grande
	moderadamente descascarado en sus bordes	Se puede utilizar SIKADUR-32 GEL para unir concreto nuevo con concreto antiguo.
	Alto: El parche está muy dañado	
Punzonamiento (UM-03, UM-04)	Medio: El daño está en un área localizada de la losa que está rota en 2 a 2 pedazos con grietas de severidad alta o la losa está rota en 4 a 5 pedazos con grietas de severidad media o la losa está rota en más de 5 pedazos con grietas de severidad baja.	Realizar parcheo profundo, teniendo en cuenta que el espesor del parcheo debe ser igual al espesor de la losa. No usar materiales diferentes al concreto para evitar diferencia
Pulimento de Agregados (UM-01, UM-03, UM-04, UM-06)	No se definen grados de severidad	Realizar ranurado de la superficie o aplicar sobrecarpeta.

	<p>Bajo: El daño está en un área localizada de la losa que está rota en 2 a 3 pedazos con grietas de severidad baja o media; o en 4 a 5 pedazos con grietas de severidad baja</p> <p>Alto: El daño está en un área localizada de la losa que está rota en 4 a 5 pedazos con grietas de severidad alta o la losa está rota en más de 5 pedazos con grietas de severidad media o alta.</p>	<p>Realizar sellado de grietas. Se puede usar SELLATEC que es un sellador elastomérico de uso en cualquier condición climática.</p> <p>de rigideces. Se puede utilizar SIKADUR-32 GEL para unir concreto nuevo con concreto antiguo.</p>
<p>Desconchamiento (UM-01, UM-03, UM-04, UM-06)</p>	<p>Bajo: La superficie de la losa está en buena condición con solo un descamado menor presente.</p> <p>Medio: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.</p>	<p>No se hace nada.</p> <p>No se hace nada o realizar reemplazo de la losa.</p>
	<p>Alto: Las dimensiones de los lados de descascaramiento es mayor a 305 mm x 305 mm y la esquina profundidad del GEL para unir concreto nuevo (UM-01) descascaramiento es mayor a 51 con concreto antiguo. mm.</p>	<p>Realizar parcheo parcial. Se puede utilizar SIKADUR-32 de concreto nuevo con concreto antiguo. mm.</p>

Fuente: Elaboración propia (2019).

- b) Según el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones INVIERTE.PE vigente desde el mes de febrero del 2017, se recomienda realizar la rehabilitación total de los pavimentos de las Unidades de Muestra de condición operacional del pavimento es Muy Malo (UM-02 y UM-05).
- c) Formular y evaluar, proyectos de inversión que se traduzcan en la mejora de la infraestructura vial del distrito de Chanchamayo.

Referencias Bibliográficas

- (1) Cote G, Villalva L. Biblioteca Digital Universidad de Cartagena. [Online].; 2017. Acceso 14 de Noviembre de 2018. Disponible en: <http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/5375>.
- (2) Cedeño J. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. [Online].; 2016. Acceso 14 de Noviembre de 2018. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14808>.
- (3) Armijos C. Repositorio Institucional de la UTPL. [Online].; 2009. Acceso 14 de Noviembre de 2018. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1484/3/Tesis.pdf>.
- (4) Choquehuanca A. Repositorio Institucional ULADECH. [Online].; 2014. Acceso 14 de Noviembre de 2018. Disponible en: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000034220>.
- (5) Fuentes F. Bibliotecas Automatizadas ULADECH. [Online].; 2014. Acceso 1 de Diciembre de 2018. Disponible en: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000035286>.
- (6) Guillen M. Bibliotecas Automatizadas ULADECH. [Online].; 2015. Acceso 1 de Diciembre de 2018. Disponible en: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000037547>.

- (7) Hoppen R. Repositorio Institucional ULADECH. [Online].; 2017. Acceso 1 de Diciembre de 2018. Disponible en:
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2753>.
- (8) Alvariano J. Repositorio Institucional ULADECH. [Online].; 2016. Acceso 1 de Diciembre de 2018. Disponible en:
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/256>.
- (9) Asociación de Academias de la Lengua Española. Real Academia Española. [Online]; 1993. Acceso 10 de Enero de 2019. Disponible en: <https://dle.rae.es>.
- (10) Comité ACI 318. Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y comentario (ACI 318SR-05). Primera ed. Michigan: American Concrete Institute; 2005.
- (11) Nilson A. Diseño de Estructuras de Concreto. Duodécima ed. Ariza E, editor. Bogotá: McGRAW-HILL; 2001.
- (12) Antonio del Rosal J. Durabilidad y Patología del Concreto. Construcción y Tecnología en Concreto. 2017; 6(12).
- (13) Montejó A. Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Segunda Edición ed. Bogotá, D.C.: Agora; 202.
- (14) Becerra M. Tópicos de Pavimentos de Concreto Diseño, Construcción y Supervisión Lima: Flujo Libre; 2012.
- (15) Higuera C. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras. Primera Edición ed. Colombia: Grupo Imprenta y Publicaciones Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; 2011.
- (16) Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos Lima: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia; 2013.
- (17) Vásquez L. Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras Manizales - Colombia: ingepav; 2002.
- (18) Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica Costa Rica: Publicaciones MOPT; 2016.
- (19) Headquarters, Department of the Army. Pavement Maintenance Management Washington DC: Headquarters, Department of the Army; 1982.

- (20) ASTM International. Department of Civil and Environmental Engineering. [Online].; 2018. Acceso 2 de Diciembre de 2018. Disponible en: <http://www.cee.mtu.edu/~balkire/CE5403/ASTMD6433.pdf>.
- (21) Dominguez J. Manual de Metodología de la Investigación Científica. Tercera ed. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2015.
- (22) Salinas P. Metodología de la Investigación Científica. Segunda ed. Merida: Publicaciones de la Universidad de Los Andes; 1993.
- (23) Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la Investigación. Sexta ed. Mexico: McGraw Hill; 2014.
- (24) Sánchez H. Metodología y Diseños de la Investigación Científica. Quinta ed. Lima: Business Support Aneth S.R.L.; 2017.
- (25) Romero R. Ética y epistemología en la investigación científica. Tendencias y Perspectivas. Revista de la facultad de Ciencias Contables. 2016; 24(46).

Anexos

Anexo 1. Solicitud a la Municipalidad Provincial de Chanchamayo



SOLICITO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN EN EL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRON TARMA.

SEÑOR: LUIS RUBEN VILLA MOREL

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHANCHAMAYO

Yo, Richard Obed Roca Gutierrez, identificado con DNI N°41089374, bachiller en Ingeniería Civil, egresado de la Universidad Católica "Los Ángeles de Chimbote"; ante Ud. Con el debido respeto me presento y expongo:

Que habiendo culminado mis estudios superiores y con motivos de titulación, **solicito** autorización para realizar el estudio de investigación que plasmaré en la tesis denominada **"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL JIRON TARMA, DISTRITO Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, REGIÓN JUNÍN"**. El estudio a realizar será aplicando la metodología del Pavement Condition Index (PCI), mediante la evaluación visual; la investigación es del tipo descriptivo no experimental, por lo que no se causará ningún tipo de deterioro y o acciones que conlleven a dañar o modificar el estado actual de dicha estructura. Posteriormente la información obtenida será remitida a su entidad para su conocimiento y de seguro constituirá un material importante para la toma de decisiones.

Esperando acceder a mi petición, aprovecho la oportunidad para saludarle y desearte éxitos en su gestión.

Satipo, 13 de diciembre de 2018

Atentamente:


Richard Obed Roca Gutierrez
DNI. 41089374



Anexo 2. Ficha Técnica de Evaluación por Unidades de Muestra

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCÁ GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019	
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA			
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO	
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO	
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20	m	LARGO: 6.00	m
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:		ÁREA EVALUADA: 655.20 m ²	
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 26		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 26	

UNIDAD DE MUESTRA ESQUEMA DE LOSAS DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-01

UM-01					
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)					
ID	Tipo de Patología				
21	Blow-up / Buckling				
22	Grieta de Esquina (Corner Break)				
23	Losa Dividida (Divided Slab)				
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)				
25	Escala (Faulting)				
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)				
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)				
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)				
29	Parche Grande (Patching, Large)				

36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	MUESTRA	Niveles de Severidad		
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)	UM-01	L	Severidad Baja	
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)		M	Severidad Media	
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta	

ID ⁽¹⁾	Patología	Nº Losas	N/S ⁽²⁾	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido
22	Grieta de Esquina	10	M		38.46%	46.39
23	Losa Dividida	05	L		19.23%	17.92
26	Daño del Sello de la Junta		M		100.00%	4.00
28	Grieta Lineal	13	M		50.00%	27.50
29	Parche Grande	05	L		19.23%	5.99
29	Parche Grande	01	H		3.85%	6.15
31	Pulimento de Agregados	20			76.92%	8.72
36	Desconchamiento	02	M		7.69%	6.25
38	Descascaramiento de Esquina	01	H		3.85%	2.54

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.
 (2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)

Juan G. Dionisio Isla
 CIP 130103

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019																																											
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA																																													
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO																																											
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO																																											
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20 m		LARGO: 6.00 m																																											
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:		ÁREA EVALUADA: 705.60 m ²																																											
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 28		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 32																																											
UNIDAD DE MUESTRA		ESQUEMA DE LOSAS DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-02																																											
UM-02		<table border="1"> <tr><td>14</td><td>22M 29L 31</td><td>22M 28L 31</td></tr> <tr><td>13</td><td>23H</td><td>22M 29L 31</td></tr> <tr><td>12</td><td>34M 38M 31</td><td>22M 29L 31</td></tr> <tr><td>11</td><td>23H</td><td>22M 31</td></tr> <tr><td>10</td><td>29L 34H 31</td><td>22M 29L 31</td></tr> <tr><td>9</td><td>22H 29L 31 34H</td><td>23L 31</td></tr> <tr><td>8</td><td>22M 29L 31</td><td>22M 28M 31</td></tr> <tr><td>7</td><td>22H 29L 31</td><td>22M 34H 31</td></tr> <tr><td>6</td><td>22M 28L 29L 31</td><td>22M 29M 31</td></tr> <tr><td>5</td><td>22M 28L 31</td><td>28L 29L 31</td></tr> <tr><td>4</td><td>22M 29L 31</td><td>22M 31</td></tr> <tr><td>3</td><td>28L 29M 31</td><td>31</td></tr> <tr><td>2</td><td>29L 31</td><td>29M 31</td></tr> <tr><td>1</td><td>23L 31</td><td>31</td></tr> </table>		14	22M 29L 31	22M 28L 31	13	23H	22M 29L 31	12	34M 38M 31	22M 29L 31	11	23H	22M 31	10	29L 34H 31	22M 29L 31	9	22H 29L 31 34H	23L 31	8	22M 29L 31	22M 28M 31	7	22H 29L 31	22M 34H 31	6	22M 28L 29L 31	22M 29M 31	5	22M 28L 31	28L 29L 31	4	22M 29L 31	22M 31	3	28L 29M 31	31	2	29L 31	29M 31	1	23L 31	31
14	22M 29L 31			22M 28L 31																																									
13	23H			22M 29L 31																																									
12	34M 38M 31			22M 29L 31																																									
11	23H			22M 31																																									
10	29L 34H 31			22M 29L 31																																									
9	22H 29L 31 34H			23L 31																																									
8	22M 29L 31			22M 28M 31																																									
7	22H 29L 31			22M 34H 31																																									
6	22M 28L 29L 31			22M 29M 31																																									
5	22M 28L 31	28L 29L 31																																											
4	22M 29L 31	22M 31																																											
3	28L 29M 31	31																																											
2	29L 31	29M 31																																											
1	23L 31	31																																											
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)																																													
ID	Tipo de Patología																																												
21	Blow-up / Buckling																																												
22	Grieta de Esquina (Corner Break)																																												
23	Losa Dividida (Divided Slab)																																												
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)																																												
25	Escala (Faulting)																																												
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)																																												
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)																																												
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)																																												
29	Parche Grande (Patching, Large)																																												
30	Parche Pequeño (Patching, Small)																																												
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)																																												
32	Popouts																																												
33	Bombeo (Pumping)																																												
34	Punzonamiento (Punchout)																																												
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)																																												
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)																																												
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)																																												
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)																																												
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)																																												
MUESTRA		Niveles de Severidad																																											
	L	Severidad Baja																																											
	M	Severidad Media																																											
	H	Severidad Alta																																											
ID⁽¹⁾	Patología	N° Losas	NS⁽²⁾	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido																																							
22	Grieta de Esquina	14	M		50.00%	52.90																																							
22	Grieta de Esquina	02	H		7.14%	20.63																																							
23	Losa Dividida	02	L		7.14%	7.11																																							
23	Losa Dividida	02	H		7.14%	23.43																																							
26	Daño del Sello de la Junta		M		100.00%	4.00																																							
28	Grieta Lineal	05	L		17.86%	9.61																																							
28	Grieta Lineal	01	M		3.57%	2.86																																							
29	Parche Grande	12	L		42.86%	16.77																																							
29	Parche Grande	03	M		10.71%	6.23																																							
31	Pulimento de Agregados	26			92.86%	9.41																																							
34	Punzonamiento	01	M		3.57%	8.29																																							
34	Punzonamiento	03	H		10.71%	33.24																																							
38	Descascaramiento de Esquina	01	M		3.57%	1.14																																							

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.

(2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)


 Ing. Juan G. Dionisio Isla
 CIP 138103

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019																																																		
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA																																																				
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO																																																		
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO																																																		
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20 m		LARGO: 6.00 m																																																		
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:		ÁREA EVALUADA: 403.20 m ²																																																		
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 16		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 16																																																		
UNIDAD DE MUESTRA		ESQUEMA DE LOSAS DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-03																																																		
UM-03																																																				
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)																																																				
ID	Tipo de Patología																																																			
21	Blow-up / Buckling																																																			
22	Grieta de Esquina (Corner Break)																																																			
23	Losa Dividida (Divided Slab)																																																			
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)																																																			
25	Escala (Faulting)																																																			
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)																																																			
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)																																																			
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)																																																			
29	Parche Grande (Patching, Large)																																																			
30	Parche Pequeño (Patching, Small)																																																			
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)																																																			
32	Popouts																																																			
33	Bombeo (Pumping)																																																			
34	Punzonamiento (Punchout)																																																			
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)																																																			
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)																																																			
		<table border="1"> <tr> <td>8</td> <td>29L 36L</td> <td>22L 31</td> <td rowspan="10">} 26L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>23M</td> <td>28L 31</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>23L 29L</td> <td>22L 28L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>23L 31</td> <td>28L 31</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>22L 28L</td> <td>28L 31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>22L 28L</td> <td>23L 29L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>29L 31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>22L 31</td> <td>28L 31</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>28M 34H</td> <td>22M 23L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td>31</td> </tr> </table>		8	29L 36L	22L 31	} 26L		31		7	23M	28L 31				6	23L 29L	22L 28L		31	31	5	23L 31	28L 31				4	22L 28L	28L 31		31		3	22L 28L	23L 29L		29L 31	31	2	22L 31	28L 31				1	28M 34H	22M 23L		31	31
8	29L 36L	22L 31	} 26L																																																	
	31																																																			
7	23M	28L 31																																																		
6	23L 29L	22L 28L																																																		
	31	31																																																		
5	23L 31	28L 31																																																		
4	22L 28L	28L 31																																																		
	31																																																			
3	22L 28L	23L 29L																																																		
	29L 31	31																																																		
2	22L 31	28L 31																																																		
1	28M 34H	22M 23L																																																		
	31	31																																																		
		Niveles de Severidad																																																		
		L	Severidad Baja																																																	
		M	Severidad Media																																																	
		H	Severidad Alta																																																	
ID⁽¹⁾	Patología	N° Losas	N/S⁽²⁾	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido																																														
22	Grieta de Esquina	05	L		31.25%	26.15																																														
22	Grieta de Esquina	01	M		6.25%	9.88																																														
23	Losa Dividida	04	L		25.00%	22.90																																														
23	Losa Dividida	01	M		6.25%	13.40																																														
26	Daño del sello de la Junta		L		100.00%	2.00																																														
28	Grieta Lineal	07	L		43.75%	17.88																																														
28	Grieta Lineal	01	M		6.25%	4.95																																														
29	Parche Grande	04	L		25.00%	9.40																																														
31	Pulimento de Agregados	15			93.75%	9.45																																														
34	Punzonamiento	01	H		6.25%	19.65																																														
36	Desconchamiento	01	L		6.25%	1.43																																														

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.
 (2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)


 Juan G. Dionisio Jela
 CP 120103

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019				
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA						
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO				
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO				
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20 m		LARGO: 6.00 m				
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:		ÁREA EVALUADA: 504.00 m ²				
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 20		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 20				
UNIDAD DE MUESTRA		ESQUEMA DE LOSAS DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-04				
UM-04						
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)						
ID	Tipo de Patología					
21	Blow-up / Buckling					
22	Grieta de Esquina (Corner Break)					
23	Losa Dividida (Divided Slab)					
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)					
25	Escala (Faulting)					
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)					
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)					
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)					
29	Parche Grande (Patching, Large)					
30	Parche Pequeño (Patching, Small)					
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)					
32	Popouts					
33	Bombeo (Pumping)					
34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)					
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)					
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)					
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)					
		MUESTRA	Niveles de Severidad			
		UM-04	L Severidad Baja			
			M Severidad Media			
			H Severidad Alta			
ID⁽¹⁾	Patología	N° Losas	N/S⁽²⁾	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido
22	Grieta de Esquina	06	L		30.00%	25.20
22	Grieta de Esquina	07	M		35.00%	43.90
22	Grieta de Esquina	02	H		10.00%	26.80
26	Daño del Sello de la Junta		L		100.00%	2.00
28	Grieta Lineal	10	L		50.00%	18.90
28	Grieta Lineal	01	M		5.00%	4.00
29	Parche Grande	07	L		35.00%	14.00
31	Pulimento de Agregados	19			95.00%	9.50
34	Punzonamiento	01	L		5.00%	7.30
34	Punzonamiento	01	M		5.00%	11.60
36	Desconchamiento	01	M		5.00%	4.20



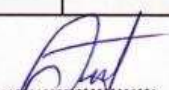
(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.
 (2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)


 Ing. Juan G. Dionisio
 CIP 130103

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE CONDICION DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA

INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019																																																													
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN TARMA																																																															
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO																																																													
REGIÓN: JUNIN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO																																																													
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20 m		LARGO: 6.00 m																																																													
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:		AREA EVALUADA: 604.80 m ²																																																													
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 24		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 24																																																													
UNIDAD DE MUESTRA		ESQUEMA DE LOSAS DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-05																																																													
UM-05		<table border="1"> <tr> <td>12</td> <td>22M 31</td> <td>28M</td> <td>22M 31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>28M 31</td> <td>29L 36M</td> <td>22M 31</td> <td>28M</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>22M 31</td> <td>28M 36M</td> <td>28M 31</td> <td>29L</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>22M 29L</td> <td>28M 31</td> <td>22M 31</td> <td>34H</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>22M 31</td> <td>29L 34H</td> <td>22M 31</td> <td>28M</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>22M 31</td> <td>28M 31</td> <td>22M 31</td> <td>29L</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>22M 29L</td> <td>28H 31</td> <td>23H</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>28H 31</td> <td>29L 31</td> <td>28M 31</td> <td>29L</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>28M 31</td> <td>36M 31</td> <td>22H 31</td> <td>36M</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>29L 31</td> <td>23H</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>29L 31</td> <td>23M</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>22H 31</td> <td>22H 31</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		12	22M 31	28M	22M 31	31	11	28M 31	29L 36M	22M 31	28M	10	22M 31	28M 36M	28M 31	29L	9	22M 29L	28M 31	22M 31	34H	8	22M 31	29L 34H	22M 31	28M	7	22M 31	28M 31	22M 31	29L	6	22M 29L	28H 31	23H		5	28H 31	29L 31	28M 31	29L	4	28M 31	36M 31	22H 31	36M	3	29L 31	23H			2	29L 31	23M			1	22H 31	22H 31		
12	22M 31	28M	22M 31	31																																																											
11	28M 31	29L 36M	22M 31	28M																																																											
10	22M 31	28M 36M	28M 31	29L																																																											
9	22M 29L	28M 31	22M 31	34H																																																											
8	22M 31	29L 34H	22M 31	28M																																																											
7	22M 31	28M 31	22M 31	29L																																																											
6	22M 29L	28H 31	23H																																																												
5	28H 31	29L 31	28M 31	29L																																																											
4	28M 31	36M 31	22H 31	36M																																																											
3	29L 31	23H																																																													
2	29L 31	23M																																																													
1	22H 31	22H 31																																																													
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)																																																															
ID	Tipo de Patología																																																														
21	Blow-up / Buckling																																																														
22	Grieta de Esquina (Corner Break)																																																														
23	Losa Dividida (Divided Slab)																																																														
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)																																																														
25	Escala (Faulting)																																																														
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)																																																														
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)																																																														
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)																																																														
29	Parche Grande (Patching, Large)																																																														
30	Parche Pequeño (Patching, Small)																																																														
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)																																																														
32	Popouts																																																														
33	Bombeo (Pumping)																																																														
34	Punzonamiento (Punchout)																																																														
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)																																																														
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	MUESTRA	Niveles de Severidad																																																												
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)	L	Severidad Baja																																																												
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)	M	Severidad Media																																																												
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)	H	Severidad Alta																																																												
		UM-05																																																													
ID⁽¹⁾	Patología	N° Losas	N/S⁽²⁾	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido																																																									
22	Grieta de Esquina	11	M		45.83%	50.82																																																									
22	Grieta de Esquina	03	H		12.50%	30.40																																																									
23	Losa Dividida	01	M		4.17%	8.92																																																									
23	Losa Dividida	02	H		8.33%	27.00																																																									
26	Daño del Sello de la Junta		L		100.00%	2.00																																																									
28	Grieta Lineal	10	M		41.67%	24.87																																																									
28	Grieta Lineal	02	H		8.33%	16.00																																																									
29	Parche Grande	10	L		41.67%	16.37																																																									
31	Pulimento de Agregados	21			87.50%	9.20																																																									
34	Punzonamiento	02	H		8.33%	26.40																																																									
36	Desconchamiento	04	M		16.67%	12.80																																																									

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.
 (2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)


 Ing. Juan G. Diosio Isla
 CIP 130103

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA




INSPECCIONADO POR: RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ		FECHA: ENERO, 2019																																																					
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRON TARMA																																																							
DISTRITO: CHANCHAMAYO		PROVINCIA: CHANCHAMAYO																																																					
REGIÓN: JUNÍN		TIPO DE USO: VEHICULAR / TODO TIPO																																																					
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.50 m		LARGO: 5.00 m																																																					
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:		AREA EVALUADA: 585.00 m ²																																																					
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 26		NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 26																																																					
UNIDAD DE MUESTRA		ESQUEMA DE LOSAS DE LA UNIDAD DE MUESTRA: UM-06																																																					
UM-06		<table border="1"> <tr><td>13</td><td>28L</td><td>22L</td><td>29L</td></tr> <tr><td>12</td><td>28L</td><td>22L</td><td>29L</td></tr> <tr><td>11</td><td>28L</td><td>29L</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td>29L</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td>29L</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>22M</td><td>28M</td><td>29L</td></tr> <tr><td>7</td><td>22L</td><td>29L</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td>29L</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>29L</td><td>36L</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td>29L</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td>28M</td><td>29L</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>29L</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td>29L</td><td></td></tr> </table>		13	28L	22L	29L	12	28L	22L	29L	11	28L	29L		10		29L		9		29L		8	22M	28M	29L	7	22L	29L		6		29L		5		29L	36L	4		29L		3		28M	29L	2		29L		1		29L	
13	28L	22L	29L																																																				
12	28L	22L	29L																																																				
11	28L	29L																																																					
10		29L																																																					
9		29L																																																					
8	22M	28M	29L																																																				
7	22L	29L																																																					
6		29L																																																					
5		29L	36L																																																				
4		29L																																																					
3		28M	29L																																																				
2		29L																																																					
1		29L																																																					
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)																																																							
ID	Tipo de Patología																																																						
21	Blow-up / Buckling																																																						
22	Grieta de Esquina (Corner Break)																																																						
23	Losa Dividida (Divided Slab)																																																						
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)																																																						
25	Escala (Faulting)																																																						
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)																																																						
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)																																																						
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)																																																						
29	Parche Grande (Patching, Large)																																																						
30	Parche Pequeño (Patching, Small)																																																						
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)																																																						
32	Popouts																																																						
33	Bombeo (Pumping)																																																						
34	Punzonamiento (Punchout)																																																						
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)																																																						
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)																																																						
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)																																																						
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)																																																						
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)																																																						
		MUESTRA	Niveles de Severidad																																																				
		UM-06	L Severidad Baja																																																				
			M Severidad Media																																																				
			H Severidad Alta																																																				
ID⁽¹⁾	Patología	N° Losas	N/S⁽²⁾	Nivel de Severidad	Densidad	Valor Deducido																																																	
22	Grieta de Esquina	03	L		11.54%	9.69																																																	
22	Grieta de Esquina	01	M		3.85%	6.15																																																	
28	Grieta Lineal	03	L		11.54%	6.64																																																	
28	Grieta Lineal	02	M		7.69%	6.05																																																	
29	Parche Grande	13	L		50.00%	18.90																																																	
31	Pulimento de Agregados	26			100.00%	9.70																																																	
36	Desconchamiento	02	L		7.69%	1.68																																																	

(1) Escribir o seleccionar el número de identificador de la patología.

(2) Escribir o seleccionar el nivel de severidad (L, M o H)


 Juan C. Dionisio-Roca
 CIP 130783

Anexo 3. Herramientas, Materiales y Equipos

	
Flexómetro	Regla de acero milimetrada.
	
Wincha	Odómetro

	
<p>Manual del PCI</p>	<p>GPS</p>
	
<p>Cámara digital</p>	<p>Laptop</p>

Anexo 4. Panel Fotográfico

Fotografía 01: Unidad de Muestra 01 del Jirón Tarma, se observa patología de Descascaramiento de Esquina.



Fotografía 02: Unidad de Muestra 01 del Jirón Tarma, se observa patología de Grieta de Esquina.



Fotografía

03: Unidad de Muestra 01 del Jirón Tarma, se observa patología de Pulimento de Agregados.



Fotografía 04: Unidad de Muestra 01 del Jirón Tarma, se observa patología de Daño del Sello de la Junta.



Fotografía 05: Unidad de Muestra 02 del Jirón Tarma, se observa patología de Pulimento de Agregados.



Fotografía 06: Unidad de Muestra 02 del Jirón Tarma, se observa patología de Descascamiento de esquina.



Fotografía

07: Unidad de Muestra 02 del Jirón Tarma, se observa patología de Punzonamiento.



Fotografía 08: Unidad de Muestra 02 del Jirón Tarma, se observa patología de Grieta de esquina.



Fotografía

09: Unidad de Muestra 03 del Jirón Tarma, se observa patología de Punzonamiento.



Fotografía 10: Unidad de Muestra 03 del Jirón Tarma, se observa patología de Grieta de esquina.



Fotografía , se observa patología de
11: Unidad de Muestra 03 del Jirón Tarma Parche
Grande y losa dividida.



Fotografía 12: Unidad de Muestra 03 del Jirón Tarma, se observa patología de
Desconchamiento.

Fotografía

patología de



13: Unidad de Muestra 04 del Jirón Tarma, se observa Punzonamiento.



Fotografía

, se observa patología de

Fotografía 14: Unidad de Muestra 04 del Jirón Tarma, se observa patología de Grieta Lineal.



15: Unidad de Muestra 04 del Jirón Tarma Pulimento de Agregados.



Fotografía 16: Unidad de Muestra 05 del Jirón Tarma, se observa patología de Desconchamiento.

Fotografía

patología de



Fotografía , se observa patología de
17: Unidad de Muestra 05 del Jirón Tarma Parche Grande.



Fotografía 18: Unidad de Muestra 05 del Jirón Tarma, se observa patología de Desconchamiento.



19: Unidad de Muestra 05 del Jirón Tarma Dividida.

Losa



Fotografía , se observa patología de
Fotografía 20: Unidad de Muestra 05 del Jirón Tarma, se observa patología de
Punzonamiento.



21: Unidad de Muestra 06 del Jirón Tarma, se observa
Pulimento de Agregados



Fotografía

patología de

Fotografía 22: Unidad de Muestra 06 del Jirón Tarma, se observa patología de Grieta Lineal.



Fotografía

, se observa

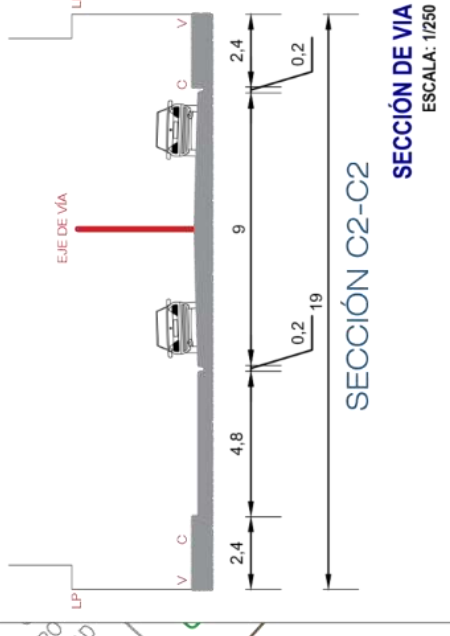
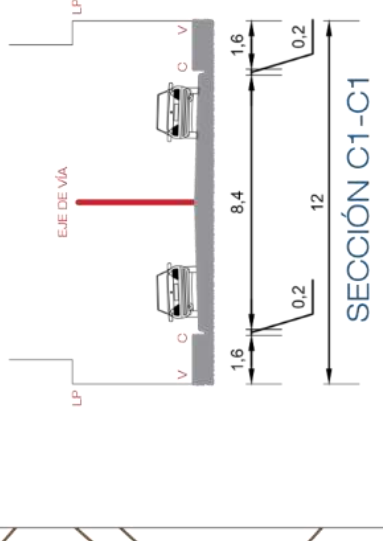
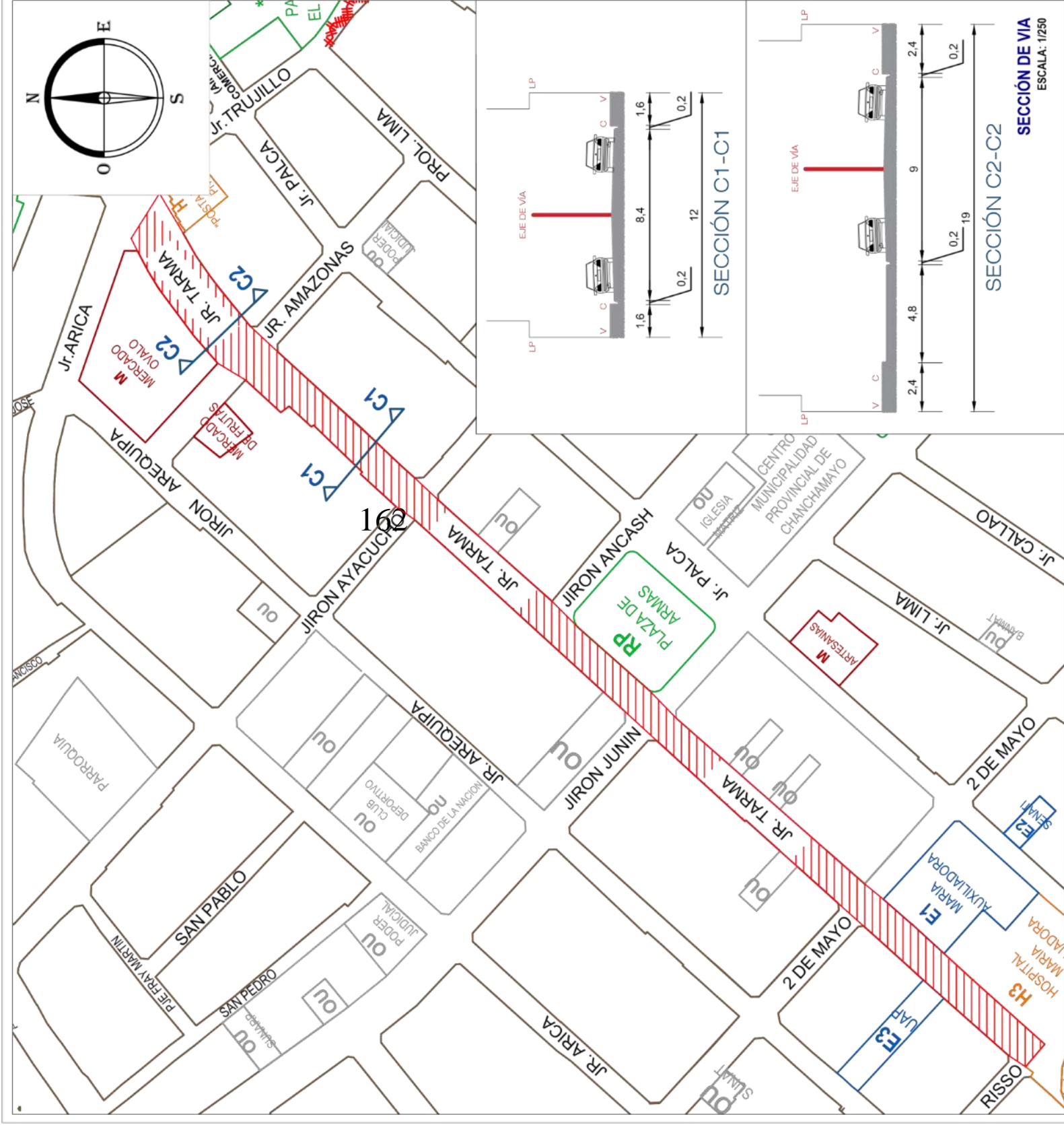
23: Unidad de Muestra 06 del Jirón Tarma patología de Desconchamiento.



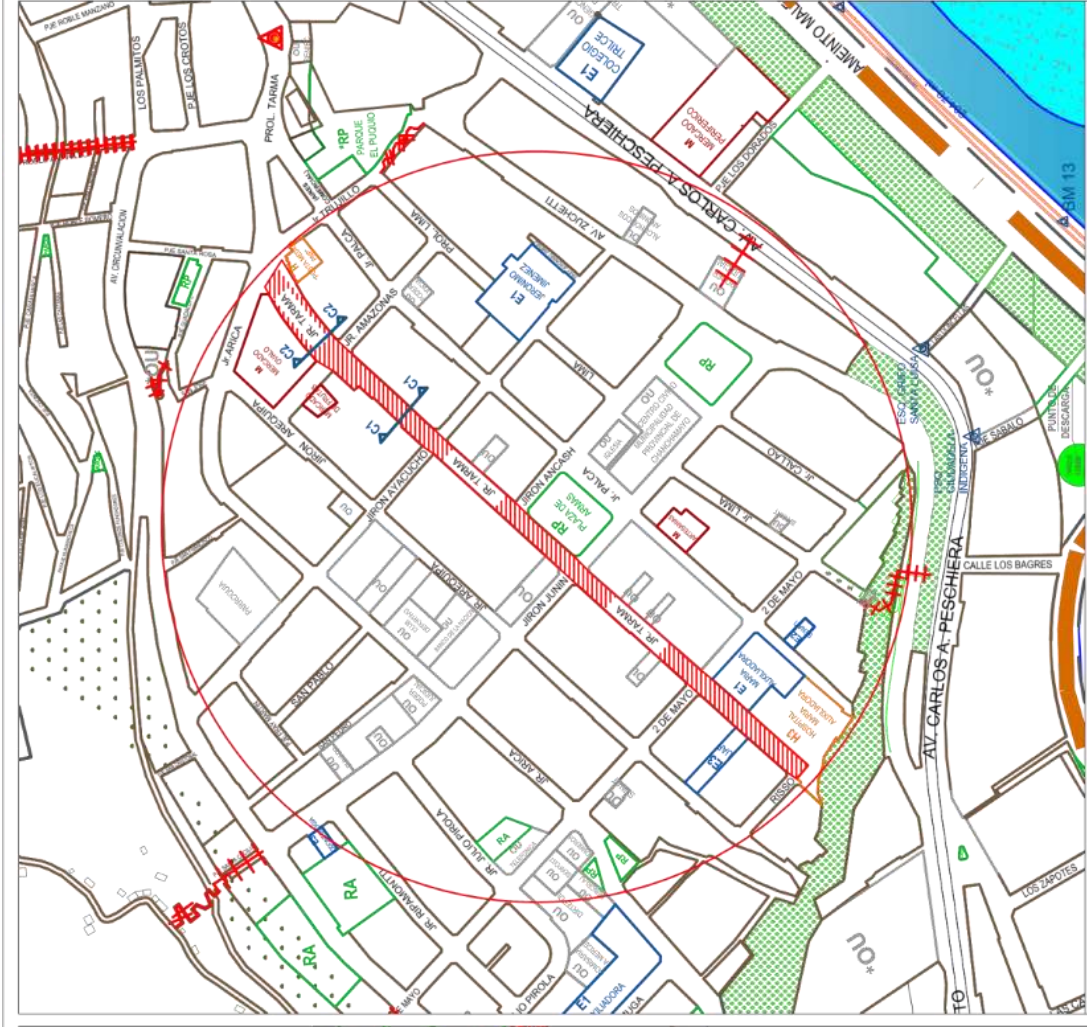
Fotografía 24: Unidad de Muestra 06 del Jirón Tarma, se observa patología de Parche Grande.



Anexo 5. Planos



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA: 1/2000



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA: 1/5000

REGIÓN : JUNÍN
 PROVINCIA : CHANCHAMAYO
 DISTRITO : CHANCHAMAYO
 NOMBRE DE LA VÍA : JIRÓN TARMA
 ALTITUD : 751 m.s.n.m



UNIVERSIDAD CATÓLICA
 LOS ÁNGELES DE
 CHIMBOTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE:
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

TESIS:
 DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL JIRÓN TARMA, DISTRITO Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, REGION JUNÍN, ENERO - 2019.

ASESOR:
 MGR. DENNY'S ORTIZ LLANTO

TESISTA:
 BACHILLER RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ

FECHA:
 ENERO - 2019

ESCALA:
 INDICADA

LAMINA:
 UL-01

DESCRIPCIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA

UNIDAD DE MUESTRA (UM)	DESCRIPCIÓN	DIMENSION DE LA LOSA	N° LOSAS EVALUADAS	LONGITUD
UM - 01	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con la Calle Riso y termina en la intersección con el Jirón Dos de Mayo.	4,20m x 6,00m	26	80 m
UM - 02	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Dos de Mayo y termina en la intersección con el Jirón Junín.	4,20m x 6,00m	28	100 m
UM - 03	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Junín y termina en la intersección con el Jirón Ancash.	4,20m x 6,00m	16	45 m
UM - 04	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Ancash y termina en la intersección con el Jirón Ayacucho.	4,20m x 6,00m	20	63 m
UM - 05	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Ayacucho y termina en la intersección con el Jirón Amazonas.	4,20m x 6,00m	24	81 m
UM - 06	Comienza en la intersección del Jirón Tarma, con el Jirón Amazonas y termina en la intersección con el Jirón Trujillo.	4,50m x 5,00m	26	68 m

REGIÓN : JUNÍN
 PROVINCIA : CHANCHAMAYO
 DISTRITO : CHANCHAMAYO
 NOMBRE DE LA VÍA : JIRÓN TARMA
 ALTITUD : 751 m.s.n.m

LEYENDA



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UNIDADES DE MUESTRA

PLANO DE:

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

TESIS: DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL JIRÓN TARMA, DISTRITO Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, REGION JUNIN, ENERO - 2019

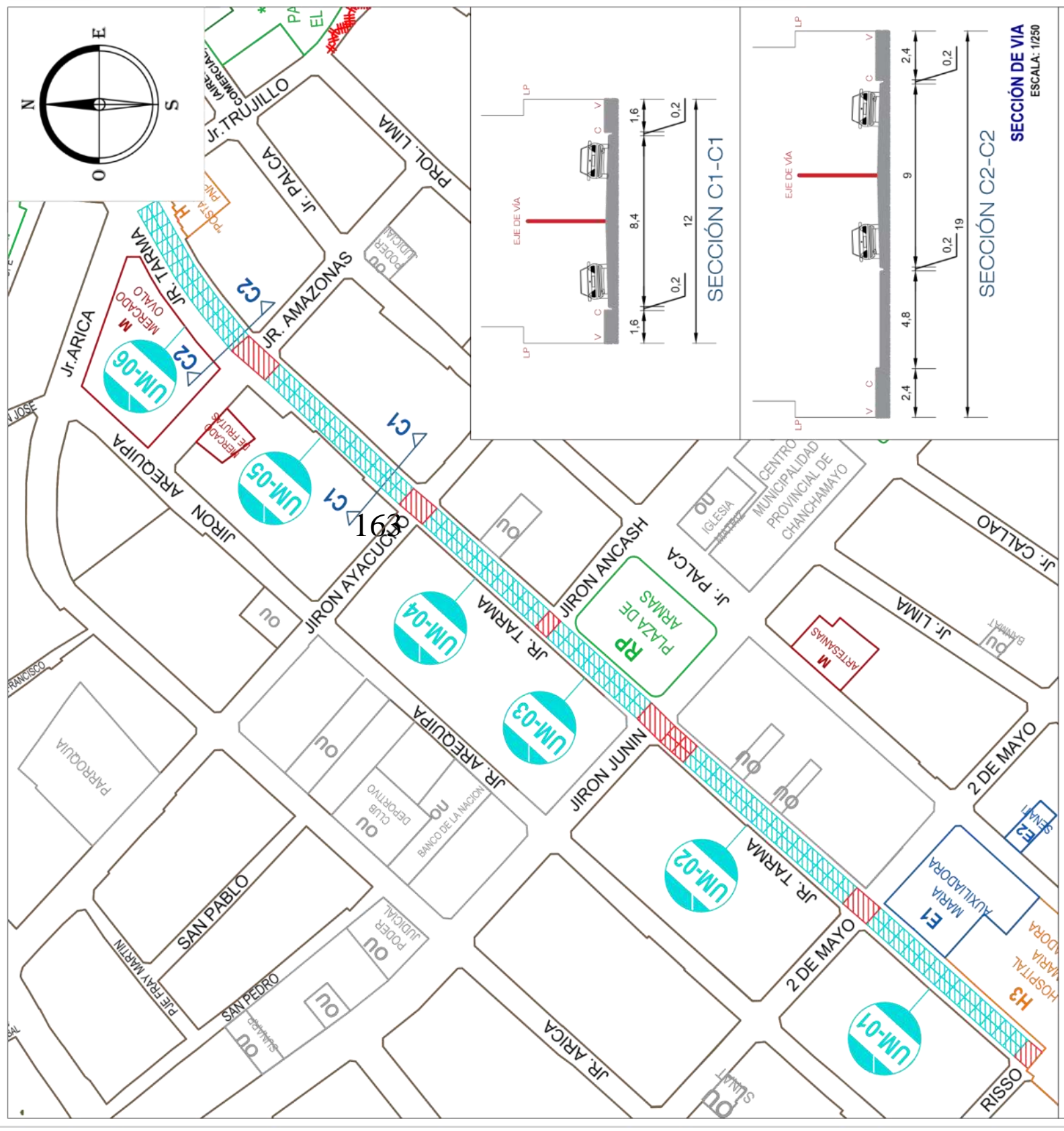
ASESOR: MGR. DENNY ORTIZ LLANTO

TESISTA: BACHILER RICHARD OBED ROCA GUTIERREZ

FECHA: ENERO - 2019

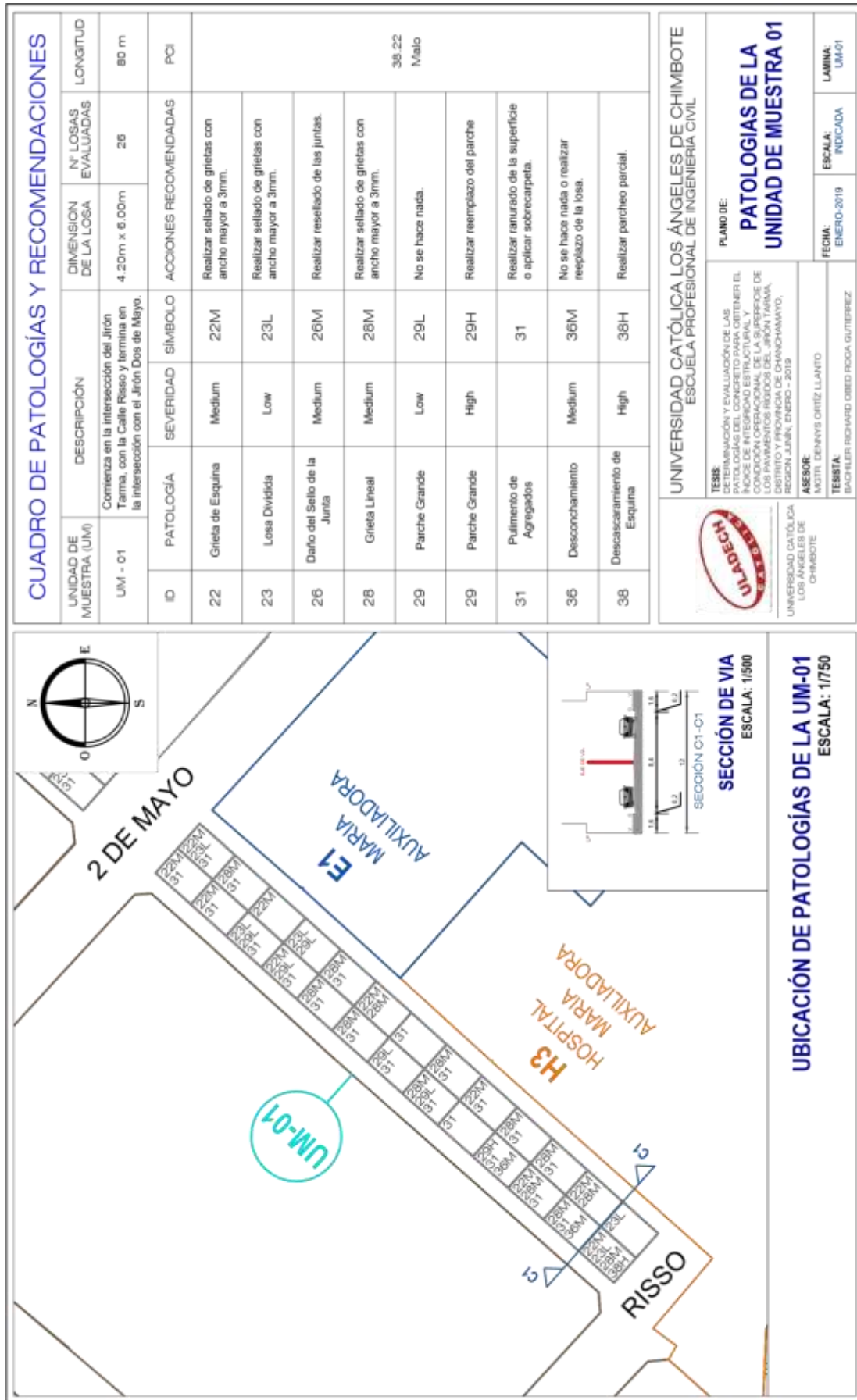
ESCALA: INDICADA

LAMINA: UMI-01



UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA

ESCALA: 1/2000



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE:
PATOLOGIAS DE LA UNIDAD DE MUESTRA 01

TESIS:
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LOS PAVIMENTOS DEL JIRÓN TARMA, CALLE RISO Y CALLE DOS DE MAYO, REGIÓN JUNÍN, ENERO - 2019.

ASESOR:
MOTTI DENNIS ORTIZ LLAHUITO

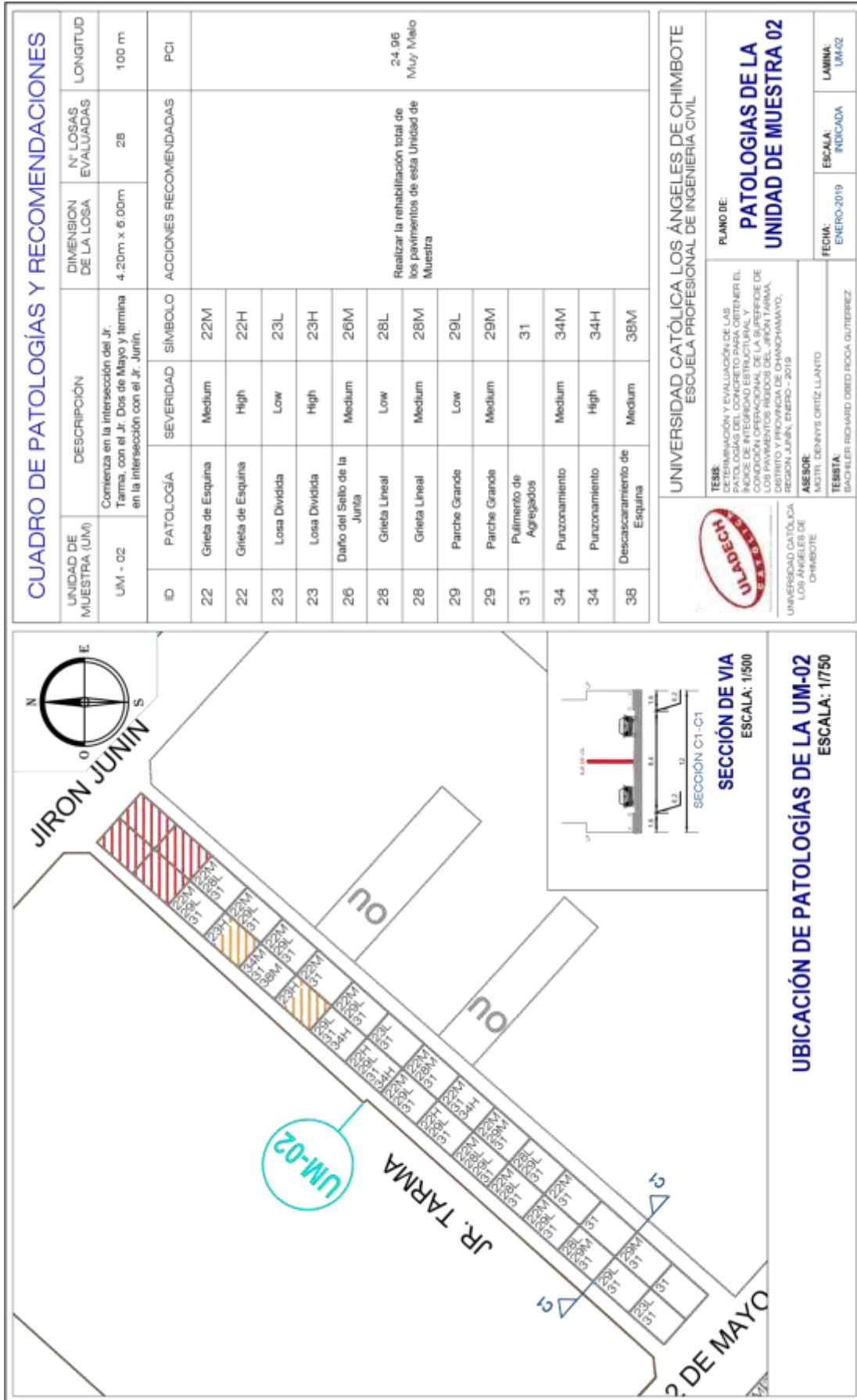
TESISTA:
BACHILLER RICHARD ORIBO ROGA GUTIERREZ

FECHA:
ENERO-2019

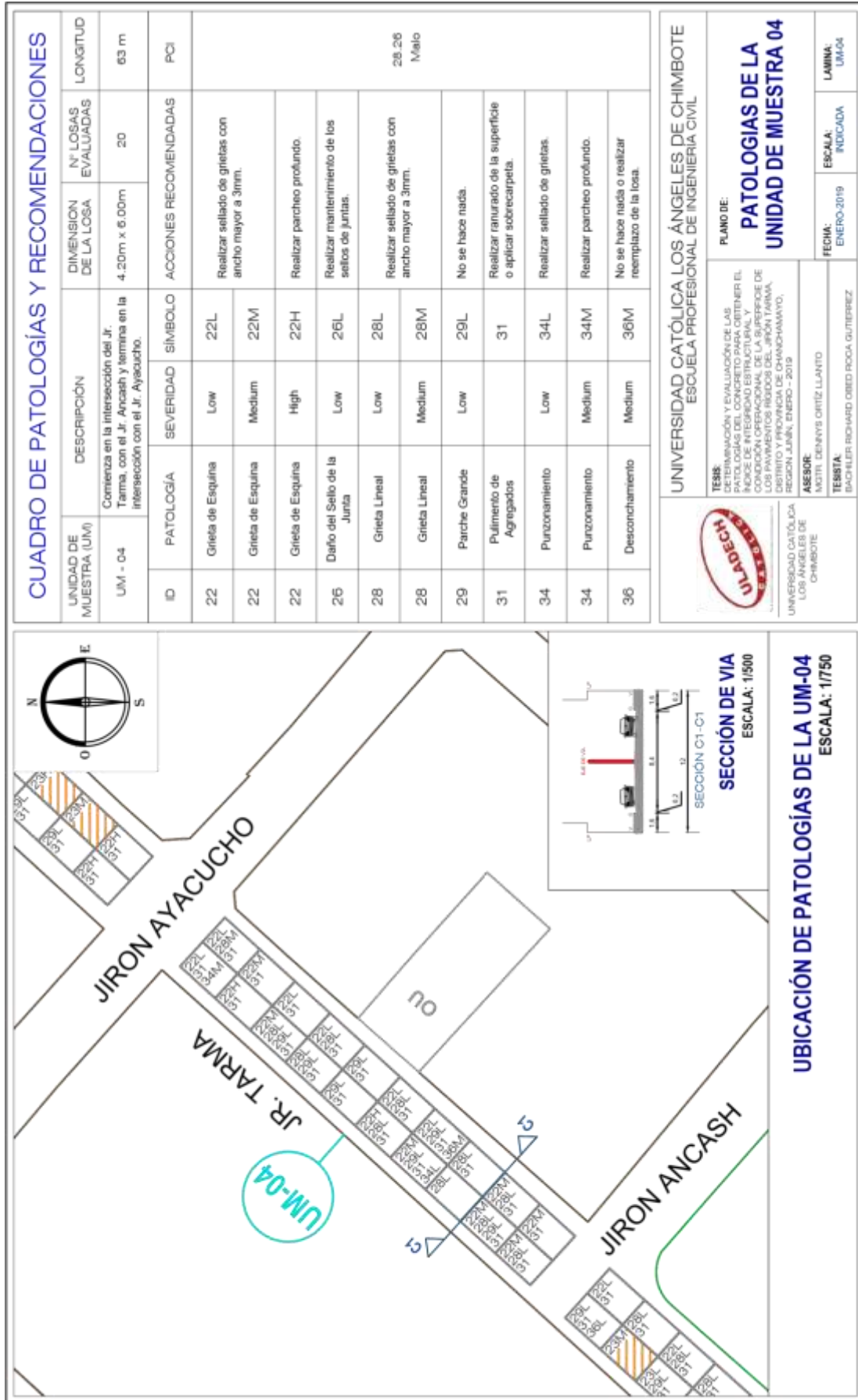
ESCALA:
INDICADA

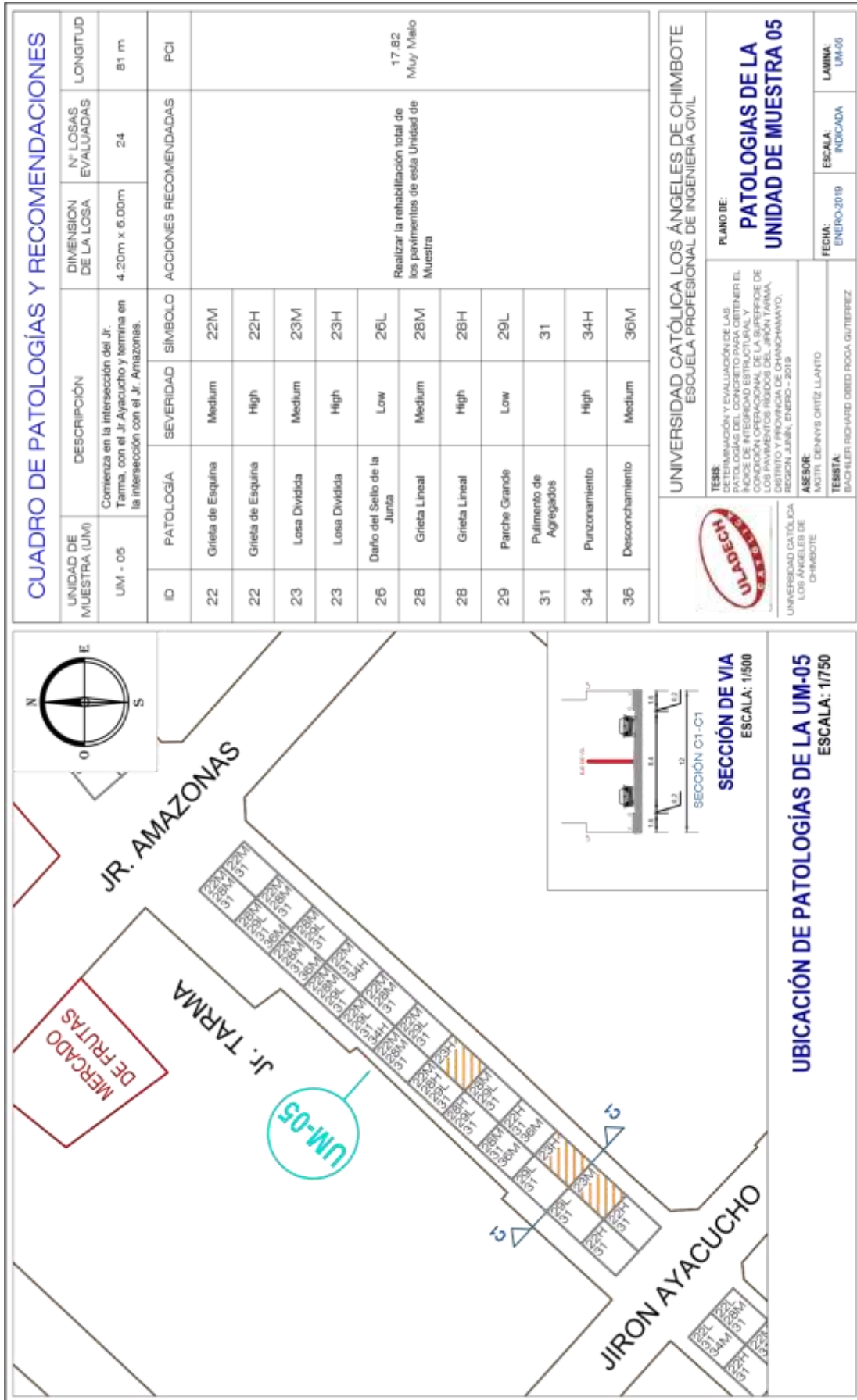
LAMINA:
UM-01

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE









UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE:
PATOLOGÍAS DE LA UNIDAD DE MUESTRA 05

TESIS:
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LOS PAVIMENTOS DEL JIRÓN TARMA, SECCIÓN C1-C1 DEL JIRÓN AYACUCHO, REGIÓN JUNÍN, ENERO - 2019.

ASESOR:
MOTTI DENNIS ORTIZ LLAHTO

TESISTA:
BACHILLER RICHARD ORIBO ROCA GUTIERREZ

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

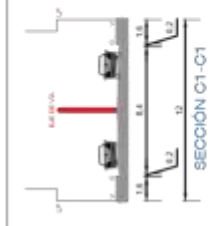
FECHA: ENERO-2019

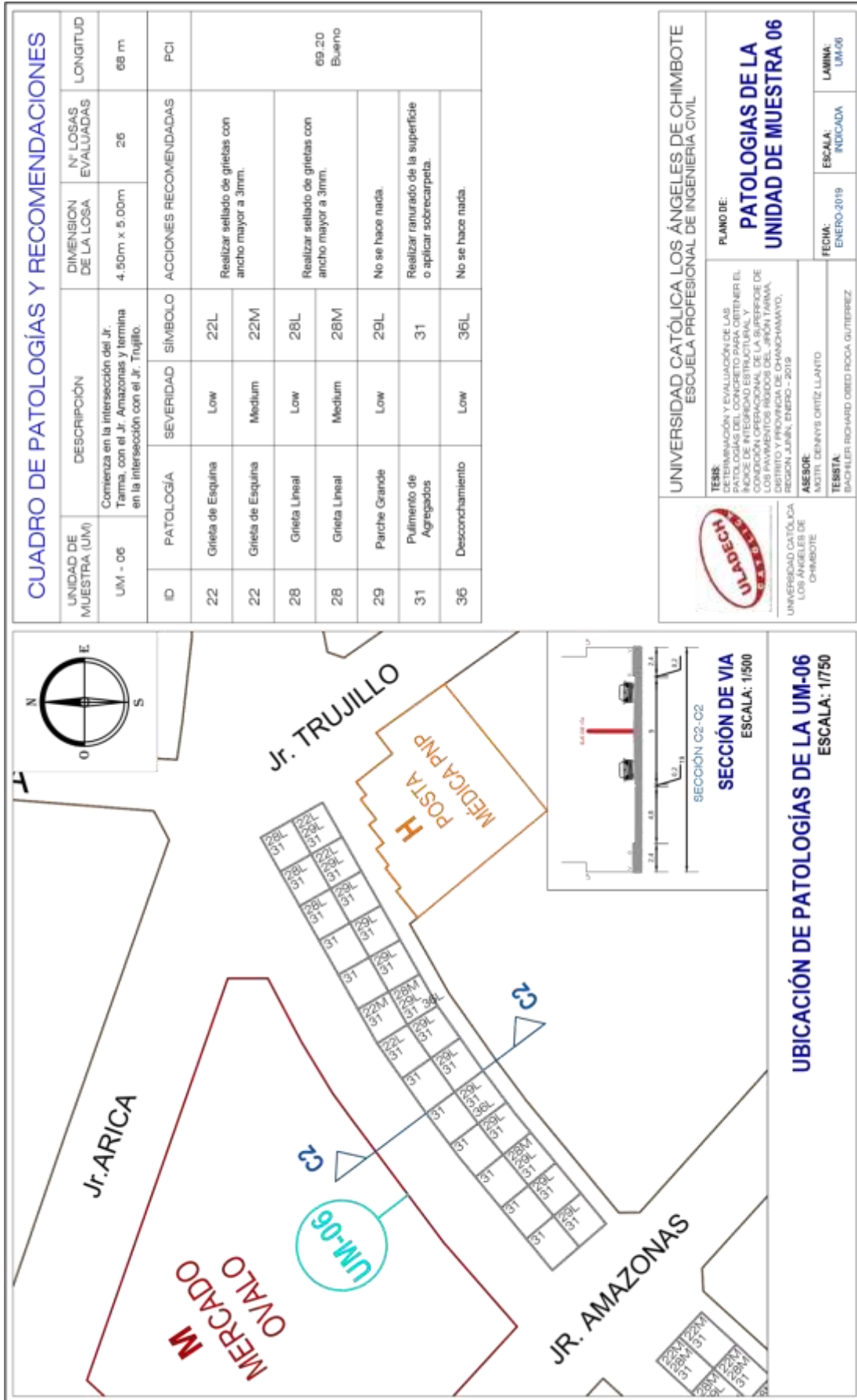
ESCALA: INDECADADA

LAMINA: UM-05

UBICACIÓN DE PATOLOGÍAS DE LA UM-05
ESCALA: 1/750

SECCIÓN DE VÍA
ESCALA: 1/500





CUADRO DE PATOLOGÍAS Y RECOMENDACIONES

UNIDAD DE MUESTRA (UM)	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN DE LA LOSA	N° LOSAS EVALUADAS	LONGITUD	
UM - 06	Comienza en la intersección del Jr. Tarma, con el Jr. Amazonas y termina en la intersección con el Jr. Trujillo.	4.50m x 5.00m	26	68 m	
ID	PATOLOGÍA	SEVERIDAD	SÍMBOLO	ACCIONES RECOMENDADAS	PCI
22	Grieta de Esquina	Low	22L	Realizar sellado de grietas con ancho mayor a 3mm.	
22	Grieta de Esquina	Medium	22M		
28	Grieta Lineal	Low	28L	Realizar sellado de grietas con ancho mayor a 3mm.	69.20 Bueno
28	Grieta Lineal	Medium	28M		
29	Parche Grande	Low	29L	No se hace nada.	
31	Pulimento de Agregados		31	Realizar ranurado de la superficie o aplicar sobrecarpeta.	
36	Desconchamiento	Low	36L	No se hace nada.	



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PLANO DE:
PATOLOGIAS DE LA UNIDAD DE MUESTRA 06

TESIS:
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LOS PAVIMENTOS DEL SECTOR TARMA, SECTOR ENTRE LOS SECTORES TARMAS, SECTOR TARMAS Y SECTOR TARMAS, SECTOR TARMAS, ENDO - 2019

ASESOR:
MOTTI DENNIS ORTIZ LLAHTO

TENISTA:
BACHILLER RICHARD ORIBO ROCA GUTIERREZ

FECHA:
ENERO-2019

ESCALA:
INDICADA

LAMINA:
UM-06

UBICACIÓN DE PATOLOGÍAS DE LA UM-06
ESCALA: 1/750

