

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN ANGAMOS DESDE LA INTERSECCIÓN CON EL JIRÓN SARAMACDOUGALL HASTA EL JIRÓN MIGUEL CARDUCCI - CAJAMARCA 2018.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACHILLER: EDWAR BUSTAMANTE RUITÓN

ASESOR: ING. WILLIAM PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES

CAJAMARCA – PERÚ
2019

COPYRIGHT © 2019by
BUSTAMANTE RUITÓN, EDWAR
Todos los derechos reservados.

AGRADECIMIENTO

A Dios Jehová

Quien me mostró el camino correcto, brindándome salud y entusiasmo para cumplir logrando una meta más en el trayecto de la vida.

A mi asesor

Quien con su apoyo y sus consejos me ayudo a iniciar el desarrollo de la investigación hasta su culminación, preocupándose para que salga de la mejor manera.

A mis padres y hermanos

Quienes han sido el motor fundamental de impulso para el desarrollo de la investigación.

A los profesionales y amigos

Que me brindaron apoyo con sus conocimientos para culminar la investigación satisfactoriamente.

Edwar Bustamante Ruitón

DEDICATORIA

A Dios por darme salud, fuerza y sabiduría,
para ser una persona con valores y humildad.

A mis padres y hermanos, por darme el amor y
el apoyo necesario de impulso para hacer las
cosas de la mejor manera, durante el periodo de
estudiante y como egresado, dándome comprensión
y palabras de aliento en cada momento difícil y
incentivando para obtener más logros en la vida.

Edwar Bustamante Ruitón

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
ASPECTOS GENERALES	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	3
1.4. VARIABLES	3
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.6. ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.7. LIMITACIONES	3
1.8. OBJETIVOS.....	3
1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	4
1.10. MATRIZ DE CONSISTENCIA	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	6
2.1.1. Antecedentes internacionales	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales	6
2.1.3. Antecedentes locales.....	7
2.2. BASES TEÓRICAS.....	8

2.2.1. Definición de pavimento	8
2.2.2. Pavimento de concreto hidráulico	10
2.2.3. Evaluación del pavimento	17
2.2.4. Tipos de fallas en pavimentos	18
2.3. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	19
2.3.1. Tipos de fallas en pavimentos rígidos	20
2.4. MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL PCI	41
2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.	42
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.	44
3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	44
3.1.1. Ubicación política.....	45
3.1.2. Ubicación geográfica.....	45
3.2. TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN	46
3.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS	46
3.4. DATOS DE LA VÍA A ANALIZAR	46
3.5. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI.	47
3.5.1. División del pavimento en unidades de muestra	47
3.5.2. Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación	47
3.5.3. Evaluación de un proyecto	47
3.6. DISEÑO METODOLÓGICO	47
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	52
4.1. RESULTADOS.....	52
4.1.1. Cálculo de las unidades de muestreo.....	52
4.1.2. Selección de las unidades de muestreo.....	52
4.1.3. Evaluación del pavimento de cada una de las unidades de muestras.	53
4.1.4. Método de cálculo por cada unidad de muestreo	54

4.1.5. Análisis de las unidades seleccionados	59
4.2. CANTIDAD Y TIPO DE FALLAS QUE SE ENCONTRARON EN LAS UM.	79
4.3. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO.....	81
4.4. CÁLCULO DEL PCI DEL JR. ANGAMOS DESDE EL JR. SARAMACDOUGALL HASTA EL JR. MIGUEL CARDUCCI.....	82
4.5. INTERVENCIÓN AL PAVIMENTO DEL JR. ANGAMOS	83
4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
4.7. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	86
4.8. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	86
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	89
5.1. CONCLUSIONES	89
5.2. RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS.....	93
7.1. (Anexo 1) Hoja con formato para registro de fallas en el pavimento	93
7.2. (Anexo 2) Valores deducidos para las fallas encontradas en el pavimento	94
7.3. (Anexo 3) Gráfico para hallar el valor deducido corregido	99
7.4. (Anexo 4) Datos de las hojas de unidades de muestreo	100
7.5. (Anexo 5) Fotografías de principales fallas encontradas en el pavimento del Jr. Angamos.....	117
7.6. (Anexo 6) Planos: Ubicación, perfil longitudinal y unidades de muestreo.....	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 0 1: Nivel de severidad para losa dividida.....	23
Tabla N° 0 2: Niveles de severidad para escala.	25
Tabla N° 0 3: Niveles de severidad para punzonamiento.	35
Tabla N° 0 4: Nivel de severidad para descascaramiento en esquina.	39

Tabla N° 0 5: Niveles de severidad descascaramiento de juntas.	40
Tabla N° 0 6: Rango de calificación del PCI.	41
Tabla N° 0 7: Intervención en base al rango de PCI.	42
Tabla N° 0 8: Coordenadas del punto inicial y el punto final.	45
Tabla N° 0 9: Unidades de muestreo evaluados.	53
Tabla N° 0 10: Fallas más comunes en el pavimento.	54
Tabla N° 0 11: Calculo del porcentaje de densidades de fallas encontradas en UM-09. ...	55
Tabla N° 0 12: Valores deducidos para las fallas de la UM-09.	56
Tabla N° 0 13: Valor deducido corregido para la UM-09.	58
Tabla N° 0 14: Inspección de fallas en UM – 01.	59
Tabla N° 0 15: Inspección de fallas en UM – 03.	60
Tabla N° 0 16: Inspección de fallas en UM – 05.	61
Tabla N° 0 17: Inspección de fallas en UM – 07.	63
Tabla N° 0 18: Inspección de fallas en UM – 09.	64
Tabla N° 0 19: Inspección de fallas en UM – 11.	65
Tabla N° 0 20: Inspección de fallas en UM – 13.	66
Tabla N° 0 21: Inspección de fallas en UM – 15.	68
Tabla N° 0 22: Inspección de fallas en UM – 17.	69
Tabla N° 0 23: Inspección de fallas en UM – 19.	70
Tabla N° 0 24: Inspección de fallas en UM – 21.	72
Tabla N° 0 25: Inspección de fallas en UM – 23.	73
Tabla N° 0 26: Inspección de fallas en UM – 25.	74
Tabla N° 0 27: Inspección de fallas en UM – 27.	75
Tabla N° 0 28: Inspección de fallas en UM – 29.	76
Tabla N° 0 29: Inspección de fallas en UM – 31.	77
Tabla N° 0 30: Inspección de fallas en UM – 33.	78
Tabla N° 0 31: Cantidad total de fallas encontradas en todas las UM.	80
Tabla N° 0 32: Resumen de condición del pavimento por UM.	81
Tabla N° 0 33: Calculo del PCI del pavimento estudiado.	82
Tabla N° 0 34: Resumen de intervención a cada UM.	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 0 1: Propagación de la presión del neumático al pavimento.	8
Figura N° 0 2: Pavimento flexible.	9
Figura N° 0 3: Pavimento Rígido.	9
Figura N° 0 4: Pavimento de concreto simple sin pasadores.	11
Figura N° 0 5: Pavimento de concreto simple con pasadores.	11
Figura N° 0 6: Pavimento de concreto reforzado.	12
Figura N° 0 7: Pavimento con refuerzo continuo.	13
Figura N° 0 8: Condición de vida del pavimento sin mantenimiento.	16
Figura N° 0 9: Condición de vida del pavimento con y sin mantenimiento.	16
Figura N° 0 10: Escala de condición del pavimento	19
Figura N° 0 11: Buckling de baja severidad.	21
Figura N° 0 12: De izquierda a derecha, fisura de esquina de baja, media y alta severidad.	22
Figura N° 0 13: De izquierda a derecha, falla por losa dividida de baja, media y alta severidad.	23
Figura N° 0 14: De izquierda a derecha, falla de grieta de durabilidad de baja, media y alta severidad.	25
Figura N° 0 15: De izquierda a derecha, falla por escalonamiento de baja, media y alta severidad.	25
Figura N° 0 16: De izquierda a derecha, deterioro de junta de baja, media y alta severidad.	27
Figura N° 0 17: De izquierda a derecha, falla por desnivel carril-berma de baja, media y alta severidad.	28
Figura N° 0 18: De izquierda a derecha, grietas lineales de baja, media y alta severidad.	29
Figura N° 0 19: De izquierda a derecha, parcheo grande de baja, media y alta severidad.	30
Figura N° 0 20: De izquierda a derecha, parcheo pequeño de baja, media y alta severidad.	31
Figura N° 0 21: Pulimento de agregados.	32
Figura N° 0 22: Popouts.	33
Figura N° 0 23: Manifestaciones de falla por bombeo.	34

Figura N° 0 24: De izquierda a derecha, falla por punzonamiento, de baja, media y alta severidad respectivamente.....	35
Figura N° 0 25: Cruce de vía férrea.	36
Figura N° 0 26: De izquierda a derecha, mapa de grietas de baja, media y alta severidad.	37
Figura N° 0 27: Fisuras de contracción.....	38
Figura N° 0 28: De izquierda a derecha, descascaramiento de esquina de baja, media y alta severidad.....	39
Figura N° 0 29: De izquierda a derecha, descascaramiento de junta de baja, media y alta severidad.....	41
Figura N° 0 30: Delimitación del pavimento de estudio.....	44
Figura N° 0 31: Anotación de fallas en UM-09.	54
Figura N° 0 32: Modelo de hallar el valor deducido en el gráfico de grietas de esquina. ...	56
Figura N° 0 33: Densidad de cada tipo de falla en UM – 01.	60
Figura N° 0 34: Densidad de cada tipo de falla en UM – 03.	61
Figura N° 0 35: Densidad de cada tipo de falla en UM – 05.	62
Figura N° 0 36: Densidad de cada tipo de falla en UM – 07.	63
Figura N° 0 37: Densidad de cada tipo de falla en UM – 09.	65
Figura N° 0 38: Densidad de cada tipo de falla en UM – 11.	66
Figura N° 0 39: Densidad de cada tipo de falla en UM – 13.	67
Figura N° 0 40: Densidad de cada tipo de falla en UM – 15.	69
Figura N° 0 41: Densidad de cada tipo de falla en UM – 17.	70
Figura N° 0 42: Densidad de cada tipo de falla en UM – 19.	71
Figura N° 0 43: Densidad de cada tipo de falla en UM – 21.	72
Figura N° 0 44: Densidad de cada tipo de falla en UM – 23.	73
Figura N° 0 45: Densidad de cada tipo de falla en UM – 25.	75
Figura N° 0 46: Densidad de cada tipo de falla en UM – 27.	76
Figura N° 0 47: Densidad de cada tipo de falla en UM – 29.	77
Figura N° 0 48: Densidad de cada tipo de falla en UM – 31.	78
Figura N° 0 49: Densidad de cada tipo de falla en UM – 33.	79
Figura N° 0 50: Porcentaje de fallas encontradas en el Jr. Angamos.	80
Figura N° 0 51: Condición del pavimento en el Jr. Angamos.	83
Figura N° 0 52: Porcentaje de intervención al pavimento del Jr. Angamos.	84
Figura N° 0 53: Fotos de unidad de muestreo 01.....	117

Figura N° 0 54: Fotos de unidad de muestreo 03.....	117
Figura N° 0 55: Fotos de unidad de muestreo 05.....	118
Figura N° 0 56: Fotos de unidad de muestreo 07.....	118
Figura N° 0 57: Fotos de unidad de muestreo 09.....	119
Figura N° 0 58: Fotos de unidad de muestreo 11.....	119
Figura N° 0 59: Fotos de unidad de muestreo 13.....	120
Figura N° 0 60: Fotos de unidad de muestreo 15.....	120
Figura N° 0 61: Fotos de unidad de muestreo 17.....	121
Figura N° 0 62: Fotos de unidad de muestreo 19.....	121
Figura N° 0 63: Fotos de unidad de muestreo 21.....	122
Figura N° 0 64: Fotos de unidad de muestreo 23.....	122
Figura N° 0 65: Fotos de unidad de muestreo 25.....	123
Figura N° 0 66: Fotos de unidad de muestreo 27.....	123
Figura N° 0 67: Fotos de unidad de muestreo 29.....	124
Figura N° 0 68: Fotos de unidad de muestreo 31.....	124
Figura N° 0 69: Fotos de unidad de muestreo 33.....	125
Figura N° 0 70: Levantamiento topográfico.	125
Figura N° 0 71: Equipo de topografía.	126
Figura N° 0 72: Materiales de medición, para inspección de fallas.....	126
Figura N° 0 73: Toma de datos inspeccionado por el asesor de tesis.	127

RESUMEN

Un pavimento rígido, tiene un periodo de vida útil que con el paso del tiempo se va deteriorando y disminuyendo sus condiciones de servicios óptimos, por lo tanto, necesita de intervenciones de mantenimientos y reparaciones, conociendo el estado actual del pavimento. La presente tesis se realizó con la finalidad de determinar el estado actual del pavimento rígido en el Jr. Angamos, comprendido desde la intersección con el Jr. Saramacdougall hasta el Jr. Miguel Carducci, se tuvo como objetivo general la determinación de las condiciones actuales del pavimento y analizar en qué estado se encuentra, mediante la metodología descrita en la norma ASTM D6433 - 07, denominado Paviment Condition Index(PCI), el cual es un dato cuantificador que permitió clasificar el estado en el que se encuentra el pavimento del jr. Angamos de acuerdo a la severidad de las fallas que se inspeccionó visualmente en las 17 unidades de muestreo seleccionados, en lo que se concluyó con un resultado de 57.61% de PCI en promedio ponderado, que corresponde a un estado bueno según la clasificación de la norma utilizada para el análisis del índice de condición del pavimento, con sugerencias de intervenciones tanto de construcción, rehabilitación y mantenimiento.

Palabras claves

Pavimento, concreto rígido, fallas, unidad de muestreo, PCI.

ABSTRACT

A rigid pavement, has a period of useful life that with the passage of time is deteriorating and diminishing its optimal service conditions, therefore, needs interventions of maintenance and repairs, knowing the current state of the pavement. The present thesis was carried out with the purpose of determining the current state of the rigid pavement in Jr. Angamos, understood from the intersection with the Jr. Saramacdougall to the Jr. Miguel Carducci, the general objective was the determination of the current conditions of the pavement and analyze what state it is in, using the methodology described in the ASTM D6433-07 standard, called the Paviment Condition Index (PCI), which is a quantifier that allowed to classify the state of the jr pavement. We angamos according to the severity of the faults that were visually inspected in the 17 selected sampling units, in what was concluded with a result of 57.61% of PCI in weighted average, which corresponds to a good state according to the classification of the norm used for the analysis of the condition index of the pavement, with suggestions for interventions of construction, rehabilitation and maintenance.

Keywords

Pavement, rigid concrete, faults, sampling unit, PCI.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En Cajamarca actualmente el parque automotor ha aumentado considerablemente, y consecuentemente los pavimentos son sometidos a mayores solicitudes de transitabilidad, ya que el flujo de vehículos es mayor tanto de carga pesada como carga liviana. Debido a esto los pavimentos deben ser analizados para ver si reúnen y cumplen con las características mínimas tanto superficial como estructural, para una buena y cómoda circulación vehicular y así evitar el mal estar a la población permitiendo una mejora económica y un mejor desarrollo de la sociedad.

Otro punto importante es la verificación de los drenajes que estén en buen estado para un libre escurrimiento del agua de lluvia y evitar colmataciones de sedimentos en las capas de rodadura del pavimento, porque este es un factor que deteriora la capa superficial del pavimento mediante fricciones el neumático con la capa de rodadura.

Sobre los factores que generan las fallas en el pavimento son diversos, y no permiten que llegue a funcionar adecuadamente toda la vida útil proyectada de diseño, uno de los principales factores es el cuidado del pavimento por parte de los vecinos, estos rompen el pavimento sin autorización y también por falta de mantenimientos.

Para el desarrollo de la tesis se realizó mediante la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI), con esta metodología se calificó al pavimento en determinado rango de valores que oscila entre 0 a 100, se inició mediante la inspección visuales y se identificó los daños, se cuantificó para luego evaluar la condición en que se encuentra el pavimento.

El análisis de la metodología a aplicar es no experimental de tipo descriptiva, inspeccionando visualmente, analizando los daños y la severidad de los daños en el pavimento rígido del jirón Angamos desde la intersección con el jirón Saramacdougall hasta el jirón Miguel Carducci en el distrito de Cajamarca, provincia Cajamarca.

ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca cuenta con pavimento rígido, conteniendo diferentes tipos de fallas en la capa de rodadura, tratándose de grietas longitudinales, transversales y diagonales, pulimiento de agregados, grietas de esquina entre otras fallas, generando daños a los vehículos que circulan diariamente por el jirón Angamos y un malestar a los transeúntes; en tiempo de lluvias, el agua se empoza en las fallas del pavimento produciendo salpicaduras de agua sucia por la circulan los vehículos.

Los principales factores que influyen en los daños del pavimento son el cuidado por parte de los vecinos, las empresas de agua, desagüe y otras empresas que hacen cableados vía subterránea, éstos rompen las pistas sin permisos y demoran en el parchado del pavimento, permitiendo la infiltración de agua a la base, causando inestabilidad en la carpeta del pavimento.

Para tratar de controlar los problemas de fallas que hay en el pavimento sería formulando una gestión por parte de la entidad competente con la intervención de los vecinos y empresas, estableciendo plazos para permisos de roturas del pavimento supervisado por la entidad. Las autoridades deben encargarse de los mantenimientos y reparaciones de las principales fallas, así como el parchado del pavimento, cambio de losas falladas, sellado de juntas para evitar descarcamientos e infiltraciones de agua, sellado de grietas longitudinales, transversales, entre otras fallas.

Para poder tomar acciones frente a los problemas encontrados en el pavimento del jirón Angamos es necesario analizar el estado actual del pavimento mediante la metodología del índice de condición del pavimento, inspeccionando los tipos y severidad de las fallas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el estado actual del pavimento rígido del jirón Angamos desde la intersección con el jirón Saramacdougall hasta el jirón Miguel Carducci en Cajamarca 2018?

1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

El Estado actual del pavimento rígido en el jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca – 2018 es regular, analizado mediante la metodología de PCI.

1.4. VARIABLES

- Variable independiente de tipo cualitativo: Fallas en el pavimento que se identifican con el PCI.
- Variable dependiente: El estado actual en el que se encuentra el pavimento rígido del jirón Angamos.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se justifica esta investigación por ser de prioridad un pavimento para satisfacer las necesidades de la población, en lo que se investigó las principales fallas que presenta el pavimento del jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca, haciendo uso del método PCI (Pavement Condition Index), y este método nos ayudó a decidir si el pavimento necesita mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, siendo datos importantes para la toma de acciones de las autoridades competentes.

1.6. ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en el jirón Angamos en la ciudad de Cajamarca, tomando como punto inicial desde la intersección con el jirón Saramacdougall y como punto final llegando al jirón Miguel Carducci. Este jirón siendo una vía principal de salida a las provincias de Hualgayoc, Chota, San Pablo, San Miguel y a otras ciudades.

1.7. LIMITACIONES

- Una limitación grande para realizar la investigación es la dificultad de toma de datos por la alta circulación vehicular y la falta de respeto de los conductores para exigir el paso cuando se tomó los datos en el pavimento.

1.8. OBJETIVOS

Objetivo general.

- ✓ Evaluar el estado actual del pavimento rígido en el jirón Angamos desde la intersección con el jirón Saramacdougall hasta el jirón Miguel Carducci en Cajamarca 2018.

Objetivos Específicos.

- Analizar y determinar las principales fallas que existen en la capa de rodadura y verificar la topografía del pavimento rígido en el jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca.
- Determinar el índice de condición del pavimento rígido en el jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca desde el jirón Saramacdougall hasta el jirón Miguel Carducci.
- Del resultado del índice de condición del pavimento, se determinará qué acciones se debe tomar tales como mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción para el pavimento del jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca.

1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Título	EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN ANGAMOS DESDE LA INTERSECCIÓN CON EL JIRÓN SARAMACDOUGALL HASTA EL JIRÓN MIGUEL CARDUCCI - CAJAMARCA 2018.				
Hipótesis	Definición conceptual	Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente
El Estado actual del pavimento rígido en el jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca – 2018 es regular, analizado mediante la metodología de PCI.	Se llama al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.	Variable independiente de tipo cualitativo: Fallas en el pavimento que se identifican con el PCI.	Tipo de fallas en el pavimento: - Grietas, pulimiento de agregados, descascaramiento de esquinas y juntas, entre otras fallas.	Tipos de fallas	Norma ASTM D-6433 - 07, PCI
		Variable dependiente: El estado actual en el que se encuentra el pavimento rígido del jirón Angamos.		Ubicación de la falla	
		Forma de falla			
		Leve (L)		Manual del índice de condición de pavimento, datos de campo según formato.	
		Medio (M)			
		Severo (H)			

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.10. MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN ANGAMOS DESDE LA INTERSECCIÓN CON EL JIRÓN SARAMACDOUGALL HASTA EL JIRÓN MIGUEL CARDUCCI - CAJAMARCA 2018.								
Título	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente	Metodología	Población y muestra
¿Cuál es el estado actual del pavimento rígido del Jirón Angamos desde la intersección con el jirón Saramac dougall hasta el jirón Miguel Carducci en cajamarca-2018?	<p>Objetivo general. -Evaluar el estado actual del pavimento rígido en el jirón Angamos desde la intersección con el jirón Saramacdougall hasta el jirón Miguel Carducci en Cajamarca 2018.</p> <p>Objetivos específicos. - Analizar y determinar las principales fallas que existen en la capa de rodadura y verificar la topografía del pavimento rígido en el jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca. - Determinar el índice de condición del pavimento rígido en el jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca desde el jirón Saramacdougall hasta el jirón Miguel Carducci. - Del resultado del índice de condición del pavimento, se determinará qué acciones se debe tomar tales como mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción para el pavimento del jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca.</p>	El Estado actual del pavimento rígido en el jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca – 2018 es regular, analizado mediante la metodología de PCI.	<p>Variable independiente de tipo cualitativo : Fallas en el pavimento que se identifican con el PCI.</p>	Tipo de fallas en el pavimento: -Grietas, pulimiento de agregados, descascaramiento de esquinas y juntas, entre otras fallas.	tipos de fallas ubicación de la falla	Norma ASTM D-6433 - 07, PCI	En general el estudio realizado es del tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal del año 2018. Descriptivo: Porque describe la realidad, sin alteración. Análítica: porque estudia los detalles de cada falla y establece sus posibles causas. No Experimental: No es necesario uso de laboratorio de experimentos. Corte Transversal: Se da en un momento establecido la evaluación será de tipo visual y directa.	La población considerada para la presente investigación es el pavimento del jirón Angamos desde la intersección con el jirón Saramac dougal hasta el jirón miguel Carducci en la ciudad de Cajamarca.
	Leve (L)		Medio (M)	Severo (H)				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. Antecedentes internacionales

Godoy y Ramírez (2006), en su trabajo buscaron realizar la evaluación de los diversos pavimentos construidos en las calles y avenidas de la comuna asuncena con el fin de determinar el estado patológico de los pavimentos rígidos de Asunción.

Luego de hacer su análisis de estudio concluyen que algunos pavimentos 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 los inconvenientes por cobertura incompleta y deficiente de servicios sanitarios. Se contemplan entre esos daños los causados directamente por la rotura del pavimento para instalación o reparación de cañerías, así como los causados indirectamente por 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).

Cote y Villalba (2017) hicieron su proyecto que tuvo como objetivo establecer el estado actual del pavimento de la avenida el Malecón (carrera 1ra) del barrio Bocagrande, mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), con el fin de proponer la mejor alternativa de solución técnico-económica a la falla que le produce mayor grado de afectación. Se consideró necesario realizar el estudio de daños debido a la importancia e inconvenientes que presenta la vía, basado en la norma ASTM D-6433 07, se identificó la clase, severidad y cantidad de fallas en las unidades de muestra seleccionadas, se llevó a cabo una inspección visual detallada y registro fotográfico, también. En general, el 65% de las unidades estudiadas posee un estado “Regular”, un 25% “Malo” y el 10% restante “Bueno”, por lo que la avenida El Malecón obtuvo un PCI promedio de 44.4%, equivalente a un estado “Regular”.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Camposano y García (2012), mencionan que el diseño y la ejecución de un pavimento no es suficiente para garantizar la calidad de vida de éste, siendo muchas veces olvidado por los gobiernos locales y regionales, el mantenimiento y rehabilitación de un pavimento debe ser rutinario para la prolongación de su vida útil, para ello es necesario realizar un diagnóstico vial constante, en la inspección visual y diagnóstico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (Índice de condición del Pavimento), concluyen que el estado actual del pavimento en la entrada a la ciudad de Chupaca, Av. Argentina, Av.24 de junio,

se encontró en un estado REGULAR debido a un valor de PCI de 51, según los rangos de clasificación.

Sánchez (2017), dice que un pavimento, a lo largo de su vida útil, va deteriorándose y disminuyendo sus condiciones iniciales de servicio, por lo que necesitará, en algún momento, mantenimiento y reparación, los cuales no pueden realizarse sin conocer el estado real del pavimento. Al determinar el estado del pavimento de concreto de la Av. Ramón Castilla, mediante el cálculo de su índice de condición, obtuvo que el 28% del pavimento seleccionado se encuentra en excelente condición, el 24% en condición muy buena, el 17% en condición buena y el 6% en condición regular, el 14% del pavimento se encuentra en mal estado y el 11% en muy mal estado, lo que se traduce en condiciones inapropiadas para un adecuado tránsito vehicular.

2.1.3. Antecedentes locales

Chuquihuanca (2014), realizó la evaluación de un pavimento de concreto rígido que consiste en determinar los daños existentes, así como las causas de origen. Asimismo, tuvo por objeto los resultados que se desprendan de su aplicación se tomen en cuenta al formular las especificaciones de diseño y construcción de nuevos pavimentos. Los tipos de fallas que identificó en la evaluación del pavimento de concreto rígido en la avenida Pakamuros tal y como lo señala el manual de daños para la evaluación del PCI para concretos rígidos son; grieta de esquina (22); desnivel carrillberma (27); grietas lineales (28); pulimiento de agregados (31); popouts (32); Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado (36); grieta de retracción (37) y descascaramiento de junta (39).

León (2017), mencionó que los problemas más serios que tenemos en nuestra ciudad es el pésimo estado en que se encuentran los pavimentos urbanos. Cualquiera que sea el tipo de pavimento; ya sea flexible, rígido o mixto, es frecuente encontrar en ellos fisuras, depresiones y baches que dificultan el tránsito normal de los vehículos que circulan en nuestras calles. El tramo que estudió es una de las vías más deterioradas de la ciudad de Cajamarca Jr. Chanchamayo año 2017, con los datos obtenidos aplicó la metodología PCI correspondiente a un índice de 13, es decir que el pavimento en estudio se encontró en estado muy malo según la tabla “Grado de la condición de pavimento”

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Definición de pavimento

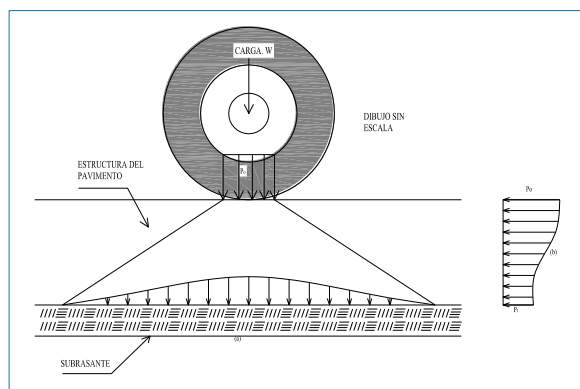
Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento, según **Montejo (2002)**.

Desde un punto de vista de importancia los pavimentos son de gran beneficio para la población permitiendo la fácil y rápida comunicación entre ciudades y zonas urbanas, evitando así los daños a los vehículos y disminuyen el mal estar a la población en su transitabilidad de vida diaria.

Los pavimentos tienen una función importante de soportar las cargas que son transmitidas de los vehículos hacia la carpeta del pavimento y esta actúa con una reacción permitiendo así un equilibrio de esfuerzos, entonces para lograr este equilibrio es necesario hacer un diseño óptimo de las capas que contiene dicho pavimento, la funcionalidad del pavimento es soportar cargas, siendo cualquier tipo de pavimento, así como pavimento rígido, pavimento flexible, pavimento interregado, etc.

En la figura N° 01, se observa la forma de transmisión de cargas del vehículo hacia el pavimento, es una figura representativa de un comportamiento general, porque en cada tipo de pavimento la forma de distribución y disipación de cargas es diferente.

Figura N° 0 1: Propagación de la presión del neumático al pavimento.



Fuente: Recuperado de AI MSI-1: Thickness Design--Full Depth Asphalt Pavement Structures for Highways and Streets. Pg. 01.

A. Tipos de pavimentos

A.1. Pavimento asfáltico

Estos pavimentos cuentan con una capa de rodamiento constituida por mezcla asfáltica, por lo que también se les conocen como pavimentos asfálticos. Resultan más económicos en su construcción inicial, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil.

Figura N° 0 2: Pavimento flexible.



Fuente: <https://advokatmalyshv.ru/pavimento-asfaltico/>.

A.2. Pavimento rígido

En los pavimentos rígidos, la superficie de rodamiento es proporcionada por losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presentan un armado de acero. Por su mayor rigidez distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las losas adyacentes que trabajan en conjunto con la que recibe directamente la carga.

Figura N° 0 3: Pavimento Rígido.



Fuente: <http://pavimentosingunimeta.blogspot.com/p/pavimento-rigido-esta-sostenido-sobre.html>.

A excepción de los bordes de las losas y las juntas, sin pasajuntas, las deflexiones y deformaciones elásticas son casi nulas. Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Generalmente, el mantenimiento que requiere es mínimo y comúnmente solo se efectúa en las juntas de las losas.

2.2.2. Pavimento de concreto hidráulico

Los pavimentos de concreto hidráulico son de losas de concreto hecho a base de agua, agregados y cemento, algunos casos también acero; estas losas se apoyan directamente en la subrasante, que en general es la conformado por la base del pavimento, y es un pavimento de mayor periodo de vida útil para circulación de vehículos, personas y animales. Generalmente este tipo de pavimentos de concreto son hechos en las zonas urbanas, debido al alto costo de ejecución, y generalmente se usan para calles, y avenidas en ciudades.

Según **Montejo (2002)**, Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. 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.

A. Clasificación de los pavimentos de concreto

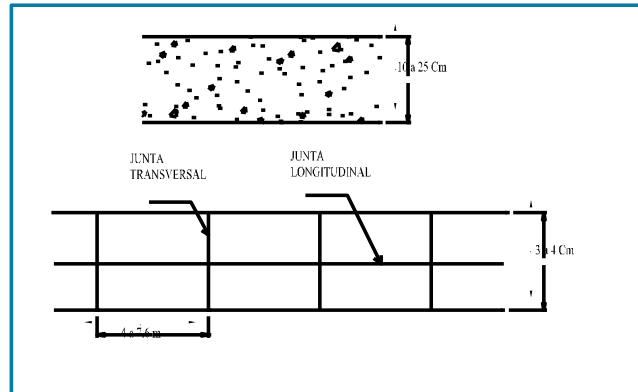
A.1. Pavimento de concreto simple sin refuerzo

Son pavimentos que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas, ésta se logra a través de la trabazón (interlock) de los agregados entre las caras agrietadas debajo de las juntas aserradas o formadas. Para que esta transferencia sea efectiva, es necesario que se use un espaciamiento corto entre juntas.

Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 m de largo y 3.5 m de ancho. Los espesores varían de acuerdo al uso previsto. Por ejemplo, para calles de urbanizaciones residenciales, éstos varían entre 10 y 15 cm, en las

denominadas colectoras entre 15 y 17 cm. En carreteras se obtienen espesores de 16 cm. En aeropistas y autopistas 20 cm o más. (AASHTO 93)

Figura N° 0 4: Pavimento de concreto simple sin pasadores.



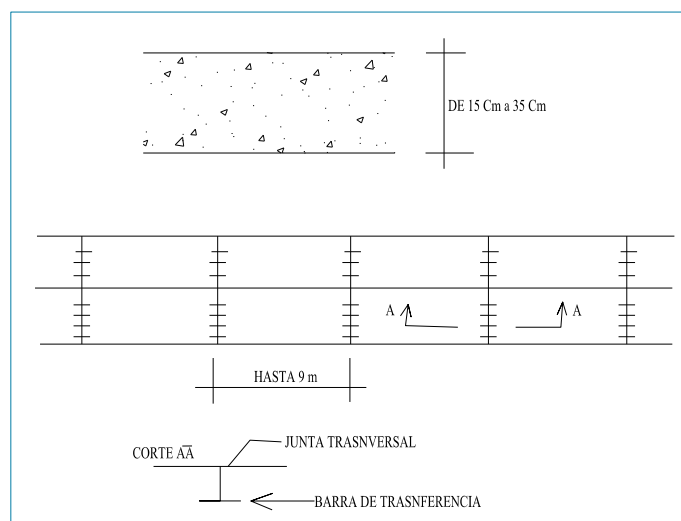
Fuente: Método AASHTO 93, pag.06.

A.2. Pavimento de concreto reforzado con refuerzo

Los pasadores (dowels) son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas. De esta manera, se evitan los desplazamientos verticales diferenciales, (AASHTO 93).

Según la Asociación de Cemento Portland (PCA, por sus siglas en inglés), este tipo de pavimento es recomendable para tráfico diario que exceda los 500 ESALs (ejes simples equivalentes), con espesores de 15 cm o más.

Figura N° 0 5: Pavimento de concreto simple con pasadores.



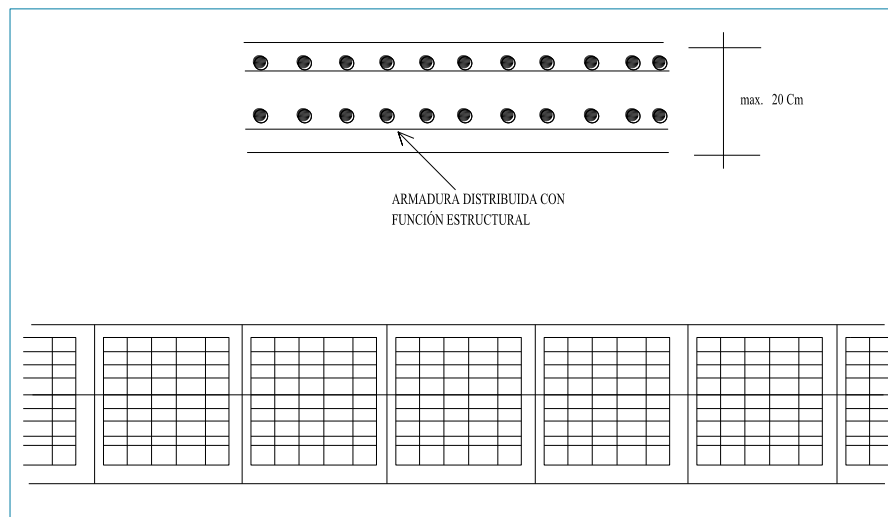
Fuente: Recuperado de Método AASHTO 93, pag.06.

A.3. Pavimento de concreto reforzado con juntas

Los pavimentos reforzados con juntas contienen además del refuerzo, pasadores para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barras de acero o acero electrosoldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir una buena transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte como una unidad estructural. (AASHTO 93).

Esto quiere decir que el pavimento aparte de tener agregados, cemento, también tendrá acero, que será un refuerzo para distribuir la carga mejor y tenga mayor resistencia frente a las cargas transmitidas por los vehículos.

Figura N° 0 6: Pavimento de concreto reforzado.

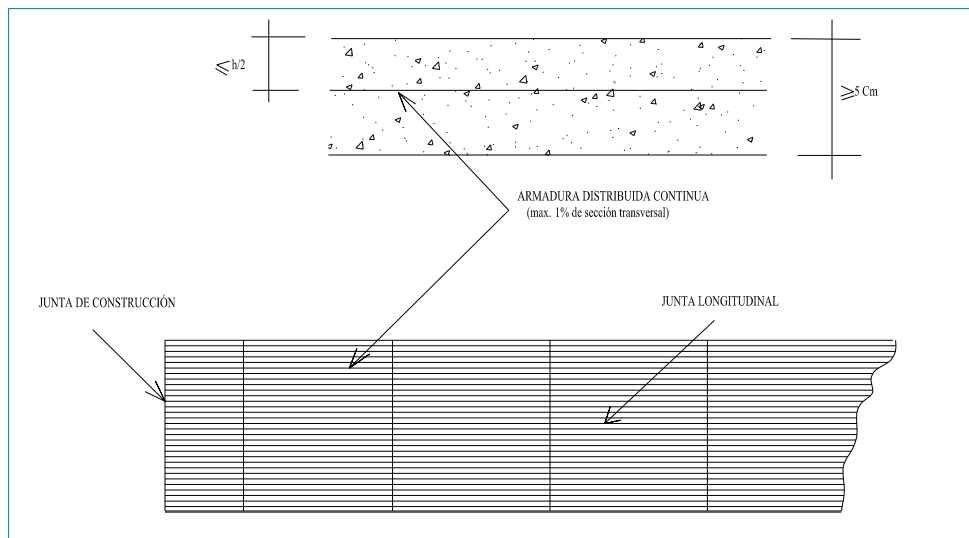


Fuente: Recuperado de Método AASHTO 93, pag.07.

A.4. Pavimento de concreto con refuerzo continuo

A diferencia de los pavimentos de concreto reforzado con juntas, éstos se construyen sin juntas de contracción, debido a que el refuerzo asume todas las deformaciones, específicamente las de temperatura. El refuerzo principal es el acero longitudinal, el cual se coloca a lo largo de toda la longitud del pavimento. El refuerzo transversal puede no ser requerido para este tipo de pavimentos. (AASHTO, 93).

Figura N° 0 7: Pavimento con refuerzo continuo.



Fuente: Recuperado de Método AASHTO 93, pag.07.

B. Funciones de las capas de un pavimento rígido

➤ **La sub base**

La capa sub-base está constituida por un material de capacidad de soporte superior a la del suelo compactado y se utiliza para permitir la reducción del espesor de la capa base. (UMSS, 2004).

La función más importante es impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. Se entiende por bombeo a la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas de las losas. El agua que penetra a través de las juntas licúa el suelo fino de la subrasante facilitando así su evacuación a la superficie bajo la presión ejercida por las cargas circulantes a través de las losas.

- ✓ Servir como capa de transición y suministrar un apoyo uniforme, estable y permanente del pavimento.
- ✓ Facilitar los trabajos de pavimentación.
- ✓ Mejorar el drenaje y reducir por tanto al mínimo la acumulación de agua bajo el pavimento.
- ✓ Ayudar a controlar los cambios volumétricos de la subrasante y disminuir al mínimo la acción superficial de tales cambios volumétricos sobre el pavimento.

- ✓ Mejorar en parte la capacidad de soporte del suelo de la subrasante.

➤ **Losa de concreto**

Las funciones de la losa en el pavimento rígido son las mismas de la carpeta en el flexible, más la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen. (Montejo, 2002).

C. Ciclo de Vida de los Pavimentos sin intervenciones

Los pavimentos son inversiones importantes, divididas en una gran inversión inicial en la construcción de este y una inversión rutinaria debido al mantenimiento y reparación a lo largo de su vida útil con el objetivo de conservar los estándares de calidad y prolongar su vida útil.

Durante muchos años en el Perú, los organismos públicos y privados, han enfocado sus recursos únicamente en la construcción de nuevos caminos, dejando de lado, la importancia que tiene la conservación de los mismos, en muchos casos debido a la no asignación de recursos y a conceptos erróneos como el que se suponga que durante el periodo de diseño de un pavimento no es necesario conservarlos, sino que deben ser reconstruidos después del tiempo fijado. (Robles, 2015).

Rafael, 2003. Menciona 4 etapas de ciclo del pavimento

➤ **Fase A: Construcción.**

El camino se encuentra, en este momento, en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios.

➤ **Fase B: Deterioro lento.**

Durante un cierto número de años, el camino va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque también en menor grado, en el resto de su estructura. Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por él, además también por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y otros factores. Por otro lado, la velocidad del desgaste depende también de la calidad de la construcción inicial.

Para disminuir el proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en la superficie de

rodadura y en las obras de drenaje, además de efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento. Si no se efectúan, la vida útil del camino se reduce sustancialmente.

➤ **Fase C: Deterioro acelerado.**

Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos del camino están cada vez más “agotados”; el camino entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular (ver gráfico). Al inicio de esta fase, la estructura básica del camino aún sigue intacta y la percepción de los usuarios es que el camino se mantiene bastante sólido; sin embargo, no es así. Avanzando más en la fase C, se pueden observar cada vez más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, lo cual, lamentablemente, no es visible. En otras palabras, cuando la superficie de rodadura presenta fallas graves que pueden verse a simple vista, es posible asegurar que la estructura básica del camino está siendo seriamente dañada.

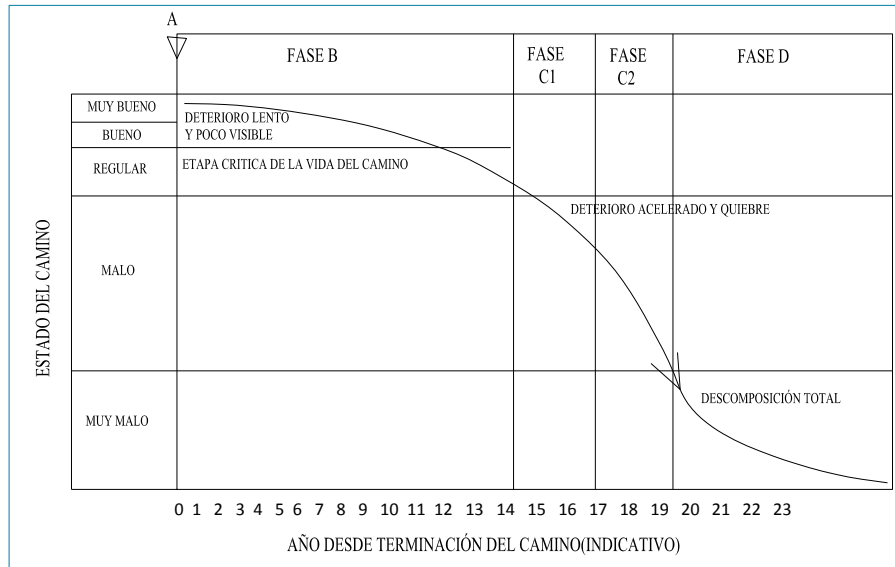
Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte del camino. Esta fase es relativamente corta, ya que una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada.

➤ **Fase D: Deterioro total.**

La descomposición total del camino constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este período el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida a sólo una fracción de la original. Los vehículos comienzan a experimentar daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis.

En general, los costos de operación de los vehículos suben de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta. Los automóviles ya no pueden circular y sólo transitan algunos camiones y vehículos especiales.

Figura N° 0 8: Condición de vida del pavimento sin mantenimiento.

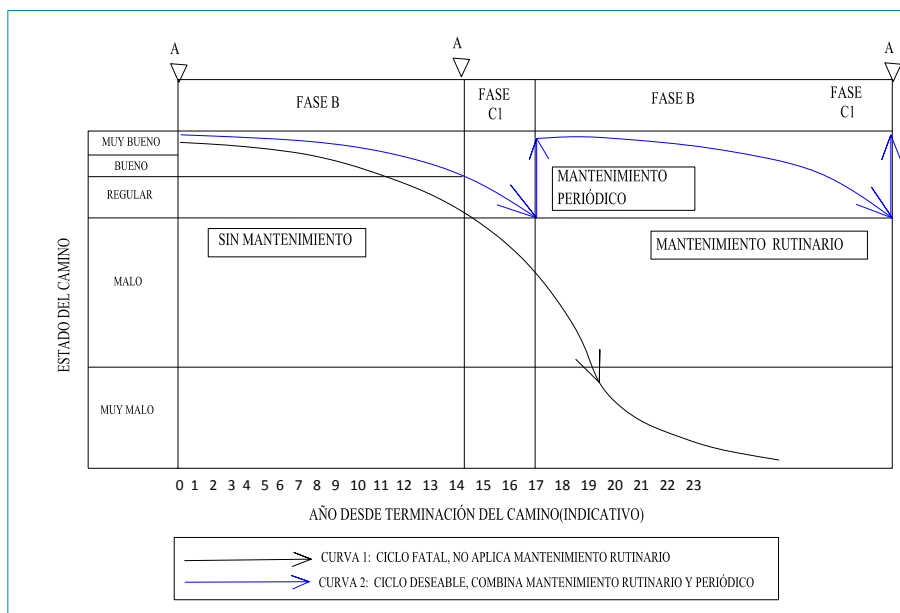


Fuente: Recuperado de Rafael. 2003

D. Ciclo de Vida de los Pavimentos deseable

El proceso de ciclo de vida sin mantenimiento se le puede denominar “fatal”, porque conduce al deterioro total del camino, pero con la aplicación de un sistema de mantenimiento adecuado se puede llegar a mantener el camino dentro de un rango de deterioro aceptable, tal como se aprecia en el siguiente gráfico.

Figura N° 0 9: Condición de vida del pavimento con y sin mantenimiento.



Fuente: Recuperado de Rafael. 2003

2.2.3. Evaluación del pavimento

Morales (2005). Dice 3 tipos de evaluaciones.

A. Evaluación funcional

Se entiende por evaluación funcional la inspección superficial realizada en una vialidad con el objeto de determinar los deterioros que afectan al usuario, pero que no comprometen la capacidad estructural del pavimento. Existen diferentes indicadores para establecer el estado superficial de un pavimento. Cada indicador generalmente es expresado a través de fórmulas, en las que se recoge una serie de parámetros del pavimento. Para cada indicador existen tablas en las cuales se dan valores que indican en que condición se encuentra el pavimento, generalmente cada país en su norma de pavimentos establece estos límites.

B. Evaluación estructural

La evaluación estructural se refiere a una apreciación de los tramos cuyo estado de deterioro ha decaído hasta un nivel en el cuál el pavimento ha reducido su capacidad de resistir cargas; y cualquier programa de mantenimiento tradicional ya no es factible. Por lo tanto, dichos tramos deben ser rehabilitados para que vuelvan a ser transitables. El principal objetivo de la evaluación estructural es determinar la capacidad estructural efectiva del pavimento existente, ya que de ella va depender que el refuerzo sea correctamente diseñado. Hay tres maneras de determinar la capacidad estructural del pavimento existente:

- ✓ Capacidad estructural basada en la observación visual y ensayo de materiales.
- ✓ Capacidad estructural basada en ensayos no destructivos (NDT, por sus siglas en ingles).
- ✓ Capacidad estructural basada en la vida remanente.

C. Evaluación visual

La evaluación visual de un pavimento puede ser definida como la observación periódica del mismo, con el fin de determinar la naturaleza y extensión de los deterioros en el pavimento existente. Para el caso en que se va a proyectar una sobrecapa de refuerzo, tales datos son extremadamente importantes debido al impacto directo que tienen sobre el comportamiento del refuerzo, ya que, si estos deterioros no son reparados, pueden desencadenar fallas como por ejemplo reflexión de fisuras. Este tipo de evaluación es también importante porque permite determinar el tratamiento más adecuado que requiere la superficie del pavimento antes de colocar la sobrecapa de refuerzo. Se debe analizar también el drenaje y correlacionar

sus deficiencias con las fallas presentes. Asimismo, se recomienda el muestreo y ensayo de materiales. Esto permitirá conocer los espesores reales de cada capa y el estado de deterioro en que se encuentran. La metodología de la evaluación visual comprende los siguientes pasos:

- ✓ Identificar las fallas y las posibles causas de las mismas.
- ✓ Se ubican las fallas en una hoja de evaluación adoptada al efecto.
- ✓ Se determina el grado de severidad y la extensión de las fallas.
- ✓ Se cuantifica en gabinete la información recogida en el campo.
- ✓ Se emite un dictamen respecto del tramo evaluado.

2.2.4. Tipos de fallas en pavimentos

A. Fallas de superficie

Cuando se trata de fallas de superficie es referente a la capa de rodadura del pavimento rígido, generalmente se dan estas fallas debido a falta de mantenimientos, por mal diseños y mal ejecución de obra; las principales fallas que se encuentran en un pavimento es las grietas longitudinales diagonales y transversales y las grietas de retracción, también desgastes de la superficie (Pulimiento de superficie), debido al alto índice de flujo vehicular que circula por dicho pavimento.

B. Fallas estructurales

Generalmente cuando empieza a deteriorarse la superficie del pavimento, genera fallas a la estructura del pavimento, así como pequeñas fisuras permiten que el agua de lluvias se infiltre, generando estos daños a la estructura, otras veces salen los sellos de las juntas en donde el agua entra fácilmente a la base del pavimento provocando cambio de volúmenes y permitiendo asentamientos en las losas del pavimento.

Para una posible solución de éste tipo de fallas estructurales se emplea el acero para uniformizar las cargas y evitar las flexiones severas en el pavimento, pero a su alto costo son pocos usados los pavimentos reforzados.

2.3. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Según la NORMA ASTM D5340-98 METODO PCI SEPTIEMBRE 2004

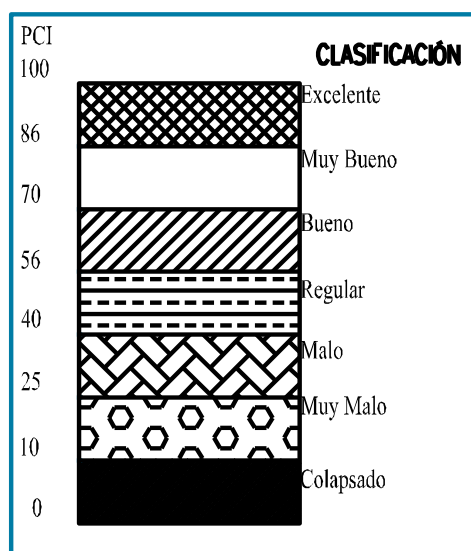
➤ Definición

El pavimento se divide en componentes que a su vez son divididos en secciones. Cada sección es dividida en unidades de muestra. El tipo y grado de severidad de las fallas en el pavimento son establecidos mediante la inspección visual de las unidades de muestra. La cantidad de las fallas se mide según las tablas de muestreo tomadas en campo.

La información sobre las fallas es utilizada para calcular el PCI de cada unidad de muestra. El PCI de la sección de pavimento se determina en base a los valores del PCI determinados para cada una de las unidades de muestra.

Lo que quiere decirnos la norma es que para hacer una evaluación del pavimento es necesario hacer un conteo de la cantidad de losas que se encuentran en la calzada del pavimento a analizar, y de acuerdo a esto sacar una cantidad de unidades de muestreo, que puede ser por intervalos de 1, de 2, de 3, etc. de acuerdo a la cantidad de paños. Si son un poco cantidad el resultado será analizar todos los paños.

Figura N° 0 10: Escala de condición del pavimento



Fuente: Recuperado de Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI. Setiembre 2004.

➤ **Significado Y uso**

El PCI es un indicador numérico que le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento. El PCI proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operacionales (rugosidad localizada y seguridad). El PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento, y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general.

Proporciona una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento. Un monitoreo continuo del PCI es utilizado para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifican con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación mayores. El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento.

2.3.1. Tipos de fallas en pavimentos rígidos

Según el: Manual de daños en vías con superficie en concreto de cemento portland (Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Segunda edición. 2005, Pag. 405 – 440)

a. Blowup - Buckling.

✓ **Descripción:**

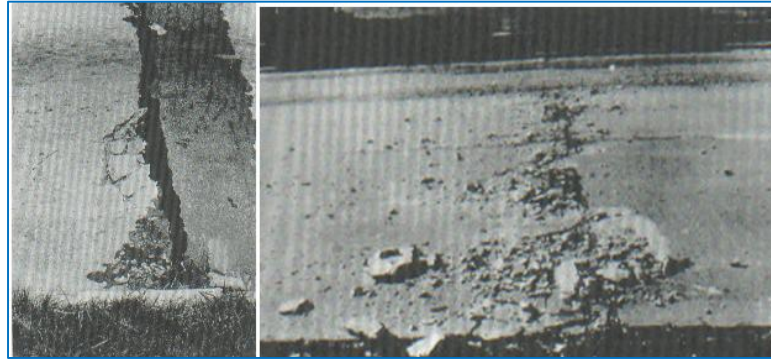
Los blowups o buckling ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión 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 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.

Figura N° 0 11: Buckling de baja severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

✓ **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.

b. Grieta de esquina.

✓ **Descripción:**

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

intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

✓ Niveles de Severidad

- ↪ **L:** La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.
- ↪ **M:** Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M).
- ↪ **H:** Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

Figura N° 0 12: De izquierda a derecha, fisura de esquina de baja, media y alta severidad.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ 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.
- ↪ **H:** Parcheo profundo.

c. Losa dividida.

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

✓ Niveles de severidad

En la Tabla 01 se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Tabla N° 0 1: Nivel de severidad para losa dividida.

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

Fuente: Traducción del libro de Shahin, M.Y. "Pavement Management for Airports Road sanad Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

Figura N° 0 13: De izquierda a derecha, falla por losa dividida de baja, media y alta severidad.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ Medida

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

✓ Opciones de reparación

- ↪ **L:** No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.
- ↪ **M:** Reemplazo de la losa.
- ↪ **H:** Reemplazo de la losa.

d. Grieta de durabilidad “D”.

✓ **Descripción:**

Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal.

Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

✓ **Niveles de severidad**

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

↪ **M:** Existe una de las siguientes condiciones:

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.

Figura N° 0 14: De izquierda a derecha, falla de grieta de durabilidad de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

e. Escala.

✓ **Descripción:**

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta.

Algunas causas comunes que 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 la Tabla 02.

Tabla N° 0 2: Niveles de severidad para escala.

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

Fuente: Traducción del libro de Shahin, M.Y. "Pavement Management for Airports Road sanad Parkink Lots". 2005.

Figura N° 0 15: De izquierda a derecha, falla por escalonamiento de baja, media y alta severidad.



Fuente: ASTM D6433-03.

✓ **Medida**

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas.

Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño, pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

✓ **Opciones de reparación**

↳ **L:** No se hace nada. Fresado.

↳ **M:** Fresado.

↳ **H:** Fresado.

f. Daño del sello de la junta.

✓ **Descripción:**

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

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.

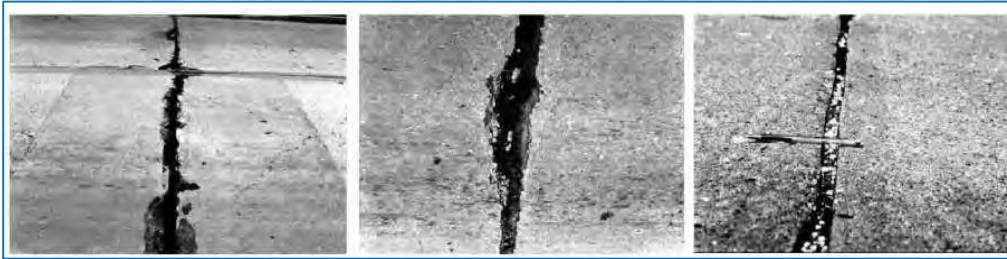
✓ **Niveles de Severidad**

↳ **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.

Figura N° 0 16: De izquierda a derecha, deterioro de junta de baja, media y alta severidad.



Fuente: ASTM D6433-03.

✓ **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:** Resellado de juntas.
- ↪ **H:** Resellado de juntas.

g. Desnivel carril / berma.

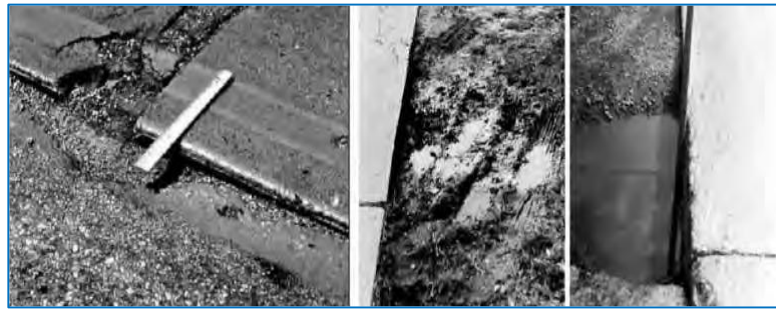
✓ **Descripción:**

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

✓ **Nivel de severidad**

- ↪ **L:** La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.
- ↪ **M:** La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.
- ↪ **H:** La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

Figura N° 0 17: De izquierda a derecha, falla por desnivel carril-berma de baja, media y alta severidad.



Fuente: ASTM D6433-03.

✓ **Medida**

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

✓ **Opciones de reparación**

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

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

✓ **Descripción:**

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en 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 con ancho mayor que 51.0 mm.
 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

- ❖ **Losas con refuerzo**
- ↪ **L:** Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- ↪ **M:** Existe una de las siguientes condiciones:
 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.

Figura N° 0 18: De izquierda a derecha, grietas lineales de baja, media y alta severidad.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ **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.

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

✓ **Descripción:**

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos, 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.

Figura N° 0 19: De izquierda a derecha, parcheo grande de baja, media y alta severidad.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ **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.

j. Parche pequeño (menor de 0.45 m²).

✓ **Descripción:**

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

✓ **Niveles de Severidad**

- ↪ **L:** El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- ↪ **M:** El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.
- ↪ **H:** El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

Figura N° 0 20: De izquierda a derecha, parcheo pequeño de baja, media y alta severidad.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ **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.

k. Pulimento de agregados.

✓ **Descripción:**

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas.

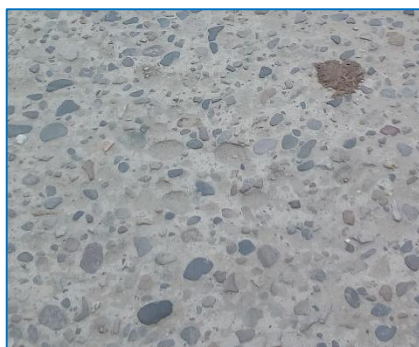
Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto.

Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

✓ **Niveles de Severidad**

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

Figura N° 0 21: Pulimento de agregados.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ **Medida**

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

✓ **Opciones de reparación**

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.

I. Popouts.

✓ **Descripción:**

Un popouts es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito.

Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

✓ **Niveles de severidad**

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

Figura N° 0 22: Popouts.



Fuente: ASTM D6433-07.

✓ **Medida**

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

Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

✓ **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.

m. Bombeo.

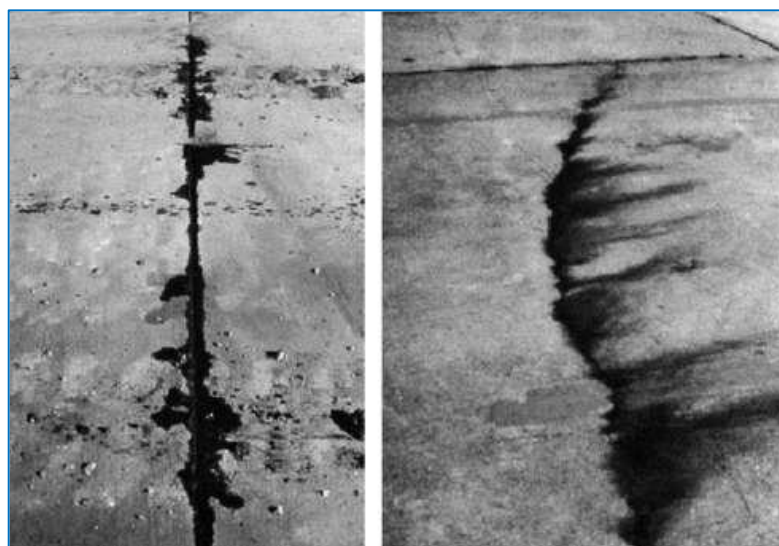
✓ **Descripción:**

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, debido a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo la losa delantera y luego hacia atrás, de 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.

Figura N° 0 23: Manifestaciones de falla por bombeo.



Fuente: ASTM D6433-07.

✓ **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.

n. Punzonamiento.

✓ **Descripción:**

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

✓ **Niveles de Severidad**

Tabla N° 0 3: Niveles de severidad para punzonamiento.

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

Fuente: Traducción del libro de Shahin, M.Y. "Pavement Management for Airports Road and Parking Lots". 2005.

Figura N° 0 24: De izquierda a derecha, falla por punzonamiento, de baja, media y alta severidad respectivamente.



Fuente: ASTM D6433-07.

✓ **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.

o. Cruce de vía férrea.

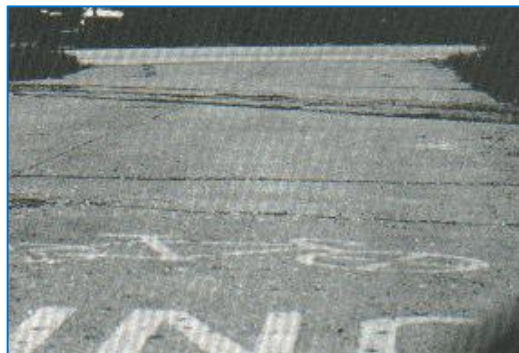
✓ **Descripción:**

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

✓ **Niveles de severidad**

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

Figura N° 0 25: Cruce de vía férrea.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

✓ **Medida**

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

✓ **Opciones de reparación**

- ↪ **L:** No se hace nada.
- ↪ **M:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
- ↪ **H:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

p. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.

✓ **Descripción:**

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

Figura N° 0 26: De izquierda a derecha, mapa de grietas de baja, media y alta severidad.



Fuente: ASTM D6433-07.

✓ **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.

q. Grietas de retracción.

✓ **Descripción:**

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

✓ **Niveles de Severidad**

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

Figura N° 0 27: Fisuras de contracción.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ **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.

r. Descascaramiento de esquina.

✓ **Descripción:**

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a

través de la esquina de losa. Un descascamiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

✓ **Niveles de severidad**

En la tabla 4 se listan los niveles de severidad para el descascamiento de esquina. El descascamiento de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Tabla N° 0 4: Nivel de severidad para descascamiento en esquina.

Profundidad del descascamiento	Dimensiones de los lados del descascamiento.	
	127.0x127.0mm a 305.0x305.0 mm	Mayor que 305.0x305.0mm
Menor de 25.00mm	L	L
>25.00mm a 51.00mm	L	M
Mayor de 51.00mm	M	H

Fuente: Traducción del libro de Shahin, M.Y. "Pavement Management for Airports Road sanad Parkink Lots". 2005.

Figura N° 0 28: De izquierda a derecha, descascamiento de esquina de baja, media y alta severidad.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ **Medida**

Si en una losa hay una o más grietas con descascamiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascamiento 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.

s. Descascaramiento de junta.

✓ **Descripción:**

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

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**

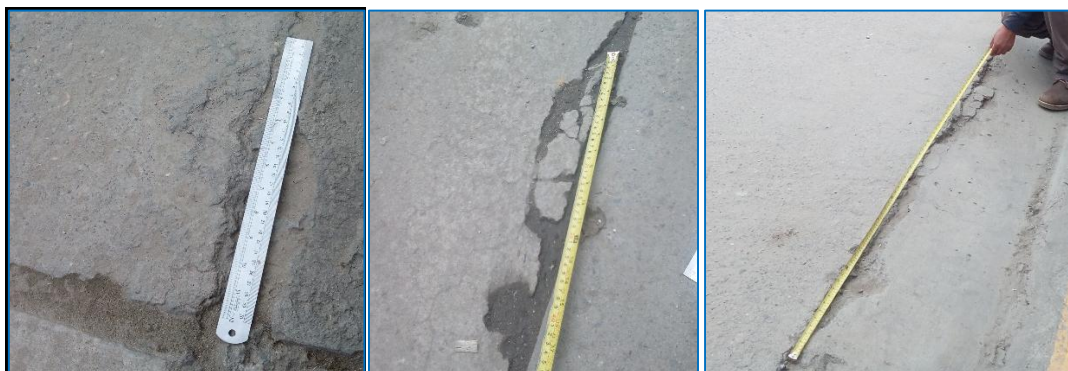
En la Tabla 5 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta.

Tabla N° 0 5: Niveles de severidad descascaramiento de juntas.

Fragmentos del descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6m	> 0.6m
Duros: No puede removerse facilmente (Pueden faltar algunos pocos fragmentos)	<102 mm	L	L
	>102 mm	L	L
Sueltos: Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría de todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.00mm.	<102 mm	L	M
	>102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	<102 mm	L	M
	>102 mm	M	H

Fuente: Traducción del libro de Shahin, M.Y. "Pavement Management for Aiports Road sanad Parkink Lots". 2005.

Figura N° 0 29: De izquierda a derecha, descascaramiento de junta de baja, media y alta severidad.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ **Medida:**

Si el descascaramiento ocurre a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una sola losa con descascaramiento de junta. Si el descascaramiento ocurre en más de un borde en la misma losa, entonces el borde con mayor nivel de severidad se contabiliza y se registra como si fuera una sola 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 como una losa con descascaramiento de junta.

2.4. MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL PCI

El método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) es un índice numérico que clasifica la superficie condiciones del pavimento, varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En tabla 6 se presentan los rangos de PCI con su clasificación cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla N° 0 6: Rango de calificación del PCI.

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 71	Muy bueno
70 - 56	Bueno
55 - 41	Regular
40 - 26	Malo
25 - 11.	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: (ASTM D6433-07, 2007).

El PCI proporciona una medida de la condición actual del pavimento en base a lo observado en la superficie del pavimento, así mismo indica las condiciones de funcionamiento y la integridad de la superficie estructural. El PCI no puede medir la capacidad estructural, ni proporciona la medición directa de la resistencia de rodadura o rugosidad. Proporciona una objetiva y racional base para determinar las necesidades de mantenimiento y reparación y cuáles son las prioridades (Robles, 2015).

La monitorización continua de la PCI se utiliza para establecer la tasa de deterioro del pavimento, que permite la temprana identificación de las principales necesidades de rehabilitación.

En base al valor de PCI obtenido de la evaluación de campo se podría determinar cuál es el nivel de intervención como se muestra en la tabla 7.

Tabla N° 0 7: Intervención en base al rango de PCI.

Rango	Clasificación	Intervención
100 - 71	Bueno	Mantenimiento
31 - 70	Regular	Rehabilitación
0 - 30	Malo	Construcción

Fuente: (ASTM D6433-07, 2007).

2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- ✓ **Calzada:** Es la parte de la calle o de la carretera destinada a la circulación de los vehículos. Las calzadas tienen un número variable de carriles.
- ✓ **Carril:** En carreteras y vías públicas, es cada franja o divisiones por las que circulan los vehículos, que pueden ser en sentidos contrario o en el mismo sentido cuando es mayor a un carril.
- ✓ **Evaluación superficial del pavimento:** determinar las fallas en la superficie de la losa de concreto, dichas fallas no guardan relación con la estructura del pavimento.
- ✓ **Índice de condición de pavimento (PCI):** Calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo “0” la peor condición posible y 100 la mejor.
- ✓ **La serviciabilidad:** se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad.

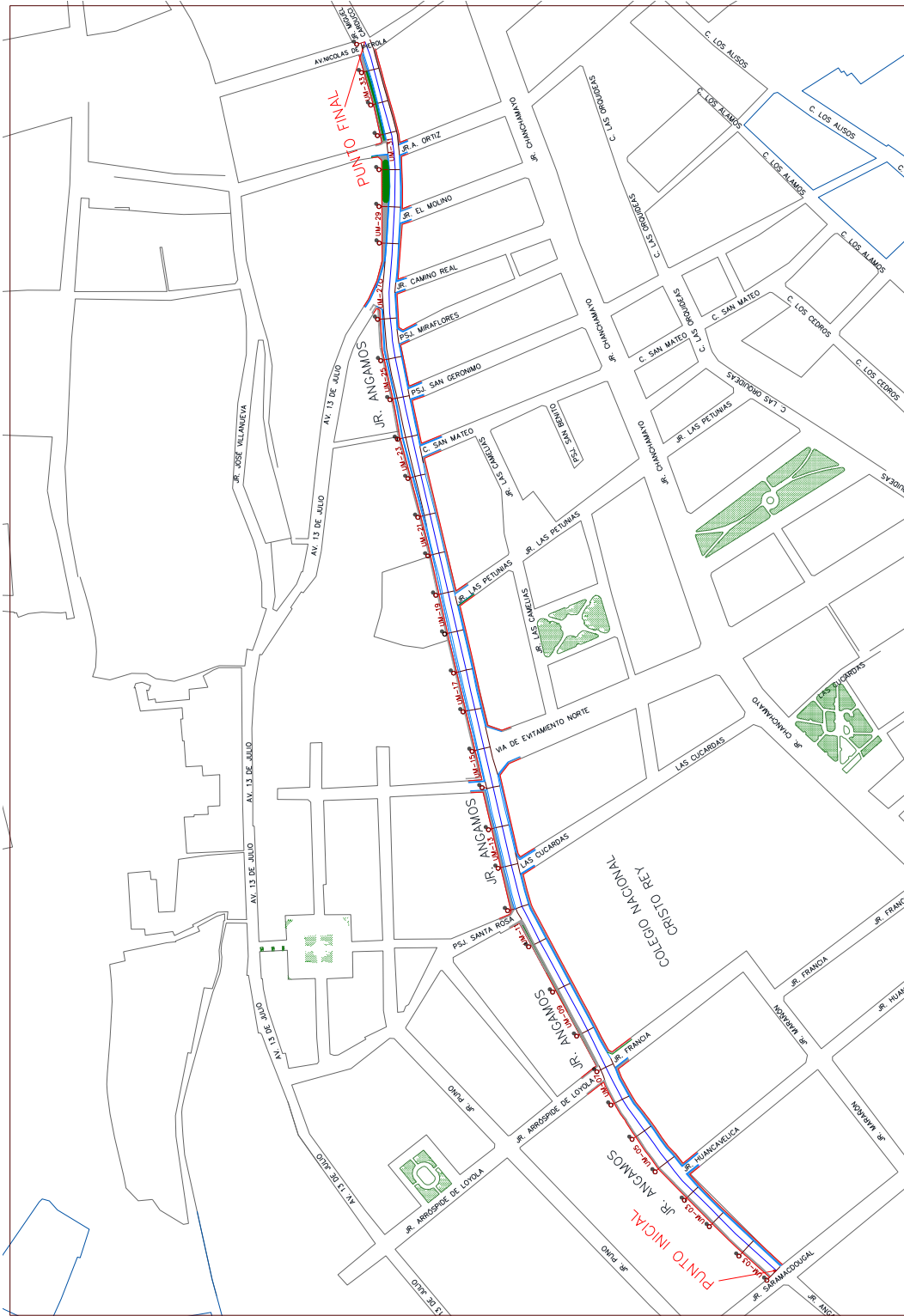
- ✓ **Mantenimiento periódico:** Conjunto de actividades que deben realizarse a un pavimento, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.
- ✓ **Mantenimiento rutinario:** Es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos del camino con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación. Debe ser de carácter preventivo y se incluyen en este mantenimiento, las actividades de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras. En los sistemas tercerizados de mantenimiento vial, también se incluyen actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales menores y de cuidado y vigilancia de la vía.
- ✓ **Pavimento:** Del latín *pavimentum*, el pavimento es la capa o base que constituye el suelo de una construcción o de una superficie no natural. El pavimento funciona como sustento de los seres vivos y de las cosas.
- ✓ **Pavimentos rígidos:** Son aquellos formados por una losa de concreto Pórtland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.
- ✓ **Unidad de muestra del pavimento:** Es una subdivisión de la sección del pavimento que tiene un rango estandarizado de tamaño. Para pavimentos de concreto de cemento Pórtland, el área de muestra 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.

3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se encuentra ubicado en la ciudad de Cajamarca, se muestra en la siguiente imagen.

Figura N° 0 30: Delimitación del pavimento de estudio.



Fuente: Plano catastral de Cajamarca sin escala.

El departamento de Cajamarca se encuentra ubicado en la zona norte del país, en la cadena occidental de los andes y abarca zonas de sierra y selva. Limita con el norte con Ecuador, por el sur con La Libertad, por el este con Amazonas y por el oeste con Piura y Lambayeque. Tiene 13 provincias y 126 distritos. (16).

Coordenadas geográficas del jirón Angamos en Cajamarca, Perú, en grados y minutos decimales:

- ✓ Longitud: $078^{\circ}31'26.81''$
- ✓ Latitud: $S7^{\circ}08'54''$

Fuente: Obtención de datos en campo.

3.1.1. Ubicación política

- ✓ País: Perú.
- ✓ Región: Cajamarca.
- ✓ Departamento: Cajamarca.
- ✓ Provincia: Cajamarca.
- ✓ Distrito: Cajamarca.

3.1.2. Ubicación geográfica

Coordenadas UTM de referencia.

- ✓ Datum: World Geodesic System, Datum 1984-WGS84.
- ✓ Proyección: Universal Transversal Mercator – UTM.
- ✓ Sistema de Coordenadas: Planas.
- ✓ Zona UTM: 17S Cuadrícula: M.

Tabla N° 08: Coordenadas del punto inicial y el punto final.

Punto	Este	Norte	Cota
Punto inicial	773662.74m	9208766.9m	2741.581msnm
Punto final	773383.86m	9209606.6m	2735.492msnm

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2. TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación se dio durante un periodo aproximado de 4 meses comprendido entre los meses de noviembre del 2018 hasta febrero del 2019, así inspeccionando la evaluación del estado actual del pavimento.

3.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS

- ✓ Wincha de 50 metros.
- ✓ Wincha de 5 metros.
- ✓ Regla metálica graduada de 30 centímetros.
- ✓ Plano esquemático para evaluación del pavimento con distribuciones.
- ✓ Hoja de inspección: esta hoja contiene la información de la inspección del pavimento de las fallas que se encuentran en las unidades de muestreo. Se muestra la hoja de formato en el **anexo 1**.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Conos de seguridad en vías.
- ✓ Una regla de albañil de madera o aluminio para medir deflexiones en las losas.
- ✓ Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos.

3.4. DATOS DE LA VÍA A ANALIZAR

El análisis de los datos en la tesis, solo se realizó de un tramo de la vía, por ser una vía muy transitada, siendo una salida principal hacia las ciudades de san miguel, san pablo, Hualgayoc, chota, entre otras ciudades.

El tramo está comprendido entre el Jr. Saramagdougall y el Jr. Miguel Carducci, en donde la calzada es de doble carril.

Descripción

- ✓ Número de carriles. 2.
- ✓ Ancho de cada carril en promedio. 3.80m
- ✓ Medida de losa longitudinal promedio. 4.00m
- ✓ Longitud total de la vía. 930.29 m.

3.5. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI.

Para realizar la evaluación de condición del pavimento es necesario realizar un trabajo en campo, en donde se realice una inspección visual y obtención de datos haciendo mediciones de las fallas encontradas para luego clasificarlos de acuerdo a la severidad y la cantidad de fallas identificadas según el manual de daños de los pavimentos rígidos, para ello es necesario llevar formatos de recepción de datos y herramientas de mediciones para las fallas encontradas.

3.5.1. División del pavimento en unidades de muestra

Para analizar el estado actual del pavimento es necesario realizar unidades de muestreo en donde nos permita reducir el trabajo cuando el pavimento sea de gran longitud, pero si es pequeño es necesario analizarlo todo. Entonces para obtener la cantidad de unidades de muestreo se realiza el conteo total de losas que contenga el pavimento a analizar, teniendo las consideraciones que su longitud de losas no debe exceder a 7.60 m. y el rango de unidades de muestreo debe oscilar entre 20 ± 8 losas, si el intervalo de unidades sale 1 se tomara todas las unidades de muestreo, pero si ya sale mayor a 1 se tomara solo los que correspondan.

3.5.2. Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación

Se determina de acuerdo a la cantidad total de unidades de muestreo, si es de gran longitud el pavimento, entonces el intervalo de evolución por unidades será mayor, pero si es pavimento es de longitud considerable entonces se analiza todas las unidades de muestreo.

3.5.3. Evaluación de un proyecto

Cuando el proyecto es grande se evalúa un número mínimo de unidades de muestreo, se calcula de acuerdo a la fórmula 01. En donde se calcula un estimado de $PCI \pm 5$, de todo el promedio, teniendo una verdad de confiabilidad de 95%.

3.6. DISEÑO METODOLÓGICO

A. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

Iniciando la evaluación del pavimento se determina el número mínimo de unidades de muestreo nombrado como (n), nos va servir para hacer el cálculo más aproximado del PCI de dicho tramo. Para encontrar el valor de (n), se aplica la siguiente ecuación.

$$n = \frac{N \times S^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + S^2} \dots \dots \dots ecu. 01$$

Donde:

- ✓ n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar
- ✓ N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- ✓ e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e=+-5%).
- ✓ S: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (0) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimentos de concreto, estos valores son basados en datos de campo obtenidos de muchas encuestas; sin embargo, si la experiencia local es diferente el promedio de la desviación estándar reflejará la condición local; esta deberá ser usada para la inspección inicial. En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco (n < 5), se recomienda evaluar todas las unidades.

Si la obtención del nivel de confianza del 95% es crítica, se debe verificar el número de unidades de muestra inspeccionadas es adecuado. El número de unidades de muestra se determinó inicialmente en base a una desviación estándar asumida.

Se debe calcular la desviación estándar actual de acuerdo a la siguiente ecuación. (Robles, 2015)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PCli - PClf)^2}{n - 1}} \dots \dots \dots ecu. 02$$

Donde:

- ✓ PCli: PCI de la unidad de muestra i
- ✓ PClf: PCI promedio de las unidades de muestreo analizadas.
- ✓ n: Número total de unidades de muestreo analizadas.
- ✓ S: Desviación estándar.

B. Selección de las unidades de muestreo para inspección

- a. Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar.

Esta técnica se la conoce como "sistema aleatorio" descrito en los siguientes tres pasos:

- El intervalo de muestreo (i), es determinado por:

$$i = \frac{N}{n} \dots \dots \dots \text{ecu. 03.}$$

Donde:

- ✓ N: Número total de unidades de muestreo disponible.
 - ✓ n: Número mínimo de unidades para evaluar.
 - ✓ i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.
- b. El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i. Por ejemplo, si $i = 3$, la unidad de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.
- c. Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como "s", "s + i", "s + 2 i", etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 6, 9, 12, 15, etc.

C. Evaluación de condición de pavimento

Para evaluar el pavimento se hizo el trabajo en campo, realizando la inspección de las unidades de muestreo, en lo que se identificó los tipos de fallas que se presentan en el pavimento, la cantidad de fallas y su severidad de ellas, registrando todo lo encontrado en campo en el formato establecido en el manual de daños del pavimento rígido. Formato en **anexo 01**.

D. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

Para calcular las unidades de muestreo se recurrió al trabajo en gabinete, luego de tener todos los datos que se obtuvieron de la inspección del pavimento en campo, llenados adecuadamente y ordenados en los formatos establecidos, y estos datos son procesados para el cálculo del índice de condición del pavimento en cada tramo evaluado respecto a las unidades de muestreo.

↪ **Cálculos de los valores deducidos**

Determina el “Valor deducido (D.V.)” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor deducido del daño”, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado. Ver **anexo 2**

↪ **Calculo del número admisible máximo deducido (m)**

Si ninguno o sólo uno de los V.D. es mayor que dos, se usa el “Valor deducido total” en lugar del mayor “Valor deducido corregido (C.D.V.)”.

De lo contrario, deben seguirse el paso b.

Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor. y desarrolle la Ecuación 04:

Ecuación 04 – Número máximo admisible de valores deducidos

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \dots \dots \dots \text{ecu. 04.}$$

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 .

Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

El número de valores individuales deducidos se reduce a “ m_i ”, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que “ m_i ” se utilizan todos los que se tengan.

↪ **Calculo del máximo valor deducido corregido (CDV).**

- ✓ Cálculo del “Máximo valor deducido corregido (C.D.V.)”
- ✓ Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.
- ✓ Determine el “Valor deducido total (C.D.T.)” sumando todos los valores deducidos individuales.
- ✓ Determine el C.D.V. con q y el C.D.T. en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- ✓ El máximo C.D.V. es el mayor de los C.D.V. obtenidos en este proceso.

Grafico ver en **anexo 03.**

↪ **Cálculo del PCI de una unidad de muestra.**

Calcular el PCI restándole a 100 el máximo CDV:

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV} \dots \dots \dots \text{ecu. 05.}$$

↪ **Cálculo del PCI de la sección del pavimento.**

- Si todas las unidades de muestra inspeccionadas son escogidas en forma aleatoria, entonces el PCI de la sección (PCIs) es calculado como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra inspeccionadas en forma aleatoria (PCIr) usando la ecuación 06.

$$PCI_r = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}} \dots \dots \dots \text{ecu. 06.}$$

Donde:

- ✓ **PCIr:** PCI ponderado del área de las unidades de muestreo inspeccionadas en forma aleatoria.
 - ✓ **PCIr_i:** PCI de la unidad de muestreo aleatorio i.
 - ✓ **A_{ri}:** Área de la unidad de muestreo aleatorio i.
 - ✓ **N:** Número de unidades de muestra aleatoria inspeccionada.
-
- Si hubiera unidades de muestra adicionales que han sido inspeccionadas, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas (PCIA) es calculado empleando la ecuación 6. El PCI de la sección de pavimento es calculado empleando la ecuación 7.

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} \times A_{ai})}{\sum_{i=1}^m A_{ai}} \dots \dots \dots \text{ecu. 07.}$$

$$PCI_s = (PCI_r \times \left(A - \sum_{i=1}^m A_{ai} \right)) + \frac{PCI_a \times (\sum_{i=1}^m A_{ai})}{A} \dots \dots \dots \text{ecu. 08.}$$

Donde:

- ✓ **PCIA:** PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales.
- ✓ **PCIA_i:** PCI de la unidad de muestra adicional i.
- ✓ **A_{ai}:** área de la unidad de muestra adicional i.
- ✓ **A:** área de la sección
- ✓ **m:** número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas.
- ✓ **PCIs:** PCI ponderado del área de la sección de pavimento. (Sanchez, 2017)

4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. RESULTADOS.

4.1.1. Cálculo de las unidades de muestreo.

Para calcular las unidades de muestreo primero se inspeccionó que el pavimento del Jr. Angamos sea casi uniforme longitudinalmente, que está comprendido entre el Jr. Saramacdougall y el Jr. Miguel Carducci.

Entonces se contó la cantidad de losas existentes en la vía en dicho tramo un total de 480 losas de los dos carriles. Teniendo 34 unidades de muestreo, en donde cada unidad de muestreo contiene un área de 14 losas, muestreando 7 losas en cada carril.

Hallamos las unidades de muestreo mínimo en la ecuación 1.

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

Donde:

- ✓ n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- ✓ N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento
- ✓ e: error admisible en el estimado del PCI de la sección (e=5%)
- ✓ σ : desviación estándar del PCI entre las unidades (15, para pavimentos rígidos)

Remplazando.

$$n = \frac{34x15^2}{\frac{5^2}{4}x(34-1) + 15^2}$$
$$n = 17$$

Las unidades totales que se evaluaron fue de 17, con una garantía de confiabilidad del 95%.

4.1.2. Selección de las unidades de muestreo.

Luego calculando el intervalo entre las unidades de muestreo de acuerdo a la ecuación n° 3.

$$i = \frac{34}{17}$$

- ✓ N: número total de unidades de muestreo disponible

- ✓ n: número mínimo de unidades para evaluar
- ✓ i: intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

Remplazando valores.

$$i = \frac{34}{17} = 2$$

Inicialmente se consideró como unidades de muestre mediante un intervalo de 1, y seguidamente de las demás unidades se separaron de 2 intervalos.

4.1.3. Evaluación del pavimento de cada una de las unidades de muestras.

Para la evaluación del pavimento luego de hacer la inspección de campo y obtención de datos, se realizó el procedimiento en laboratorio analizando cada unidad de muestreo seleccionado para el cálculo del índice de condición del pavimento.

Se analizó las siguientes unidades de muestreo seleccionados.

Tabla N° 0 9: Unidades de muestreo evaluados.

N°	UNIDADES DE MUESTREO	PROGRESIVA (m)
1	UM -01	0+00.00 - 0+26.63
2	UM -03	0+54.25 - 0+79.94
3	UM -05	0+108.17 - 0+134.46
4	UM -07	0+161.04 - 0+186.31
5	UM -09	0+214.71 - 0+249.93
6	UM -11	0+285.32 - 0+312.85
7	UM -13	0+342.61 - 0+370.56
8	UM -15	0+395.53 - 0+426.39
9	UM -17	0+454.42 - 0+482.49
10	UM -19	0+510.34 - 0+538.13
11	UM -21	0+566.35 - 0+594.28
12	UM -23	0+622.34 - 0+650.31
13	UM -25	0+678.36 - 0+706.23
14	UM -27	0+734.02 - 0+759.54
15	UM -29	0+786.53 - 0+812.12
16	UM -31	0+838.23 - 0+863.80
17	UM -33	0+886.27 - 0+910.04

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.1.4. Método de cálculo por cada unidad de muestreo

- ✓ Cuando se salió a la inspección, se portó un croquis de cada unidad de muestreo en el pavimento.

Para modelo de ejemplo se toma la unidad de muestreo (UM-09), ordenando las posibles fallas a encontrar en el pavimento del Jr. Angamos.

Tabla N° 0 10: Fallas más comunes en el pavimento.

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas longitudinales.	13 Escala
2	Grietas transversales y/o diagonales.	14 Desnivel carril / berma
3	Grietas de esquina.	15 Hundimiento (punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y bombeo.
5	Grietas en bloque (losa dividida)	17 Parche pequeño deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche grande deteriorado.
7	Descascaramiento de juntas.	
8	Grietas de retracción y descamación.	
9	Descascaramiento de esquina.	
10	Pulimientto de superficie.	
11	Desintegración, agujeros (popouts)	
12	Blow up (levantamiento localizado)	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Luego de esto se identificó las fallas y se marcó en el plano como se indica en la figura.

Figura N° 0 31: Anotación de fallas en UM-09.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN					
Abscisa		Diagrama de Pavimento			
Eje	1	10, 1M	10, 18L	10	Izq..
	2	10, 7M, 5M	10, 7M, 8	10, 1M	Der..
Eje	3	10, 1H	10, 8	10, 8, 9L	Izq..
	4	10, 1M	10	10, 1L	Der..
Eje	5	10, 3H			Izq..
	6	10, 3H			Der..
Ordenadas		1	2	3	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Seguidamente se hizo el conteo y se calculó los porcentajes de densidades para hallar el valor deducido de cada falla.

Se calculó con la siguiente formula:

$$Densidad = \frac{N^{\circ} Losas}{Total\ de\ losas\ por\ UM} \times 100$$

Datos:

- ✓ Tipo de falla y severidad: 3H
- ✓ N° de losas con falla de este tipo: 2
- ✓ N° de losas total por unidad de muestreo: 14

Se reemplazó los valores en la formula

$$Densidad = \frac{2}{14} \times 100$$

$$Densidad = 14.29\%$$

Tabla N° 0 11: Cálculo del porcentaje de densidades de fallas encontradas en UM-09.

Falla	N° Losas	Densidad (%)
1L	1	7.14%
1M	3	21.43%
1H	1	7.14%
3H	2	14.29%
5M	1	7.14%
7M	2	14.29%
8	3	21.43%
18L	1	7.14%
9L	1	7.14%
10	14	100.00%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Con estos valores se buscó en los gráficos del anexo 2. En donde contiene la densidad vs valor deducido por cada tipo de falla.

Figura N° 0 32: Modelo de hallar el valor deducido en el gráfico de gritas de esquina.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Así sucesivamente se va hallando los valores deducidos para cada falla que le corresponde en su gráfico. (Anexo 2).

Ya hallado todos los valores, se ordenó la siguiente tabla con valores deducidos.

Tabla N° 0 12: Valores deducidos para las fallas de la UM-09.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	7.14%	3.46
1M	3	21.43%	15.30
1H	1	7.14%	14.32
3H	2	14.29%	33.06
5M	1	7.14%	16.47
7M	2	14.29%	5.58
8	3	21.43%	0.00
18L	1	7.14%	3.26
9L	1	7.14%	0.48
10	14	100.00%	10.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Ahora proseguimos a calcular el PCI de esta unidad de muestreo para ellos primero se obtiene estos datos, seleccionando los valores deducidos mayores a 2.

✓ Números deducidos mayores que dos: 2

- ✓ Valor deducido más alto: 33.06
- ✓ Cálculo del número máximo admisible deducido mediante la fórmula 4

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

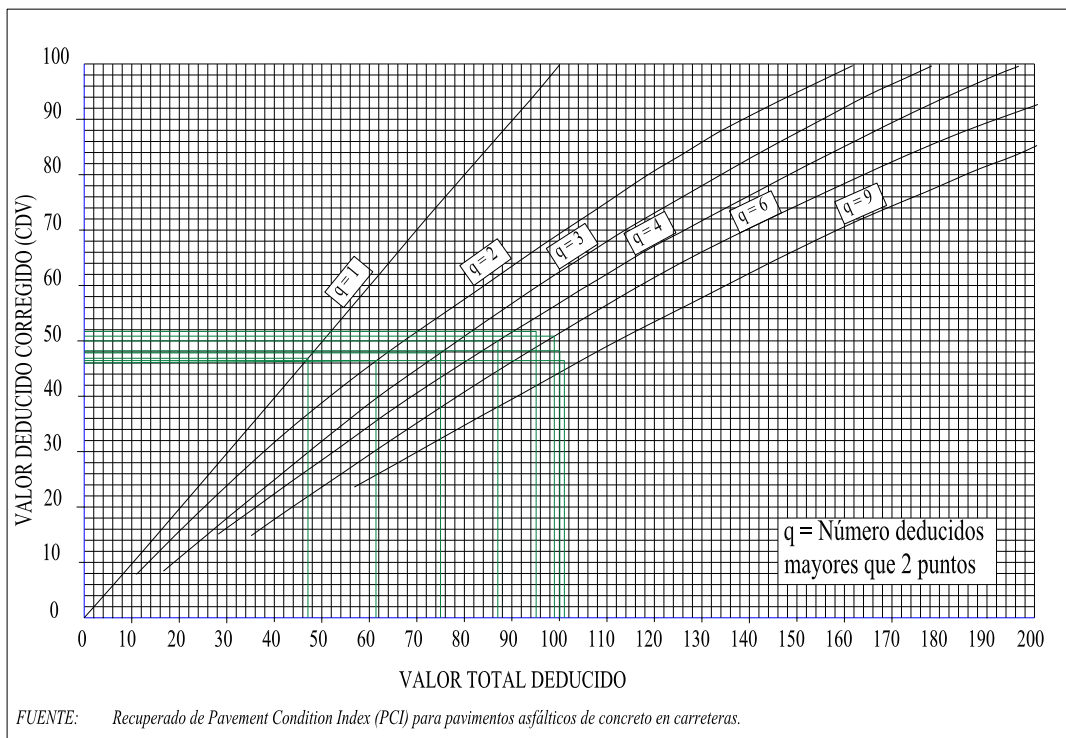
Remplazando

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 33.06)$$

$$m_i = 7.15$$

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	8
Valor deducido más alto (HDV):	33.06
Núm. Max admisibles deducidos (mi):	7.15

Luego se halló el valor deducido corregido mediante la siguiente tabla, ordenando de menor a mayor los valores deducidos mayores que dos, esto sirve para hallar el valor deducido corregido de acuerdo al siguiente gráfico.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Luego se llena los valores de la columna CDV de color granate.

Tabla N° 0 13: Valor deducido corregido para la UM-09.

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	33.06	16.47	15.30	14.32	10.00	5.58	3.46	3.26	101.5	8	46.50
2	33.06	16.47	15.30	14.32	10.00	5.58	3.46	2.00	100.2	7	48.00
3	33.06	16.47	15.30	14.32	10.00	5.58	2.00	2.00	98.7	6	50.80
4	33.06	16.47	15.30	14.32	10.00	2.00	2.00	2.00	95.2	5	51.80
5	33.06	16.47	15.30	14.32	2.00	2.00	2.00	2.00	87.2	4	50.00
6	33.06	16.47	15.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	74.8	3	47.90
7	33.06	16.47	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	61.5	2	46.00
8	33.06	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	47.1	1	46.30

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Entonces se tomó el mayor valor de los valores deducidos corregidos.

Máximo es 51.80 entonces el $PCI = 100 - 51.80 = 48.20$

Luego se clasificó de acuerdo a la tabla N° 06

Rango de calificación del PCI	
RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 -70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: (ASTM D6433-07, 2007).

Quedando en una condición “regular” el pavimento de la unidad de muestreo 09.

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
51.80	48.20	REGULAR

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Luego de este resultado se verificó la intervención de acuerdo a la tabla N°07. En donde 48.20 está entre el intervalo de 31-70. Quedando para una intervención para “rehabilitación”.

4.1.5. Análisis de las unidades seleccionados

➤ Análisis de unidad de muestreo UM -01

Tabla N° 0 14: Inspección de fallas en UM – 01.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	7.14%	3.46
1M	2	14.29%	4.95
3M	3	21.43%	26.02
3H	2	14.29%	34.03
5M	5	35.71%	46.94
5H	2	14.29%	38.83
7L	1	7.14%	1.70
8	4	28.57%	0.63
9L	3	21.43%	2.39
10	14	100.00%	9.11
18M	1	7.14%	3.58

Fuente: Elaboración propia, 2018.

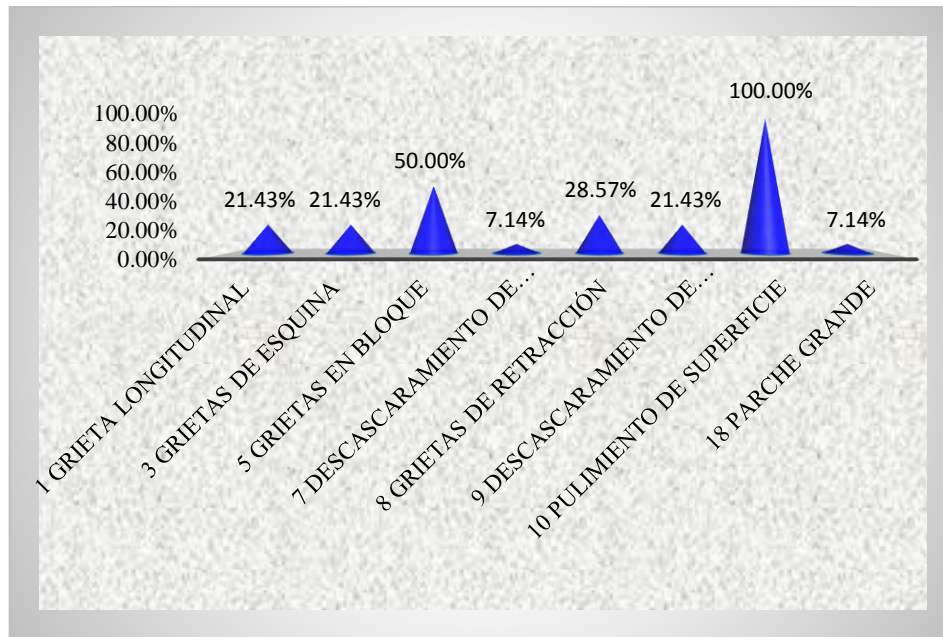
- CDV max = 83.10
- PCI =16.90
- CALIFICACIÓN: Muy malo.

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100% quiere decir que todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser las grietas en bloque que viene a ser las losas divididas teniendo un valor deducido de 46.94M.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 16.90, dando como resultado un pavimento en mal estado, con una calificación de **muy malo**, requiriendo una intervención de **construcción** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 33: Densidad de cada tipo de falla en UM – 01.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM - 03**

Tabla N° 0 15: Inspección de fallas en UM – 03.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1H	4	28.57%	35.00
1M	6	42.86%	25.10
3H	2	14.29%	32.52
3M	2	14.29%	21.13
5M	1	7.14%	16.47
7H	1	7.14%	11.10
7L	2	14.29%	5.58
9L	1	7.14%	0.48
10	14	100.00%	10.00
18L	4	28.57%	6.05

Fuente: Elaboración propia, 2018.

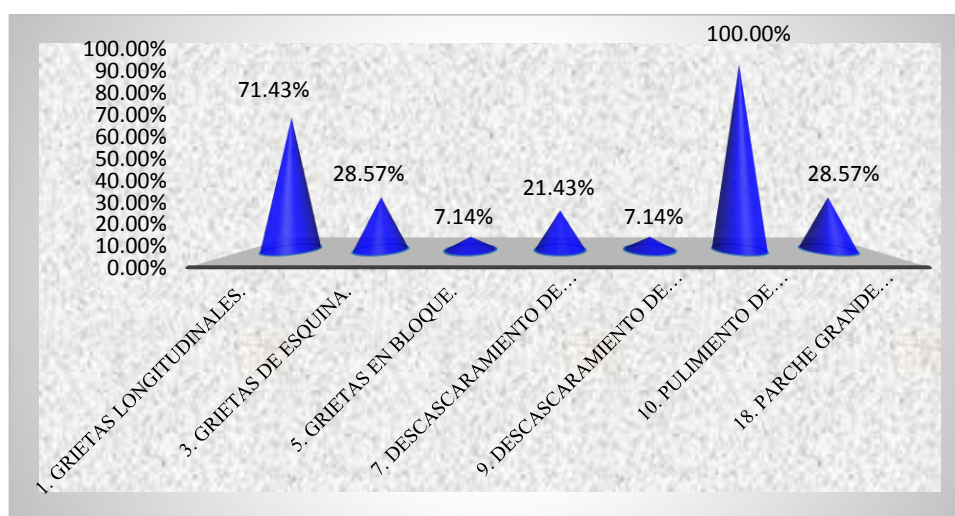
- CDV max = 74.00
- PCI = 26.00
- CALIFICACIÓN: Malo

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100%, quiere decir que todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser las grietas longitudinales, teniendo un valor deducido de 35H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 26.00, dando como resultado un pavimento en mal estado, con una calificación de **malo**, requiriendo una intervención de **construcción** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 34: Densidad de cada tipo de falla en UM – 03.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ Análisis de unidad de muestreo UM – 05

Tabla N° 0 16: Inspección de fallas en UM – 05.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1H	10	71.43%	54.80
1M	2	14.29%	11.00
3H	4	28.57%	50.00
3M	1	7.14%	10.18
5H	1	7.14%	24.78
8	2	14.29%	0.00
10	14	100.00%	10.00
18M	2	14.29%	8.63

Fuente: Elaboración propia, 2018.

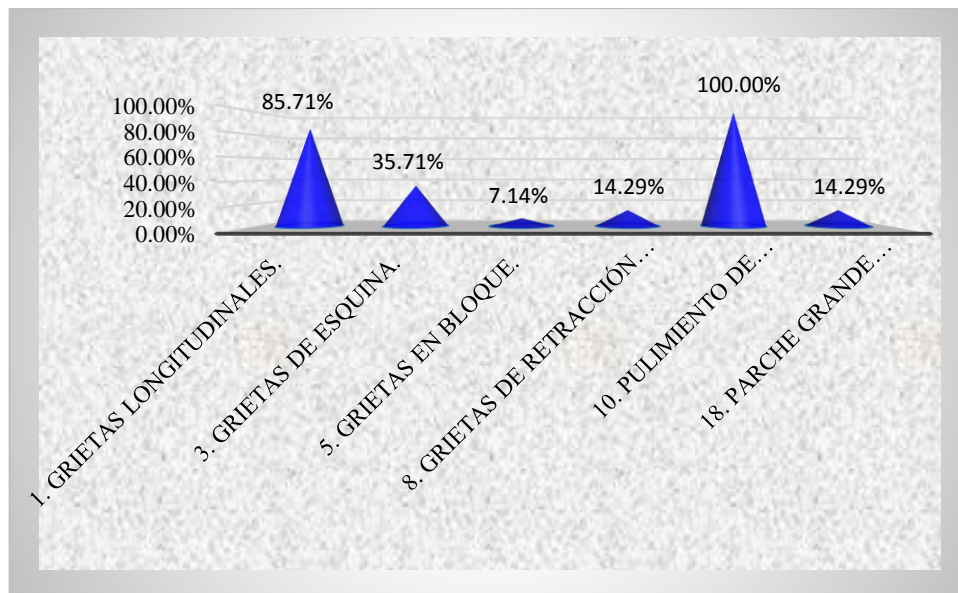
- CDV max = 81.50
- PCI = 18.5
- CALIFICACIÓN: Muy malo

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100%, quiere decir que todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser las grietas longitudinales, teniendo un valor deducido de 54H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 18.5, dando como resultado un pavimento en mal estado, con una calificación de **muy malo**, requiriendo una intervención de **construcción** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 35: Densidad de cada tipo de falla en UM – 05.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 07**

Tabla N° 0 17: Inspección de fallas en UM – 07.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1H	4	28.57%	30.50
1M	5	35.71%	21.31
2H	1	7.14%	13.02
3H	1	7.14%	17.50
5H	1	7.14%	24.78
5M	1	7.14%	16.47
10	14	100.00%	10.00
18H	2	14.29%	22.22
18L	2	14.29%	3.26

Fuente: Elaboración propia, 2018.

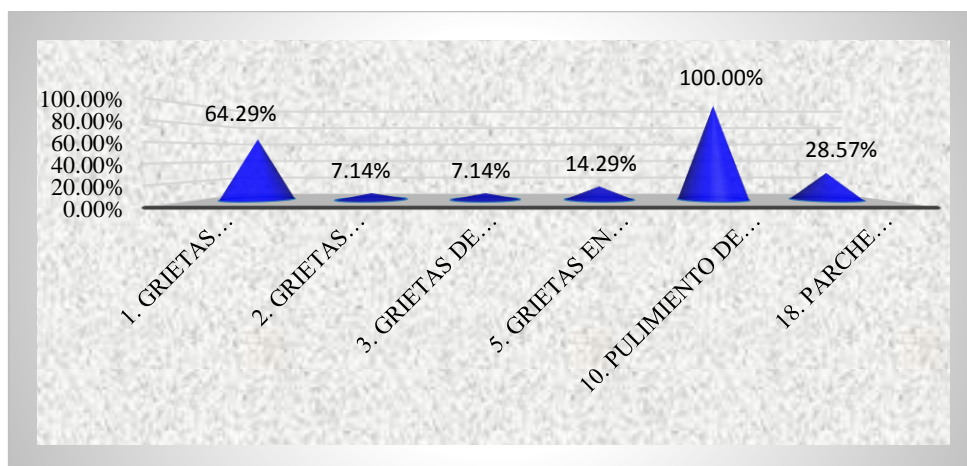
- CDV max = 72.00
- PCI = 28.00
- CALIFICACIÓN: Malo

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100%, quiere decir que todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser las grietas longitudinales, teniendo un valor deducido de 30.50H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 28.00, dando como resultado un pavimento en mal estado, con una calificación de **malo**, requiriendo una intervención de **construcción** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 36: Densidad de cada tipo de falla en UM – 07.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 09**

Tabla N° 0 18: Inspección de fallas en UM – 09.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	7.14%	3.46
1M	3	21.43%	15.30
1H	1	7.14%	14.32
3H	2	14.29%	33.06
5M	1	7.14%	16.47
7M	2	14.29%	5.58
8	3	21.43%	0.00
18L	1	7.14%	3.26
9L	1	7.14%	0.48
10	14	100.00%	10.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

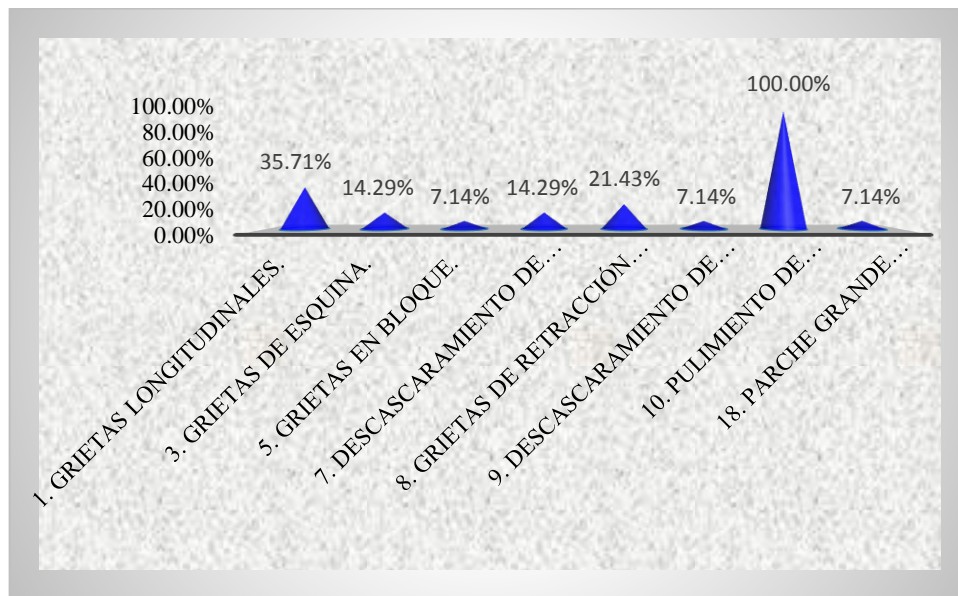
- CDV max = 51.80
- PCI = 48.20
- CALIFICACIÓN: Regular

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100%, quiere decir que todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser las grietas longitudinales, teniendo un valor deducido de 33.06H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 48.20, dando como resultado un pavimento en mal estado, con una calificación de **regular**, requiriendo una intervención de **construcción** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 37: Densidad de cada tipo de falla en UM – 09.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 11**

Tabla N° 0 19: Inspección de fallas en UM – 11.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1H	2	14.29%	23.46
1M	1	7.14%	6.41
2M	1	7.14%	6.41
7M	4	28.57%	12.09
8	2	14.29%	0.00
9M	1	7.14%	1.47
10	14	100.00%	10.00
18L	6	42.86%	19.32

Fuente: Elaboración propia, 2018.

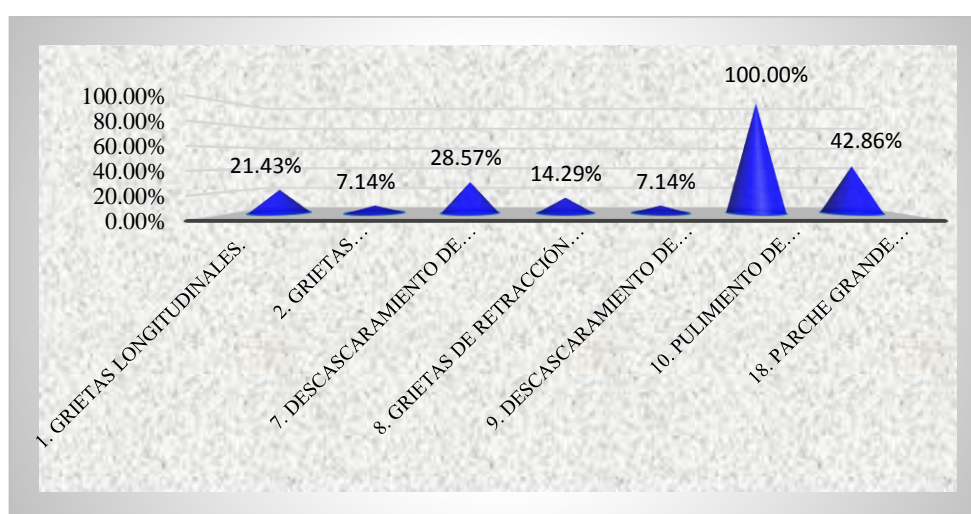
- CDV max = 39.80
- PCI = 60.20
- CALIFICACIÓN: Bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100%, quiere decir que todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser las grietas longitudinales, teniendo un valor deducido de 23.46H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 60.20, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **bueno**, requiriendo una intervención de **rehabilitación** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 38: Densidad de cada tipo de falla en UM – 11.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ Análisis de unidad de muestreo UM – 13

Tabla N° 0 20: Inspección de fallas en UM – 13.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	7.14%	3.46
2L	3	21.43%	10.54
2M	2	14.29%	10.62
7L	1	7.14%	1.70
8	1	7.14%	0.00
10	14	100.00%	10.00
17M	1	7.14%	2.54
18L	1	7.14%	1.12

Fuente: Elaboración propia, 2018.

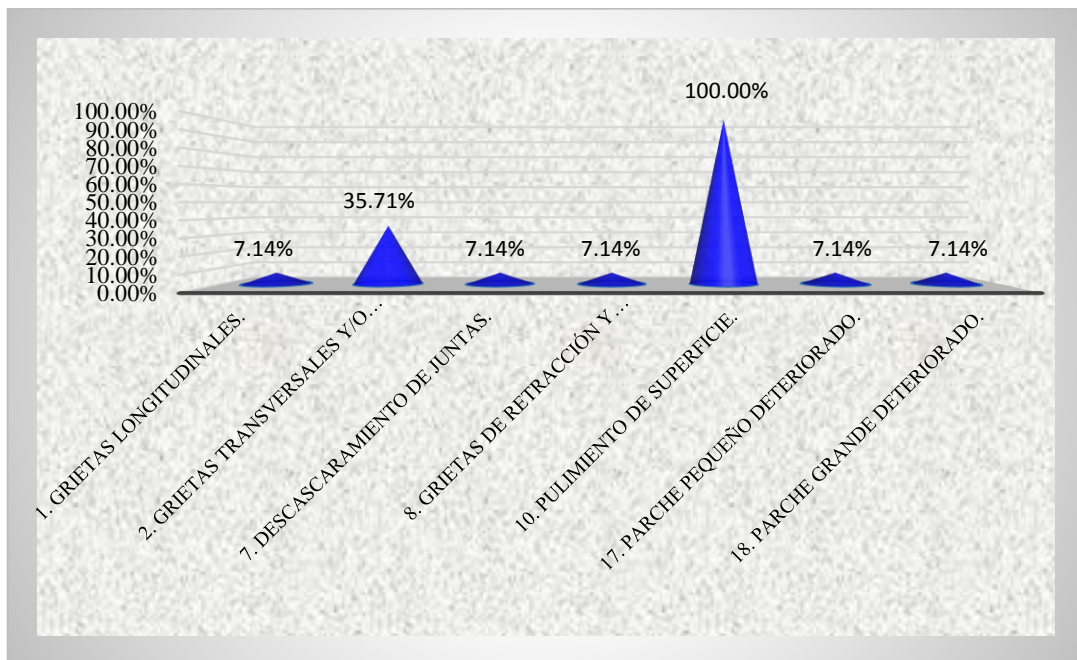
- CDV max = 21.50
- PCI = 78.50
- CALIFICACIÓN: Muy bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100%, quiere decir que todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser las grietas transversales, teniendo un valor deducido de 10.62M.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 78.50, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **muy bueno**, requiriendo una intervención de **mantenimiento** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 39: Densidad de cada tipo de falla en UM – 13.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 15**

Tabla N° 0 21: Inspección de fallas en UM – 15.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
7M	3	21.43%	8.79
7H	1	7.14%	11.10
8	1	7.14%	0.00
10	14	100.00%	10.00
18L	1	7.14%	3.26

Fuente: Elaboración propia, 2018.

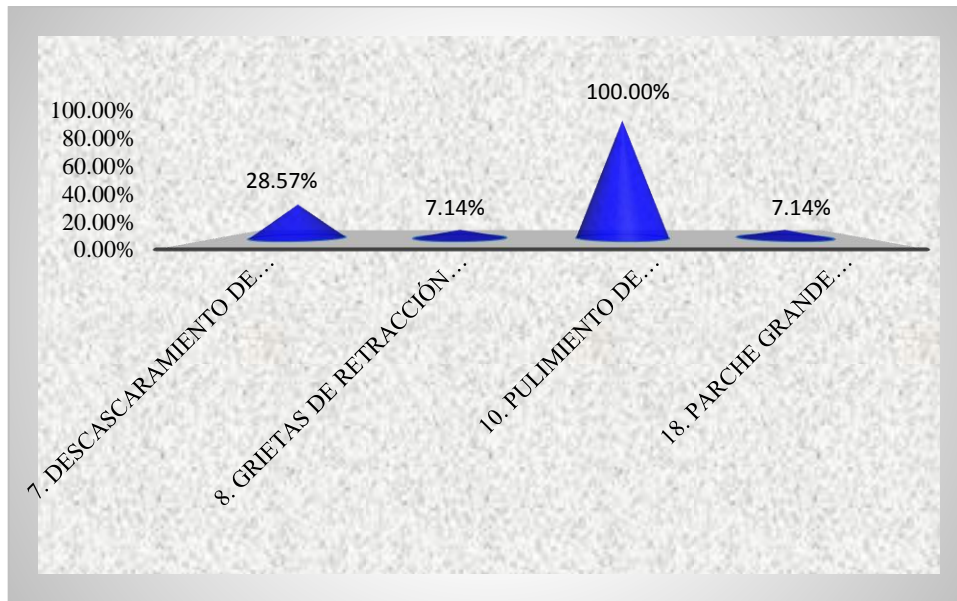
- CDV max = 20.01
- PCI = 79.99
- CALIFICACIÓN: Muy bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100%, quiere decir que todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser los descascaramiento de juntas, teniendo un valor deducido de 11.10H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 79.99, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **muy bueno**, requiriendo una intervención de **mantenimiento** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 40: Densidad de cada tipo de falla en UM – 15.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 17**

Tabla N° 0 22: Inspección de fallas en UM – 17.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	1	7.14%	4.35
2M	3	21.43%	15.30
2H	1	7.14%	13.02
7L	1	7.14%	1.70
7M	1	7.14%	2.19
8	3	21.43%	0.21
10	14	100.00%	10.00
18H	1	7.14%	11.15

Fuente: Elaboración propia, 2018.

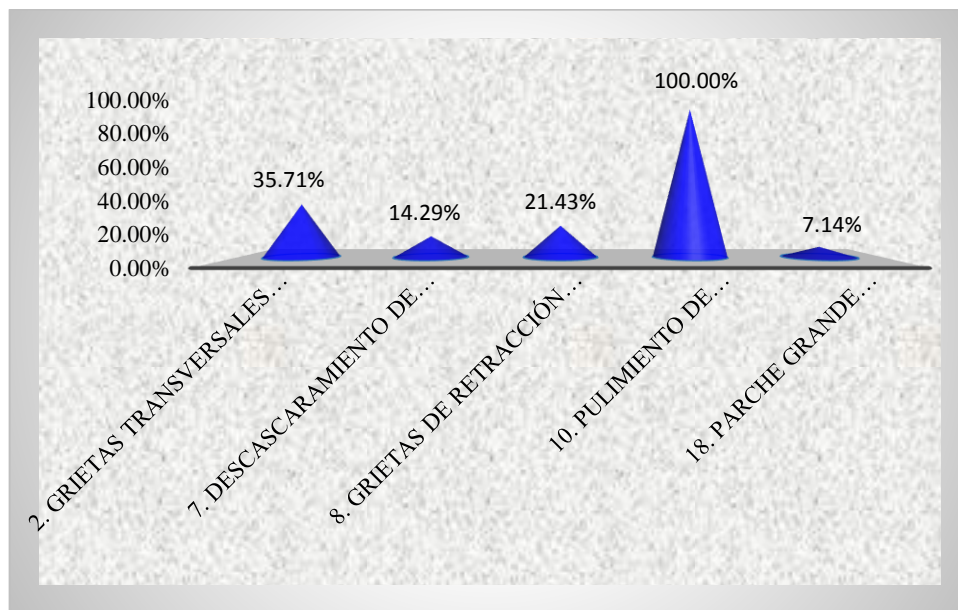
- CDV max = 30.30
- PCI = 69.70
- CALIFICACIÓN: Bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100%, quiere decir que todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser las grietas transversales, teniendo un valor deducido de 15.30M.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 69.70, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **regular**, requiriendo una intervención de **rehabilitación** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 41: Densidad de cada tipo de falla en UM – 17.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ Análisis de unidad de muestreo UM – 19

Tabla N° 0 23: Inspección de fallas en UM – 19.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	1	7.14%	4.35
2M	1	7.14%	6.41
2H	1	7.14%	13.02
3L	1	7.14%	5.54
8	2	14.29%	0.00

Tabla N°19. Continúa

10	12	85.71%	9.11
18M	3	21.43%	10.00
18H	1	7.14%	11.15

Fuente: Elaboración propia, 2018.

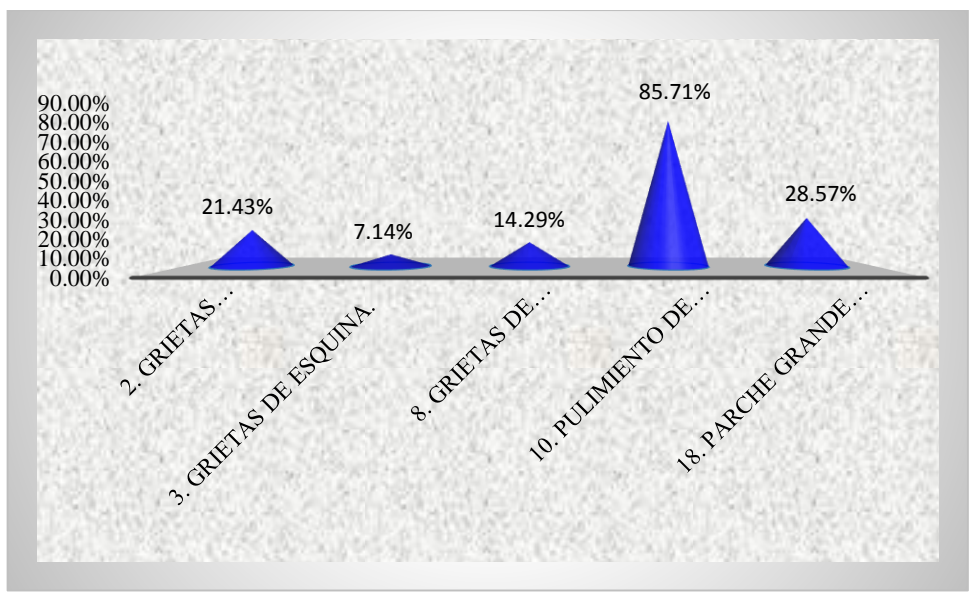
- CDV max = 28.20
- PCI = 71.80
- CALIFICACIÓN: Muy bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 85.71%, quiere decir que casi todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser las grietas transversales, teniendo un valor deducido de 13.02H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 71.80, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **muy bueno**, requiriendo una intervención de **mantenimiento** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 42: Densidad de cada tipo de falla en UM – 19.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 21**

Tabla N° 0 24: Inspección de fallas en UM – 21.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
7L	1	7.14%	1.70
7M	2	14.29%	5.58
7H	1	7.14%	11.10
9M	1	7.14%	1.47
10	14	100.00%	10.00
18H	1	7.14%	11.15

Fuente: Elaboración propia, 2018.

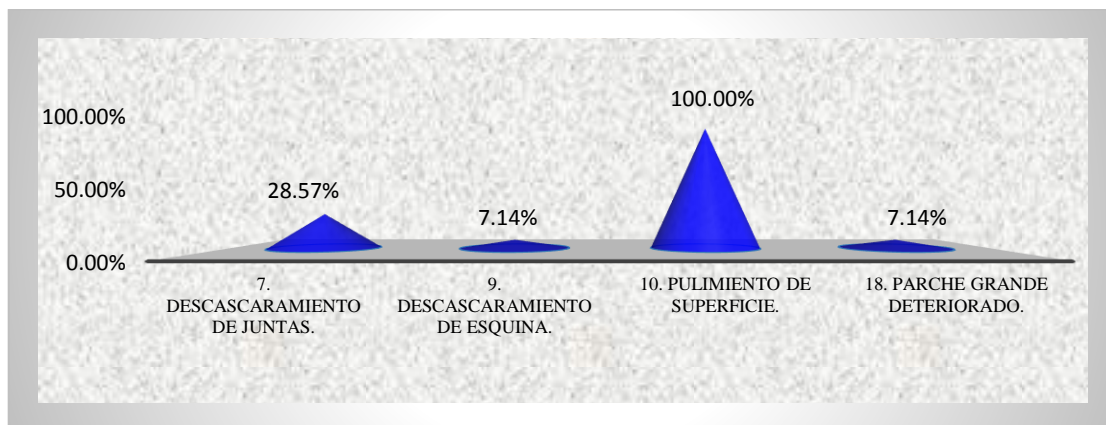
- CDV max = 23.00
- PCI = 77.00
- CALIFICACIÓN: Muy bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100.00%, quiere decir que casi todas las losas tienen esta falla, pero lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser el parche grande deteriorado, teniendo un valor deducido de 11.15H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 77.00, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **muy bueno**, requiriendo una intervención de **mantenimiento** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 43: Densidad de cada tipo de falla en UM – 21.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 23**

Tabla N° 0 25: Inspección de fallas en UM – 23.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	14.29%	7.80
1M	1	7.14%	6.41
8	6	42.86%	2.44
10	14	100.00%	10.00
18M	2	14.29%	8.63

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- CDV max = 20.50
- PCI = 79.50
- CALIFICACIÓN: Muy Bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100.00%, quiere decir que casi todas las losas tienen esta falla, y lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser el pulimiento de agregados en la superficie de rodadura, teniendo un valor deducido de 10.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 79.50, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **muy bueno**, requiriendo una intervención de **mantenimiento** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 44: Densidad de cada tipo de falla en UM – 23.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 25**

Tabla N° 0 26: Inspección de fallas en UM – 25.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	21.43%	10.54
2L	1	7.14%	4.35
2H	2	14.29%	23.46
7L	1	7.14%	1.70
7M	2	14.29%	5.58
8	4	28.57%	0.63
10	14	100.00%	10.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

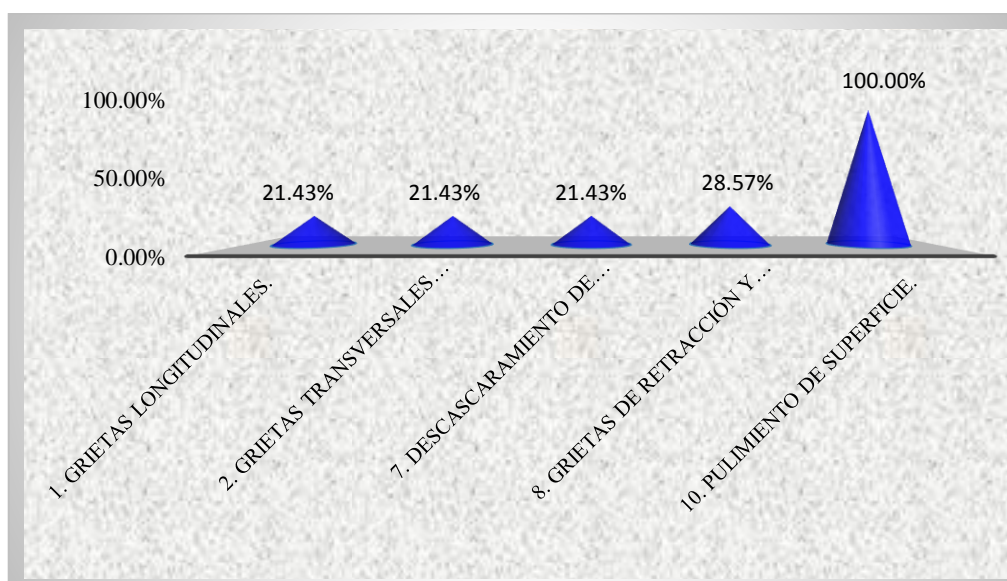
- CDV max = 32.70
- PCI = 67.30
- CALIFICACIÓN: Bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100.00%, quiere decir que casi todas las losas tienen esta falla, y lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser grietas trasversales y/o diagonales, teniendo un valor deducido de 23.46H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 67.30, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **bueno**, requiriendo una intervención de **rehabilitación** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 45: Densidad de cada tipo de falla en UM – 25.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 27**

Tabla N° 0 27: Inspección de fallas en UM – 27.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	14.29%	7.80
2M	4	28.57%	18.65
2H	1	7.14%	13.02
8	5	35.71%	2.10
10	14	100.00%	10.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

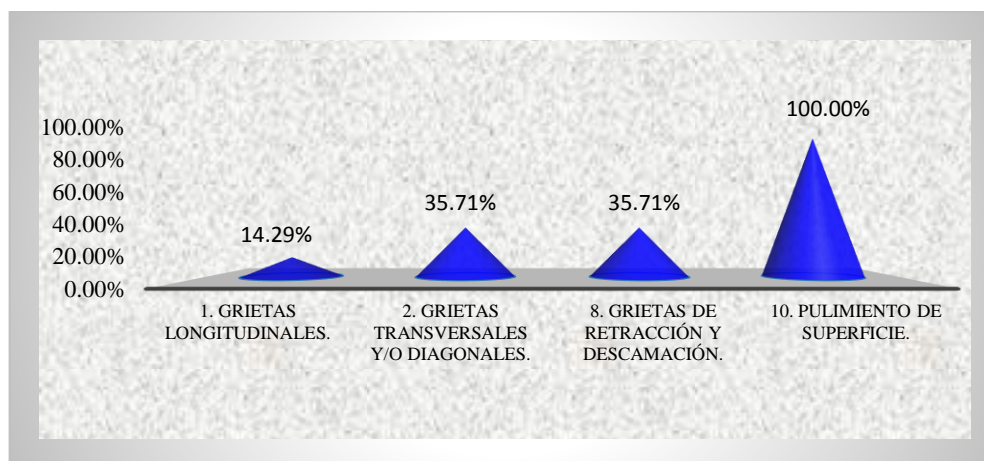
- CDV max = 30.20
- PCI = 69.80
- CALIFICACIÓN: Bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100.00%, quiere decir que casi todas las losas tienen esta falla, y lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser grietas trasversales y/o diagonales, teniendo un valor deducido de 18.65M.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 69.80, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **bueno**, requiriendo una intervención de **rehabilitación** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 46: Densidad de cada tipo de falla en UM – 27.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 29**

Tabla N° 0 28: Inspección de fallas en UM – 29.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	3	21.43%	10.54
2M	3	21.43%	15.30
2H	2	14.29%	23.46
8	5	35.71%	2.10
10	14	100.00%	10.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- CDV max = 35.10
- PCI = 64.90
- CALIFICACIÓN: Bueno

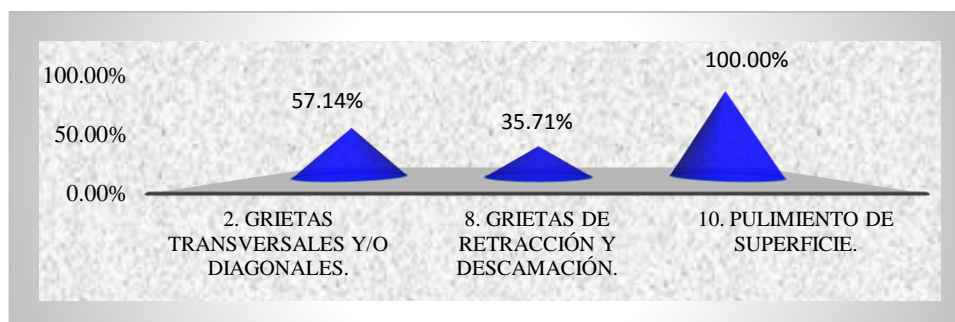
Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100.00%, quiere decir que casi todas las

losas tienen esta falla, y lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser grietas transversales y/o diagonales, teniendo un valor deducido de 23.46H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 64.90, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **bueno**, requiriendo una intervención de **rehabilitación** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 47: Densidad de cada tipo de falla en UM – 29.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 31**

Tabla N° 0 29: Inspección de fallas en UM – 31.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	2	14.29%	10.62
2H	1	7.14%	13.02
8	5	35.71%	2.10
10	14	100.00%	10.00
18M	1	7.14%	3.58

Fuente: Elaboración propia, 2018.

- CDV max = 24.00
- PCI = 76.00
- CALIFICACIÓN: Muy bueno

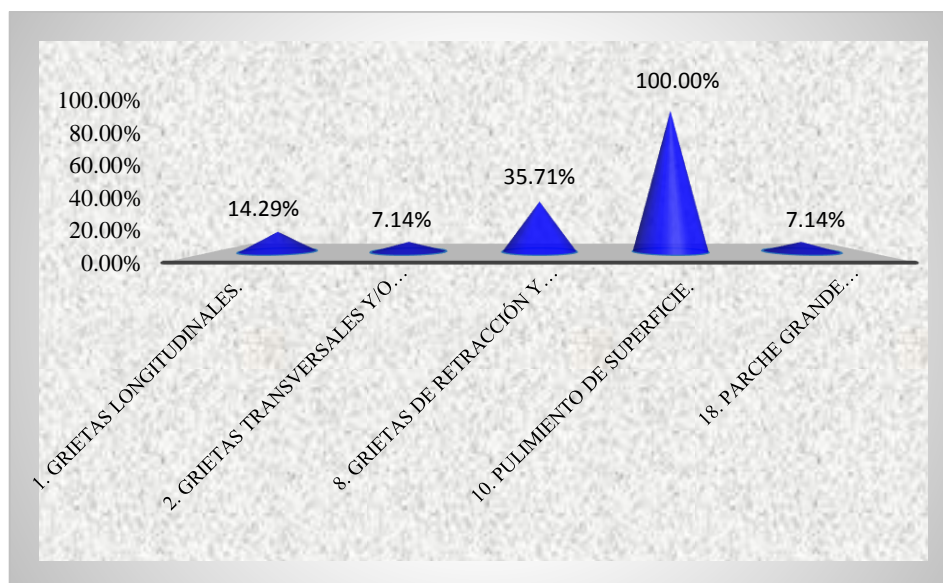
Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100.00%, quiere decir que casi todas las

losas tienen esta falla, y lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser grietas transversales y/o diagonales, teniendo un valor deducido de 13.02H.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 76.00, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **bueno**, requiriendo una intervención de **mantenimiento** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 48: Densidad de cada tipo de falla en UM – 31.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

➤ **Análisis de unidad de muestreo UM – 33**

Tabla N° 0 30: Inspección de fallas en UM – 33.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	21.43%	10.54
2L	1	7.14%	4.35
2M	1	7.14%	6.41
8	4	28.57%	0.63
10	14	100.00%	10.00
17L	1	7.14%	0.00
17M	1	7.14%	2.54
18L	1	7.14%	3.26

Fuente: Elaboración propia, 2018.

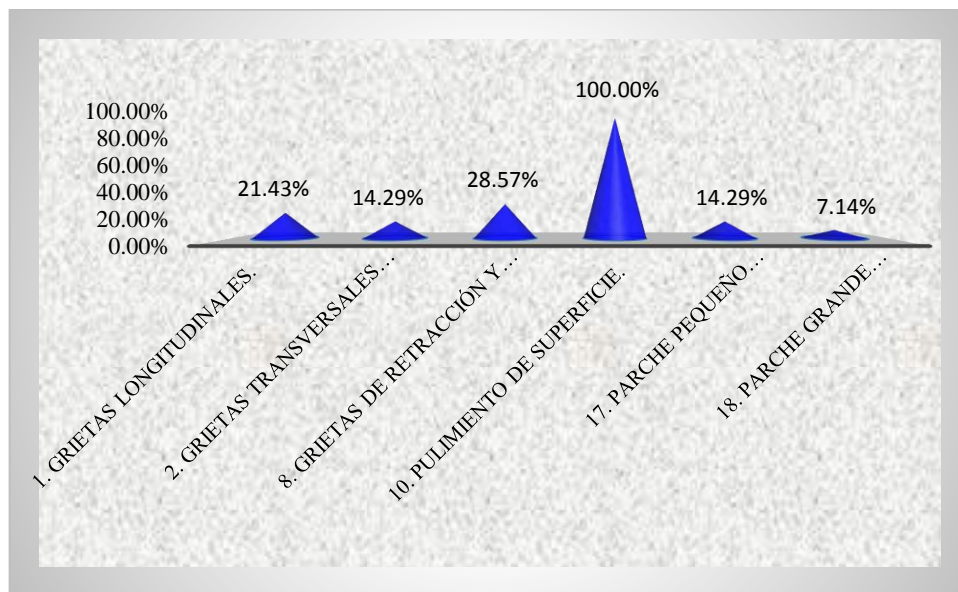
- CDV max = 23.00
- PCI = 77.00
- CALIFICACIÓN: Muy bueno

Análisis:

En esta unidad de muestreo se determinó que la mayor cantidad de fallas se presenta en el pulimiento de agregados teniendo una densidad del 100.00%, quiere decir que casi todas las losas tienen esta falla, y lo que deteriora en mayor cantidad viene a ser pulimiento de superficie, teniendo un valor deducido de 10.

Luego haciendo el cálculo del PCI se tuvo 77.00, dando como resultado un pavimento en buen estado, con una calificación de **muy bueno**, requiriendo una intervención de **mantenimiento** de acuerdo a la **tabla N°07**.

Figura N° 0 49: Densidad de cada tipo de falla en UM – 33.



Fuente: elaboración propia, 2018.

4.2. CANTIDAD Y TIPO DE FALLAS QUE SE ENCONTRARON EN LAS UM.

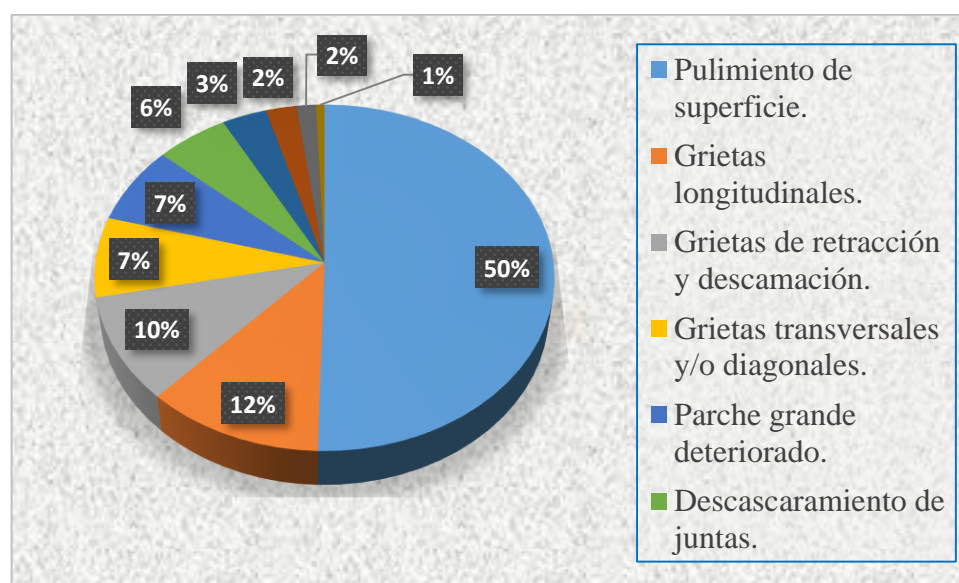
En la inspección que se realizó en campo, se encontró diferentes tipos de fallas en las unidades de muestreo, en la tabla N° 31 se detallan la cantidad por cada tipo de fallas a lo largo del pavimento en estudio, la tabla muestra de forma descendente, desde la mayor cantidad de fallas.

Tabla N° 0 31: Cantidad total de fallas encontradas en todas las UM.

N°	CANTIDAD	CÓDIGO	FALLA
1	236	10	Pulimiento de superficie.
2	54	1	Grietas longitudinales.
3	46	8	Grietas de retracción y descamación.
4	35	2	Grietas transversales y/o diagonales.
5	34	18	Parche grande deteriorado.
6	26	7	Descascaramiento de juntas.
7	16	3	Grietas de esquina.
8	11	5	Grietas en bloque.
9	7	9	Descascaramiento de esquina.
10	3	17	Parche pequeño deteriorado.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura N° 0 50: Porcentaje de fallas encontradas en el Jr. Angamos.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Análisis: Analizando el gráfico nos da un panorama de resultados, donde la mayor cantidad de fallas encontradas es de **pulimiento de superficie**, encontradas en 236 losas analizadas, quiere decir que esta falla está a lo largo del pavimento, luego lo sigue las **grietas longitudinales**, encontrados en 54 losas, que es un dato muy importante para futuros diseños a tener en cuenta de este tipo de fallas más comunes.

4.3. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO.

Se calculó el índice de condición del pavimento para cada unidad de muestreo, mediante la obtención de datos en campo y procesando en las hojas previamente diseñados para calcular el PCI, por cada unidad de muestreo. Esta hoja para muestreo y cálculo del PCI se encuentra en el anexo 01. Al analizar cada unidad de muestreo se detalla los datos de daños más resaltantes que caracterizan que el pavimento ya está dañado, de acuerdo a la severidad analizado en la inspección, se resume en la siguiente tabla.

Tabla N° 0 32: Resumen de condición del pavimento por UM.

Unidades de muestreo	Falla más resaltante	Valor deducido	Severidad	Cdv max	Pci	Condición de pavimento
UM -1	5. Grietas en bloque	46.94	Medio	83.10	16.90	Muy malo
UM -3	1. Grietas longitudinales	35.00	Alto	74.00	26.00	Malo
UM -5	1. Grietas longitudinales	54.00	Alto	81.50	18.50	Muy malo
UM -7	1. Grietas longitudinales	30.50	Alto	72.00	28.00	Malo
UM -9	1. Grietas esquina	33.06	Alto	51.80	48.20	Regular
UM -11	1. Grietas longitudinales	23.46	Alto	39.80	60.20	Bueno
UM -13	2. Grietas transversales	10.62	Medio	21.50	78.50	Muy bueno
UM -15	7. Descascaramiento de juntas	11.10	Alto	20.01	79.99	Muy bueno
UM -17	2. Grietas transversales	15.30	Medio	60.30	39.70	Bueno
UM -19	2. Grietas transversales	13.02	Alto	28.20	71.80	Muy bueno
UM -21	18. Parche grande deteriorado	11.15	Alto	23.00	77.00	Muy bueno
UM -23	10. pulimiento de superficie	10.00	Medio	20.50	79.50	Muy bueno
UM -25	2. Grietas transversales	23.46	Alto	32.70	67.30	Bueno
UM -27	2. Grietas transversales	18.65	Medio	30.20	69.80	Bueno
UM -29	2. Grietas transversales	23.46	Alto	35.10	64.90	Bueno
UM -31	2. Grietas transversales	13.02	Alto	24.00	76.00	Muy bueno
UM -33	10. Pulimiento de superficie	10.00	Medio	23.00	77.00	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.4. CÁLCULO DEL PCI DEL JR. ANGAMOS DESDE EL JR. SARAMACDOUGALL HASTA EL JR. MIGUEL CARDUCCI.

Luego de obtener el resultado de PCI de cada unidad de muestreo, se calculó el PCI total del pavimento en el Jr. Angamos, de doble sentido.

Tabla N° 0 33: Calculo del PCI del pavimento estudiado.

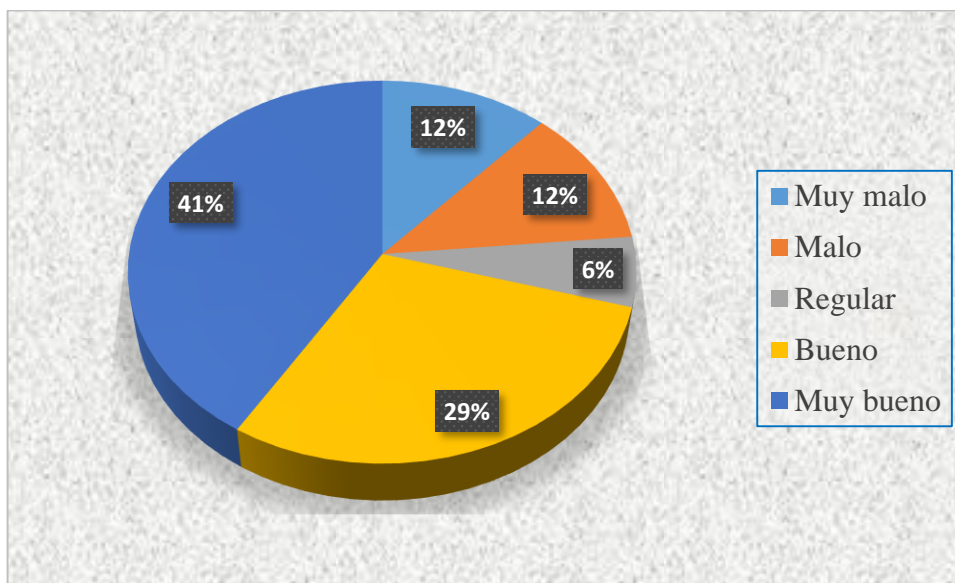
UNIDAD DE MUESTREO	PCI	CALIFICACIÓN	LOSAS ANALIZADAS	PCIxLA
UM -01	16.90	Muy malo	14	236.60
UM -03	26.00	Malo	14	364.00
UM -05	18.50	Muy malo	14	259.00
UM -07	28.00	Malo	14	392.00
UM -09	48.20	Regular	14	674.80
UM -11	60.20	Bueno	14	842.80
UM -13	78.50	Muy bueno	14	1099.00
UM -15	79.99	Muy bueno	14	1119.86
UM -17	39.70	Bueno	14	555.80
UM -19	71.80	Muy bueno	14	1005.20
UM -21	77.00	Muy bueno	14	1078.00
UM -23	79.50	Muy bueno	14	1113.00
UM -25	67.30	Bueno	14	942.20
UM -27	69.80	Bueno	14	977.20
UM -29	64.90	Bueno	14	908.60
UM -31	76.00	Muy bueno	14	1064.00
UM -33	77.00	Muy bueno	14	1078.00
SUMA			238	13710.06
CÁLCULO DEL PCI				
PCI =	$\frac{13710.06}{238}$		=	57.61 %

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se tuvo un resultado de PCI = 57.61% a nivel general de área de estudio correspondiente a un calificativo de estado **bueno** según la tabla N°06; este resultado corresponde al PCI promedio de todo el pavimento estudiado.

De acuerdo a la tabla N° 07, el resultado sobre la intervención al pavimento es de estado **regular o bueno** interviniendo con una **rehabilitación** para el pavimento.

Figura N° 0 51: Condición del pavimento en el Jr. Angamos.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Análisis: En el gráfico de la figura N°51, se muestra las condiciones del pavimento en el Jr. Angamos; en donde el 41% corresponde al estado **muy bueno**, el 29% del pavimento está en estado **bueno**, en cambio el 12% se encuentra en muy mal estado que requiere de intervención debido a que se encuentra en estado **muy malo**, el 12% está en estado **malo y** el 6% se encuentra en un nivel **regular**.

4.5. INTERVENCIÓN AL PAVIMENTO DEL JR. ANGAMOS

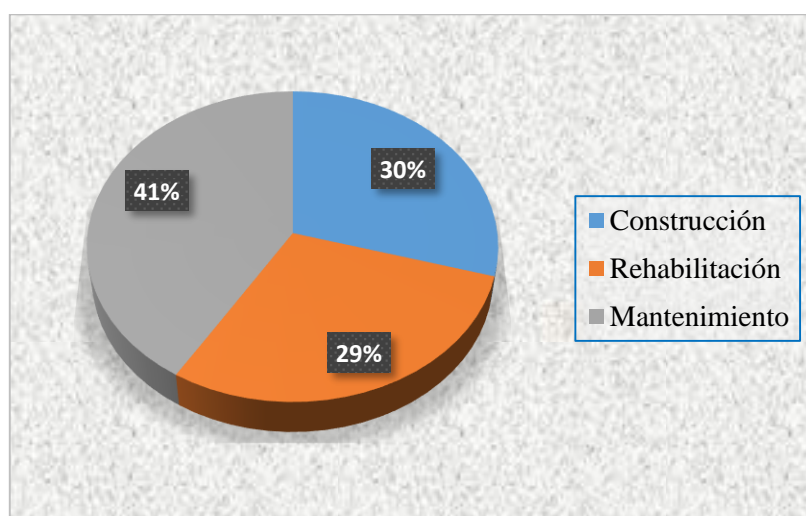
Se realiza la intervención de acuerdo a la tabla N°07, en donde nos da intervalos de análisis, así como: Construcción, rehabilitación y mantenimiento. En la siguiente tabla se detalla.

Tabla N° 0 34: Resumen de intervención a cada UM.

UNIDADES DE MUESTREO	PCI	CONDICIÓN DE PAVIMENTO	INTERVENCIÓN
UM -1	16.90	Muy malo	Construcción
UM -3	26.00	Malo	Construcción
UM -5	18.50	Muy malo	Construcción
UM -7	28.00	Malo	Construcción
UM -9	48.20	Regular	Construcción
UM -11	60.20	Bueno	Rehabilitación
UM -13	78.50	Muy bueno	Mantenimiento
UM -15	79.99	Muy bueno	Mantenimiento
UM -17	39.70	Bueno	Rehabilitación
UM -19	71.80	Muy bueno	Mantenimiento
UM -21	77.00	Muy bueno	Mantenimiento
UM -23	79.50	Muy bueno	Mantenimiento
UM -25	67.30	Bueno	Rehabilitación
UM -27	69.80	Bueno	Rehabilitación
UM -29	64.90	Bueno	Rehabilitación
UM -31	76.00	Muy bueno	Mantenimiento
UM -33	77.00	Muy bueno	Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura N° 0 52: Porcentaje de intervención al pavimento del Jr. Angamos.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Análisis: Analizando el gráfico podemos decir que el 41% del pavimento necesita de un mantenimiento, así como limpieza y sellado de juntas, el 29% requiere de rehabilitación, haciendo una evaluación de las unidades se requiere de hacer el cambio de algunas losas y parches grandes, en cambio el 30% del pavimento requiere de construcción, debido a la alta severidad encontrada, según las unidades de muestreo se intervendría de construcción a la parte inicial del pavimento desde el Jr. Saramacdougall hasta la UM – 09.

4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Culminando con el análisis de resultados se obtuvo lo siguiente.

El PCI más alto de todas las unidades de muestreo fue de **79.99** correspondiente a la **UM - 15**, en la que este resultado nos arroja que el pavimento en esta parte está en un estado **muy bueno**, pero si requiere un una **intervención de mantenimiento**, en cambio el PCI más bajo de las unidades de muestre corresponde a la **UM - 01** con un valor de **16.90**, determinando que el pavimento en esta zona se encuentra en un estado **muy malo**, requiriendo de una intervención de **construcción**, debido al alto contenido de fallas severas.

Haciendo el análisis para el promedio general del PCI en el Jr. Angamos, dio como resultado de **57.61%** correspondiendo a un estado **bueno**, requiriendo una intervención de **rehabilitación** según la tabla N° 07.

Obteniendo los porcentajes de intervención nos determina que el 41% del pavimento requiere de **mantenimiento**, haciendo limpiezas de la calzada y sellado de juntas; el 29% requiere de **rehabilitación**, quiere decir el cambio de algunas losas falladas completamente y algunos parches; en cambio el 30% del pavimento requiere de construcción por el alto grado de severidad en las fallas que se encuentra en esta parte del pavimento.

En concordancia con **Godoy y Ramirez**, se determina que algunas fallas comunes que se encuentra en el pavimento es debido a la rotura del pavimento para instalación de tuberías, ya desde esta rotura se generan fallas en los pavimentos.

Lo que menciona **Camposano y García** está acorde con esta realidad del pavimento del Jr. Angamos de la ciudad de Cajamarca, porque las autoridades se olvidan completamente de los mantenimientos y no hacen estudios de evaluación de los estados en que se encuentran los pavimentos para realizar sus respectivas intervenciones.

4.7. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Contrastando con la hipótesis inicial para el pavimento del Jr. Angamos, desde el Jr. Saramacdougall hasta el Jr. Miguel Carducci, en donde se planteaba que el estudio de la condición del pavimento estaría en un estado regular, con un PCI entre 41% a 55%; según los análisis realizados de acuerdo al estudio de investigación del pavimento del Jr. Angamos da como resultado un PCI de 57.61%, correspondiente a un estado bueno del pavimento, teniendo diferencias a la hipótesis, por lo tanto, correspondería a una hipótesis nula.

4.8. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Las propuestas de alternativas de solución para las principales fallas.

Cuadro de intervenciones para fallas comunes en el pavimento del jirón Angamos.

Tipo de falla	Falla especificada	Severidad	Intervención	Posibles causas
Grietas	lineales, transversales y diagonales	Baja	sellado de grietas	Por combinación de cargas de tránsito, sobrecargas y por esfuerzos de alabeo, fisuras el fraguado y curado de concreto
		Media	sellado de grietas	
		Alta	Reemplazo de losa o parche	
	De retracción	Baja	No se hace nada	
		Media	No se hace nada	
		Alta	No se hace nada	
	De esquina	Baja	No se hace nada	
		Media	sellado de grietas	
		Alta	Parcheo profundo	
	Losa dividida	Baja	No se hace nada	
		Media	Sellado de grietas	
		Alta	Reemplazo de losa	
Descascaramientos	De esquina	Baja	Parcheo parcial	Esfuerzos en las juntas y esquina por manipulaciones e infiltraciones de material extraño
		Media	Parcheo parcial	
		Alta	sellado de grietas	
	De junta	Baja	No se hace nada	
		Media	Parcheo parcial	
		Alta	Reconstrucción de la junta	
Parche	Grande	Baja	No se hace nada	Rotura o corte del pavimento original y mal reemplazado
		Media	sellado de grietas	
		Alta	Reemplazo de parche	
	Pequeño	Baja	No se hace nada	
		Media	sellado de grietas	
		Alta	Reemplazo de parche	
Superficie		Baja		

	Pulimiento de superficie	Media	Ranurado de la superficie	alta circulación de tránsito y aplicación de carga
		Alta		

Fuente: elaboración propia, 2018.

➤ **Aplicaciones para las intervenciones en las fallas encontradas más comunes en el pavimento del jirón Angamos de la ciudad de Cajamarca.**

✓ **Grietas longitudinales**

Este es uno de las fallas más comunes en el pavimento del Jr. Angamos, para solucionar se recomienda el sellado de la grieta con material mástic asfáltico, pero solo para determinadas grietas por decir si solo existe esta falla en una losa. Para la aplicación de este material, se tiene que hacer una limpieza a lo largo de la fisura expulsando todo material sucio que se haya depositado en la fisura. Altamirano (2007) nos dice que el espesor del material sellante será como mínimo de 15 mm, y deberá quedar entre 4 y 5 mm, por debajo de la superficie del pavimento.

✓ **Grieta transversal**

Esta falla se encontrado en varias losas del pavimento, la solución para esta falla seria de la misma forma que a las gritas longitudinales, pero solo se debe reparar para gritas de 30mm de ancho. Según Altamirano (2007) el espesor de este material será como mínimo 20 mm, el relleno deberá quedar de 4 a 5 mm por debajo de la superficie del pavimento.

✓ **Grietas de esquina.**

Las gritas de esquina se generan por falta de sello de las juntas, ingresa el agua de lluvia y causan un cambio de volumen en la base, generando la fisura. Entonces para la reparación se debe limpiar bien y se aplica el material mástic asfáltico, teniendo las mismas consideraciones para las fisuras longitudinales.

✓ **Para pulimiento de agregados**

Generalmente es por el alto índice de tráfico de vehículos, generando mayor fricción entre los neumáticos y la capa de rodadura y causando un desgaste en la superficie. Para solucionar esta falla seria colocando un parche en la zona más afectada, para que tenga adherencia se debe de picar con un cincel y luego limpiar bien todo el material a expulsar y seguidamente hacer el vaciado de la mezcla para hacer el parche.

✓ **Para descascaramiento de juntas y de esquina**

Generalmente este problema se debe por falta de sello de juntas, para solucionarlo es necesario dar mantenimiento periódico a las juntas, sellando nuevamente y evitando que se infiltre el agua y deteriore de los bordes de las losas del pavimento.

Para la reparación se debe retirar todo el material extraño y suelto que se encuentre en la falla, Altamirano (2007) dice que el sello se realizará con una mezcla de arena- emulsión asfáltica con una dosis mínima de 18% de emulsión, La arena deberá ajustarse a alguna de las granulometrías que se indican:

✓ **Losa dividida**

Generalmente esta falla es común en las primeras unidades de muestreo, teniendo varias losas divididas mayores a 4 pedazos cada losa. Entonces se trata de una falla severa en donde se debe tomar acciones de reparación desde la subbase, quitando todo el material y colocando nueva losa de concreto rígido.

5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ Finalmente, después de analizar las fallas que se encontraron en el pavimento del Jr. Angamos de la ciudad de Cajamarca, se determinó que la falla más común encontrada es el de pulimiento de superficie, siendo el 50% de todas las fallas encontradas antes descritas, seguidamente por las grietas longitudinales teniendo un 12% del pavimento, luego se encontró las grietas de retracción presentando un 10%, y el 28% de fallas corresponde a: grietas transversales, parche grande, descascaramiento de juntas, grietas de esquina, grietas en bloque, descascaramiento de esquina, parche pequeño. Presentando 10 tipos de fallas a lo largo del pavimento estudiado, verificando la topografía va en pendiente negativa de 0.65% en promedio, iniciando desde el jirón Saramacdougall hasta el jirón Miguel Carducci.

- ✓ Haciendo todos los cálculos anteriores se culminó con el índice de condición del pavimento (PCI) del Jr. Angamos, teniendo como resultado el promedio, siendo el 57.61%, quien determinando que se encuentra en un estado bueno, requiriendo de rehabilitación del pavimento.

- ✓ El pavimento del jirón Angamos se encuentra en diferentes estados, teniendo el 41% en estado **muy bueno**, el 29% del pavimento corresponde a un estado **bueno**, el 12% se trata del pavimento en estado **muy malo**, el 12% pertenece a un estado **malo**, en cambio el 6% representa a un estado **regular**; La toma de decisiones de acuerdo a los resultados de condición del pavimento para las intervenciones usando la tabla de la ASTM D6433-07 se tiene que el **41%** del pavimento requiere solamente de **mantenimiento**, en lo que será limpieza de la calza y relleno de las juntas de dilatación, mientras que el **29%** requiere de **rehabilitación**, para solucionarlo es necesario hacer el cambio de algunas losas y parches, pero el **30%** del pavimento requiere de **construcción**, esta parte del pavimento se encuentra deteriorado debido a las fallas severas que se encontraron en la inspección, por lo tanto esta parte solo necesita de construcción de pavimento nuevo.

5.2. RECOMENDACIONES.

- ✓ Se recomienda realizar el trabajo de campo con personal con equipos de protección personal y capacitado para identificar las fallas que se encuentre en el pavimento con ayuda del manual del PCI.
- ✓ Se recomienda implementar un catálogo propio de fotografías con sus respectivas clasificaciones para una rápida identificación del tipo y severidad de la falla que se encuentra en la capa de rodadura del pavimento.
- ✓ La entidad competente y policía de tránsito debe tener un apoyo para este tipo de investigaciones, la entidad brindando equipos para la obtención de datos y la policía salvaguardando la integridad del personal.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AASHTO, 1993. Capítulo I: Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos. V.1, p. 1-10.
- Altamirano, L. 2007. Deterioro de pavimentos rígidos metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones. Manual. Perú. Universidad nacional de ingeniería.
- ASTM D5340-98. 2004. Índice de condición de pavimentos en aeropuertos. Norma. USA.
- ASTM D6433 – 07. Standard Practice for Roads and parking lots pavement condition index surveys. Norma. USA.
- Camposano O, JE. y García C, KV. 2012. Diagnóstico del estado situacional de la vía: AV. Argentina – Av. 24 de junio por el método: Índice de condición del pavimento -2012. Tesis. Perú – Huancayo. Universidad Peruana los Andes. Pg. 7.
- Chuquihuanca C, G. 2014. Evaluación superficial del deterioro del pavimento de concreto rígido en la avenida Pakamuros de la ciudad de Jaén – Cajamarca. Tesis. Cajamarca –Jaen. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cote S, G. y Villalba O, L. 2017. Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de indias y medidas de conservación. caso de estudio: carrera 1ra del barrio Bocagrande. Tesis. Cartagena. Universidad de Cartagena.
- Godoy O, AJ. y Ramírez D, RF. 2006. Patología de pavimentos rígidos de la ciudad de Asunción. Paraguay. Universidad Nacional de Asunción. Pg. 2,6.
- León R, CS. 2017. Análisis del estado de conservación del pavimento flexible del Jr. Chanchamayo desde la cuadra 9 hasta la 14. Por el método: Índice de condición del pavimento. Tesis. Perú – Cajamarca. Universidad nacional de Cajamarca. Pg. 14.
- Montejo F, A. 2002. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Libro. Colombia. Universidad Católica de Colombia. Pg.2.

- Morales O, JP. 2004. Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo. Tesis. Perú. Universidad de Piura.
- Rafael M, J. 2003. Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas. Manual técnico. Perú. Organización internacional del trabajo. Pg. 6.
- Robles B, R. 2015. Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco – suco – Lima. Tesis. Perú. Universidad Ricardo Palma.
- Sánchez R, J. 2017. Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI. Tesis. Perú – Piura. Universidad de Piura. Pg. 9.
- Shahin, M. 2005. Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots. USA. The Asphalt Institute. (1970). Thickness Design--Full Depth Asphalt Pavement Structures for Highways and Streets. Manual. USA. Pg.01.
- UMSS. 2004. Carreteras II. Libro. Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Pg. 4.
- Vásquez V, LR. 2002. Pavement Condition Index (PCI). Para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manual. Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- (16)<http://hugosiescajamarca Peru.blogspot.com/2012/08/ubicacion-de-cajamarca.html>.

7. ANEXOS

7.1. (Anexo 1) Hoja con formato para registro de fallas en el pavimento

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-00)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM---

Abscisa Inicial y Final: 1,1);(2,1)|(5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

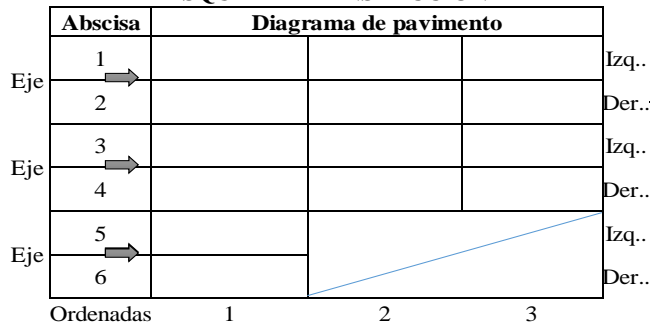
Progresiva: 0+00.00 - 0+----

Fecha:

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas longitudinales.
2	Grietas transversales y/o diagonales.
3	Grietas de esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de juntas.
8	Grietas de retracción y descamación.
9	Descascaramiento de esquina.
10	Pulimiento de superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento localizado)
13	Escala
14	Desnivel carril / berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y bombeo.
17	Parche pequeño deteriorado.
18	Parche grande deteriorado.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

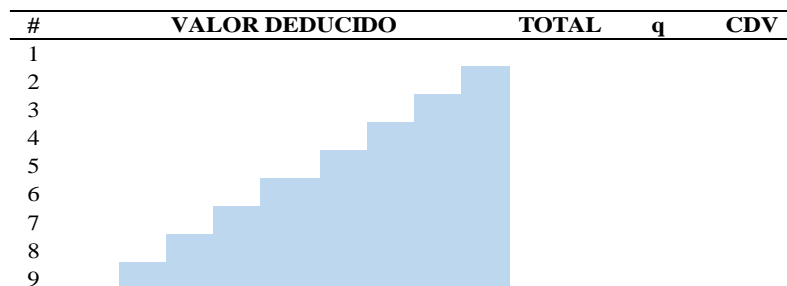
Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
-------	----------	--------------	----------------

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):
 Valor deducido más alto (HDV):
 Núm. Admisibles deducidos (mi):

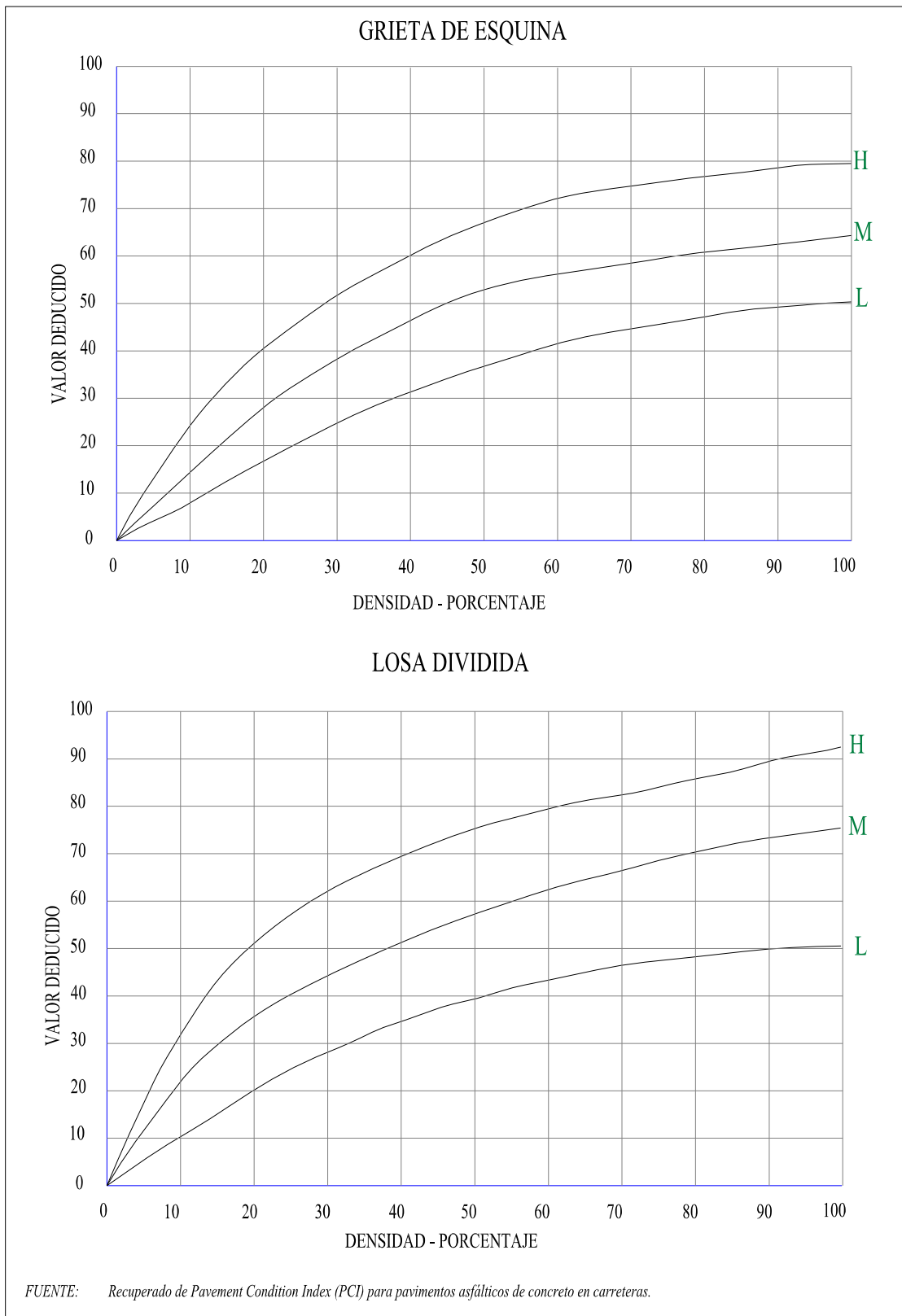
RANGO CALIFICACIÓN

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

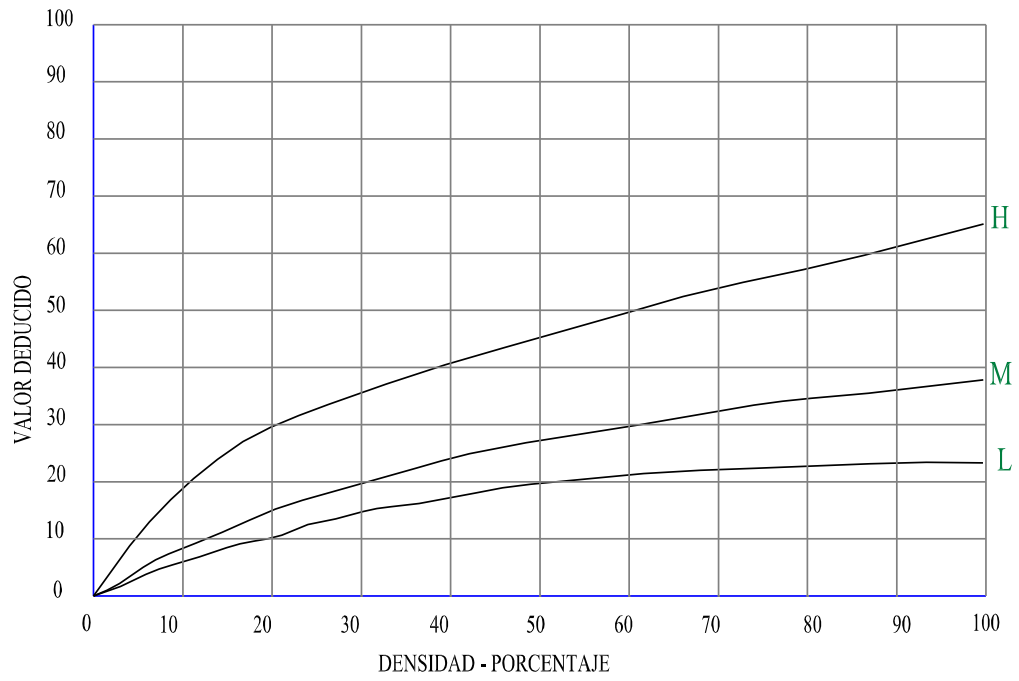


CDV max PCI CALIFICACIÓN

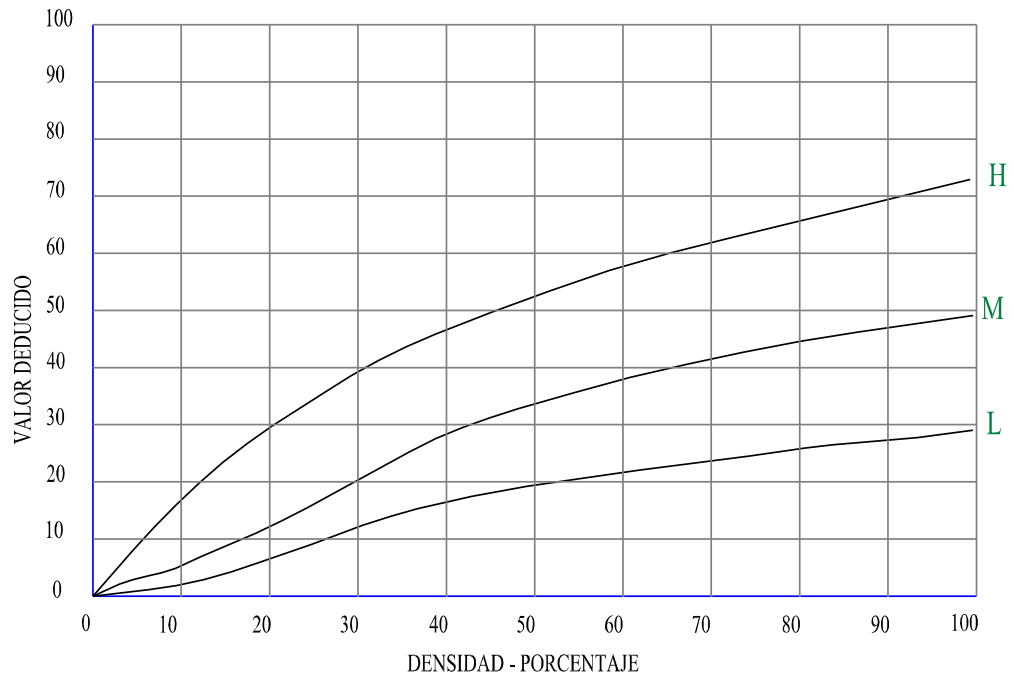
7.2. (Anexo 2) Valores deducidos para las fallas encontradas en el pavimento



GRIETAS LINEALES

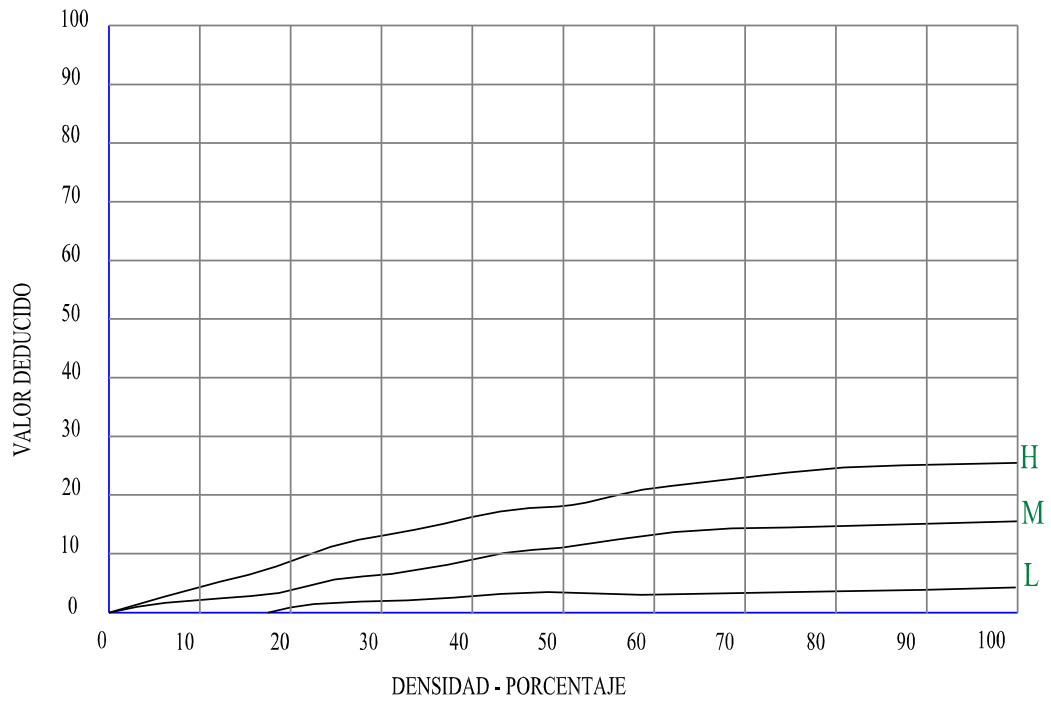


PARCHE GRANDE

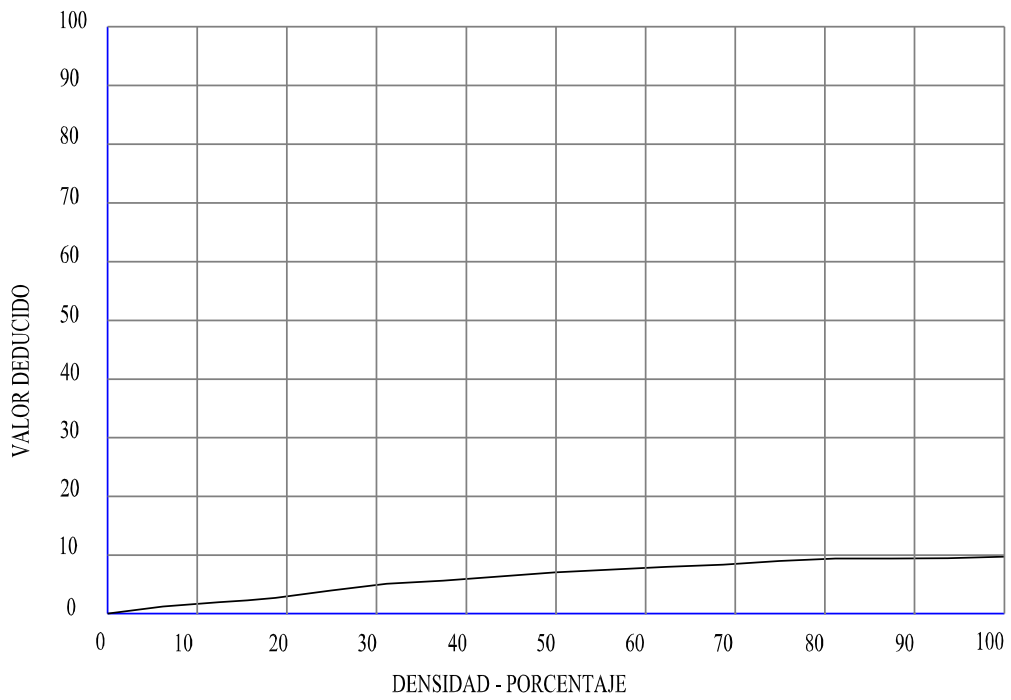


FUENTE: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.

PARCHE PEQUEÑO

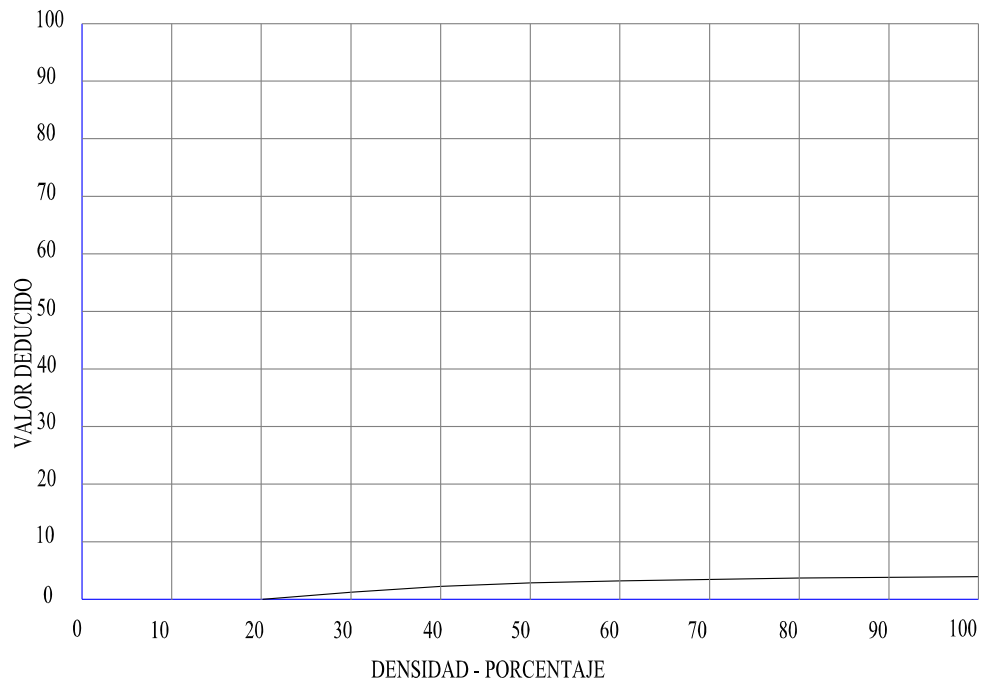


PULIMIENTO DE AGREGADOS

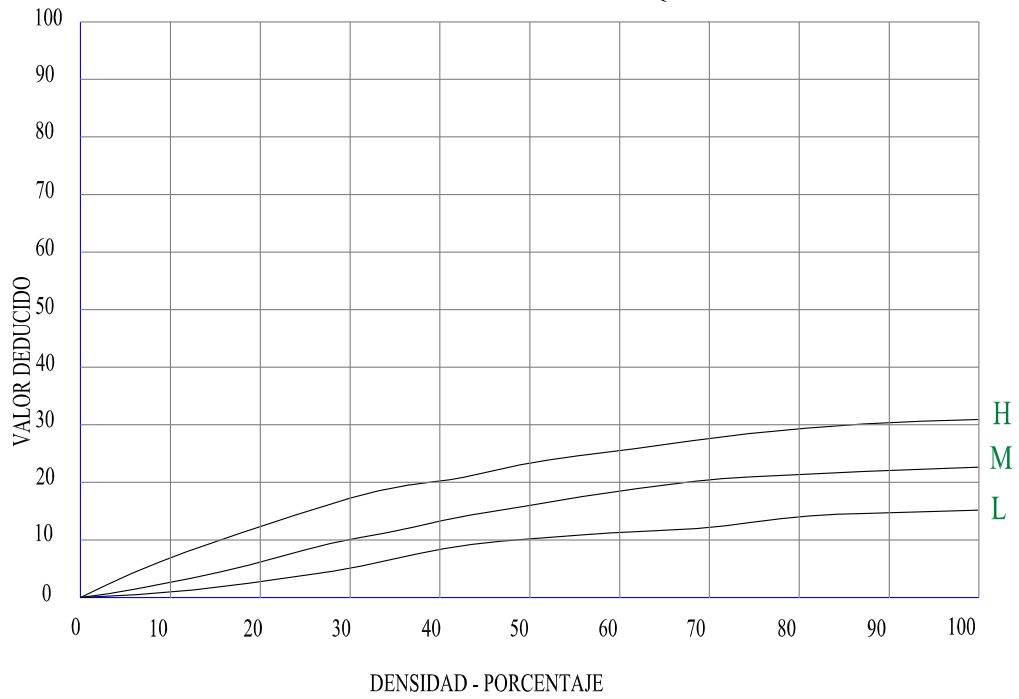


FUENTE: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.

GRIETAS DE RETRACCIÓN

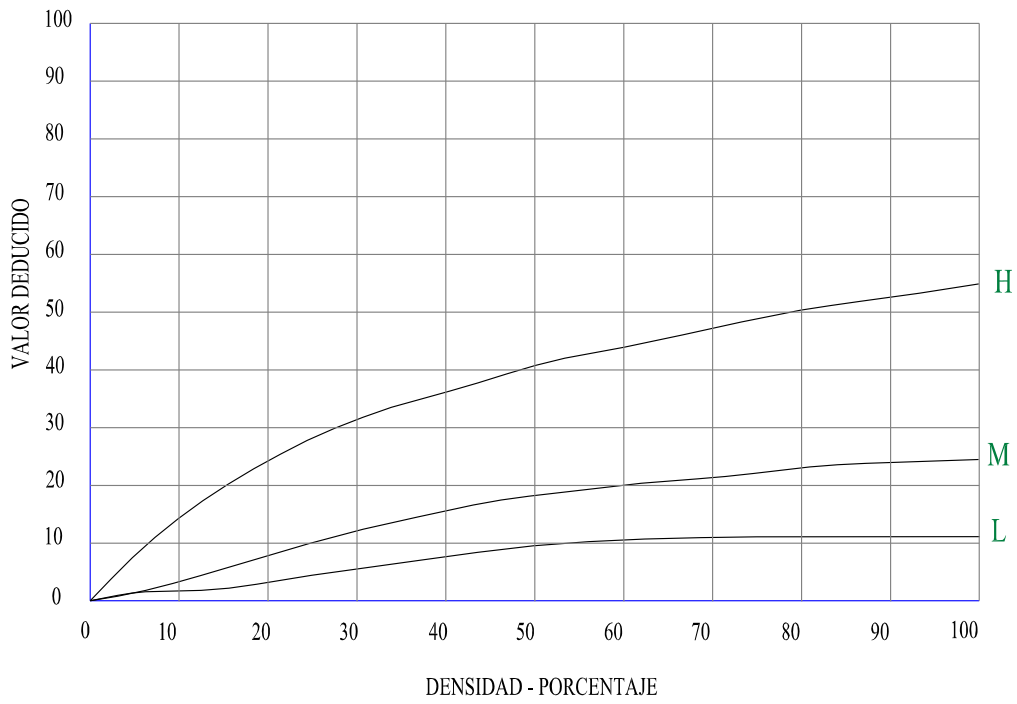


DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA



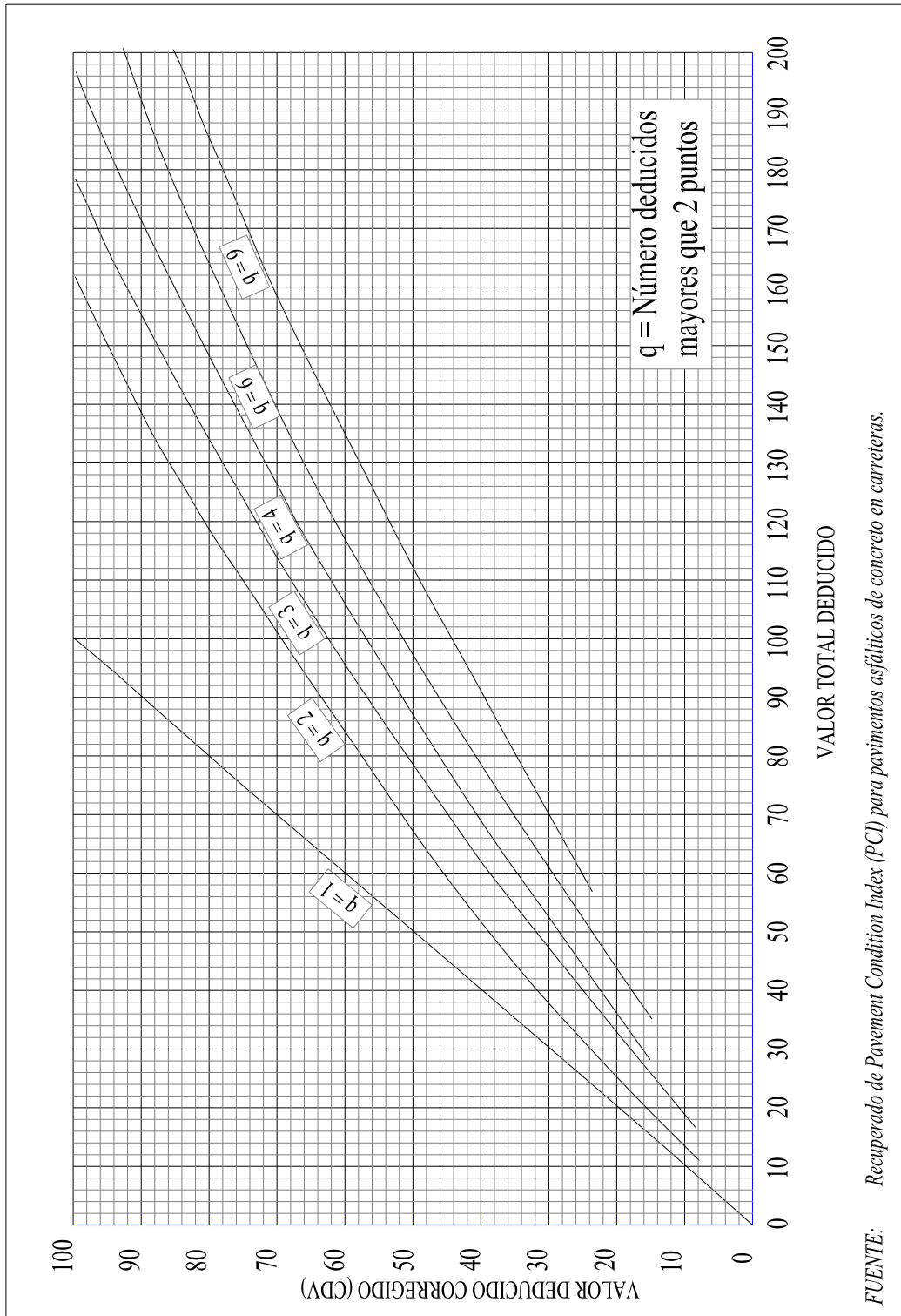
FUENTE: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.

DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS



FUENTE: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.

7.3. (Anexo 3) Gráfico para hallar el valor deducido corregido



7.4. (Anexo 4) Datos de las hojas de unidades de muestreo

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-01)

Nombre de Vía:	Jr. ANGAMOS
Unidad de Muestreo:	UM-01
Abscisa Inicial y Final:	(1,1):(2,1) (5,1):(6,1)
Número de Losas:	14
Progresiva	0+00.00 - 0+26.60
Fecha:	07/01/2019
Inspeccionada por:	Bach. Edwar Bustamante Ruitón

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas longitudinales.
2	Grietas transversales y/o diagonales.
3	Grietas de esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de juntas.
8	Grietas de retracción y descamación.
9	Descascaramiento de esquina.
10	Pulimiento de superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento localizado)
13	Escala
14	Desnivel carril / berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y bombeo.
17	Parche pequeño deteriorado.
18	Parche grande deteriorado.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN					
Abscisa		Diagrama de pavimento			
Eje	1 →	10, 5H	10, 5H	10,3M, 8	Izq..
	2	10, 3H, 8, 9H	10, 5M	10, 3M, 8, 9L	Der..
Eje	3 →	10, 3M	10, 5M	10, 1L, 9L	Izq..
	4	10, 1M, 3H	10, 1M	10, 5M, 18M	Der..
Eje	5 →	10, 8, 9L, 5M	/		Izq..
	6	10, 5M, 7L			Der..
Ordenadas		1	2	3	

Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	7.14%	3.46
1M	2	14.29%	4.95
3M	3	21.43%	26.02
3H	2	14.29%	34.03
5M	5	35.71%	46.94
5H	2	14.29%	38.83
7L	1	7.14%	1.70
8	4	28.57%	0.63
9L	3	21.43%	2.39
10	14	100.00%	9.11
18M	1	7.14%	3.58

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	46.9
Núm. Admisibles deducidos (mi):	5.87

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO									TOTAL	q	CDV
1	46.94	38.83	34.03	26.02	9.11	4.95	3.58	3.46	2.39	169.3	9	74.10
2	46.94	38.83	34.03	26.02	9.11	4.95	3.58	3.46	2.00	168.9	8	75.20
3	46.94	38.83	34.03	26.02	9.11	4.95	3.58	2.00	2.00	167.5	7	78.60
4	46.94	38.83	34.03	26.02	9.11	4.95	2.00	2.00	2.00	165.9	6	80.90
5	46.94	38.83	34.03	26.02	9.11	2.00	2.00	2.00	2.00	162.9	5	82.20
6	46.94	38.83	34.03	26.02	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	155.8	4	83.1
7	46.94	38.83	34.03	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	131.8	3	78.3
8	46.94	38.83	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	99.8	2	68.5
9	46.94	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	62.9	1	62.1

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
83.10	16.90	MUY MALO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-03)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-03

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1) | (5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

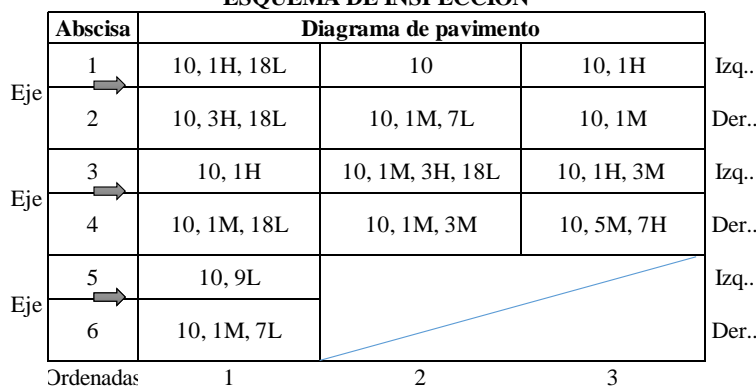
Progresiva; 0+53.20 - 0+79.80

Fecha: 07/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1H	4	28.57%	35.00
1M	6	42.86%	25.10
3H	2	14.29%	32.52
3M	2	14.29%	21.13
5M	1	7.14%	16.47
7H	1	7.14%	11.10
7L	2	14.29%	5.58
9L	1	7.14%	0.48
10	14	100.00%	10.00
18L	4	28.57%	6.05

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	35.0
Núm. Admisibles deducidos (mi):	6.97

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO									TOTAL	q	CDV
1	35.00	32.52	25.10	21.13	16.47	11.10	10.00	6.05	5.58	163.0	9	72.00
2	35.00	32.52	25.10	21.13	16.47	11.10	10.00	6.05	2	159.4	8	73.20
3	35.00	32.52	25.10	21.13	16.47	11.10	10.00	2.00	2.00	155.3	7	74.00
4	35.00	32.52	25.10	21.13	16.47	11.10	2.00	2.00	2.00	147.3	6	73.80
5	35.00	32.52	25.10	21.13	16.47	2.00	2.00	2.00	2.00	138.2	5	72.90
6	35.00	32.52	25.10	21.13	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	123.8	4	68.3
7	35.00	32.52	25.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	104.6	3	64.8
8	35.00	32.52	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	81.5	2	58.0
9	35.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	51.0	1	50.3

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
74.00	26.00	MALO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-05)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-05

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1) | (5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

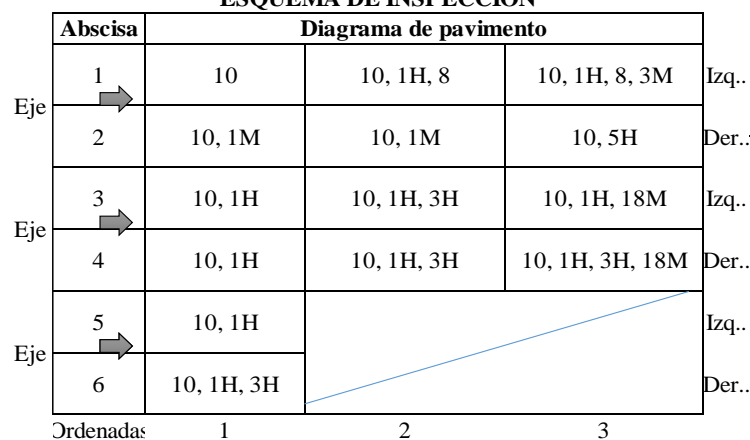
Progresiva: 0+109.07 - 0+139.87

Fecha: 07/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas longitudinales.
2	Grietas transversales y/o diagonales.
3	Grietas de esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de juntas.
8	Grietas de retracción y descamación.
9	Descascaramiento de esquina.
10	Pulimiento de superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento localizado)
13	Escala
14	Desnivel carril / berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y bombeo.
17	Parche pequeño deteriorado.
18	Parche grande deteriorado.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	7
Valor deducido más alto (HDV):	54.8
Núm. Admisibles deducidos (mi):	5.15

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1H	10	71.43%	54.80
1M	2	14.29%	11.00
3H	4	28.57%	50.00
3M	1	7.14%	10.18
5H	1	7.14%	24.78
8	2	14.29%	0.00
10	14	100.00%	10.00
18M	2	14.29%	8.63

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	54.80	50.00	24.78	11.00	10.18	10.00	8.63	169.4	7	80.00
2	54.80	50.00	24.78	11.00	10.18	10.00	2.00	162.8	6	79.50
3	54.80	50.00	24.78	11.00	10.18	2.00	2.00	154.8	5	79.00
4	54.80	50.00	24.78	11.00	2.00	2.00	2.00	146.6	4	78.50
5	54.80	50.00	24.78	2.00	2.00	2.00	2.00	137.6	3	81.50
6	54.80	50.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	114.8	2	77.5
7	54.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	66.8	1	66.0

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
81.50	18.50	MUY MALO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-07)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-07

Abscisa Inicial y Final: (1,1):(2,1) | (5,1):(6,1)

Número de Losas: 14

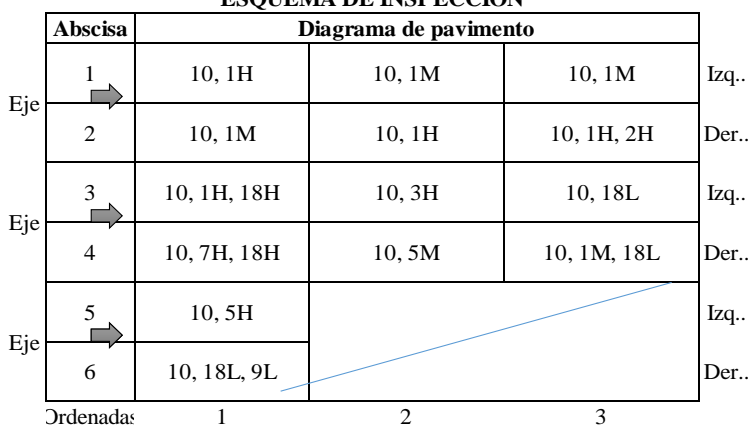
Progresiva: 0+170.66 - 0+201.46

Fecha: 09/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas longitudinales.
2	Grietas transversales y/o diagonales.
3	Grietas de esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de juntas.
8	Grietas de retracción y descamación.
9	Descascaramiento de esquina.
10	Pulimiento de superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento localizado)
13	Escala
14	Desnivel carril / berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y bombeo.
17	Parche pequeño deteriorado.
18	Parche grande deteriorado.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad
L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q): 9
 Valor deducido más alto (HDV): 30.5
 Núm. Admisibles deducidos (mi): 7.38

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1H	4	28.57%	30.50
1M	5	35.71%	21.31
2H	1	7.14%	13.02
3H	1	7.14%	17.50
5H	1	7.14%	24.78
5M	1	7.14%	16.47
10	14	100.00%	10.00
18H	2	14.29%	22.22
18L	2	14.29%	3.26

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO									TOTAL	q	CDV
1	30.50	24.78	22.22	21.31	17.50	16.47	13.02	10.00	3.26	159.1	9	70.02
2	30.50	24.78	22.22	21.31	17.50	16.47	13.02	10.00	2.00	157.8	8	72.00
3	30.50	24.78	22.22	21.31	17.50	16.47	13.02	2.00	2.00	149.8	7	71.50
4	30.50	24.78	22.22	21.31	17.50	16.47	2.00	2.00	2.00	138.8	6	70.00
5	30.50	24.78	22.22	21.31	17.50	2.00	2.00	2.00	2.00	124.3	5	65.78
6	30.50	24.78	22.22	21.31	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	108.8	4	61.35
7	30.50	24.78	22.22	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	89.5	3	55.90
8	30.50	24.78	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	69.3	2	50.08
9	30.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	46.5	1	46.85

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
72.00	28.00	MALO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-09)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-09

Abscisa Inicial y Final: (1,1):(2,1) | (5,1):(6,1)

Número de Losas: 14

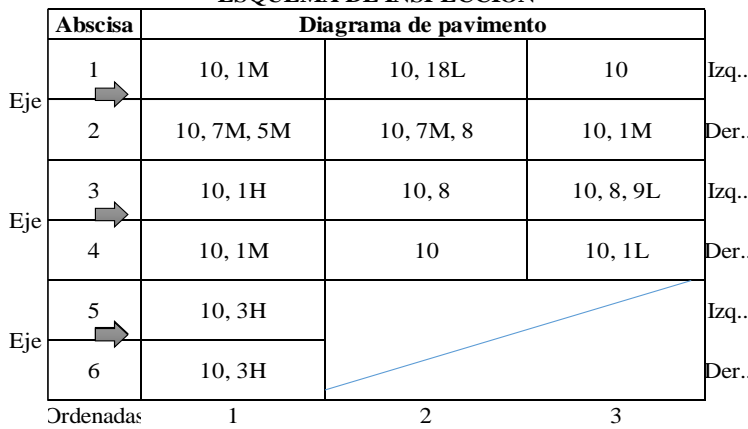
Progresiva: 0+232.96 - 0+264.46

Fecha: 09/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q): 8
 Valor deducido más alto (HDV): 33.1
 Núm. Admisibles deducidos (mi): 7.15

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	7.14%	3.46
1M	3	21.43%	15.30
1H	1	7.14%	14.32
3H	2	14.29%	33.06
5M	1	7.14%	16.47
7M	2	14.29%	5.58
8	3	21.43%	0.00
18L	1	7.14%	3.26
9L	1	7.14%	0.48
10	14	100.00%	10.00

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	33.06	16.47	15.30	14.32	10.00	5.58	3.46	3.26	101.5	8	46.50
2	33.06	16.47	15.30	14.32	10.00	5.58	3.46	2.00	100.2	7	48.00
3	33.06	16.47	15.30	14.32	10.00	5.58	2.00	2.00	98.7	6	50.80
4	33.06	16.47	15.30	14.32	10.00	2.00	2.00	2.00	95.2	5	51.80
5	33.06	16.47	15.30	14.32	2.00	2.00	2.00	2.00	87.2	4	50.00
6	33.06	16.47	15.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	74.8	3	47.90
7	33.06	16.47	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	61.5	2	46.00
8	33.06	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	47.1	1	46.30

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
51.80	48.20	REGULAR

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-11)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-11

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1) | (5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

Progresiva: 0+00.00 - 0+26.60

Fecha: 09/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas longitudinales.
2	Grietas transversales y/o diagonales.
3	Grietas de esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de juntas.
8	Grietas de retracción y descamación.
9	Descascaramiento de esquina.
10	Pulimiento de superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento localizado)
13	Escala
14	Desnivel carril / berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y bombeo.
17	Parche pequeño deteriorado.
18	Parche grande deteriorado.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN

Abscisa	Diagrama de pavimento				
	1	2	3		
Eje 1 →	10, 18L, 7M	10, 1L, 3L	10, 9M	Izq..	
	2	10, 7M	10, 1L	10, 8	Der..
Eje 3 →	3	10,18L	10, 18L, 1H	10, 7M, 8	Izq..
	4	10, 2M, 18L	10, 18L, 7M	10, 1M	Der..
Eje 5 →	5	10, 18L	/		Izq..
	6	10, 1H			Der..

Ordenadas 1 2 3

Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1H	2	14.29%	23.46
1M	1	7.14%	6.41
2M	1	7.14%	6.41
7M	4	28.57%	12.09
8	2	14.29%	0.00
9M	1	7.14%	1.47
10	14	100.00%	10.00
18L	6	42.86%	19.32

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q): 6
 Valor deducido más alto (HDV): 23.46
 Núm. Admisibles deducidos (mi): 8.03

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	23.46	19.32	12.09	10.00	6.41	6.41	77.7	6	38.75
2	23.46	19.32	12.09	10.00	6.41	2.00	73.3	5	39.20
3	23.46	19.32	12.09	10.00	2.00	2.00	68.9	4	39.80
4	23.46	19.32	12.09	2.00	2.00	2.00	60.9	3	38.40
5	23.46	19.32	2.00	2.00	2.00	2.00	50.8	2	39.00
6	23.46	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	33.5	1	32.40

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
39.80	60.20	BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-13)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-13

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1) | (5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

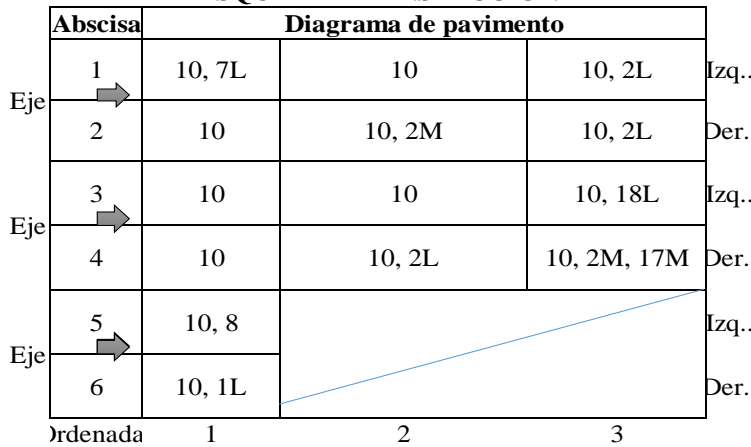
Progresiva: 0+358.93 - 0+390.46

Fecha: 10/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q): 5
 Valor deducido más alto (HD') 10.6
 Núm. Admisibles deducidos (i) 9.21

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	7.14%	3.46
2L	3	21.43%	10.54
2M	2	14.29%	10.62
7L	1	7.14%	1.70
8	1	7.14%	0.00
10	14	100.00%	10.00
17M	1	7.14%	2.54
18L	1	7.14%	1.12

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV	
1	10.62	10.54	10.00	3.46	2.54	37.2	5	18.20
2	10.62	10.54	10.00	3.46	2.00	36.6	4	20.01
3	10.62	10.54	10.00	2.00	2.00	35.2	3	21.30
4	10.62	10.54	2.00	2.00	2.00	27.2	2	21.50
5	10.62	2.00	2.00	2.00	2.00	18.6	1	18.00

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
21.50	78.50	MUY BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-15)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-15

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1)|(5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

Progresiva: 0+419.86 - 0+448.77

Fecha: 10/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |

ESQUEMA DE INSPECCIÓN

Abscisa	Diagrama de pavimento			
Eje 1 →	10	10	10	Izq..
2	10, 7M	10, 7M	10, 7M	Der..
Eje 3 →	10, 7H	10, 18L	10	Izq..
4	10, 8	10, 18L	10	Der..
Eje 5 →	10	/		Izq..
6	10			Der..
Ordenadas	1	2	3	

Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
7M	3	21.43%	8.79
7H	1	7.14%	11.10
8	1	7.14%	0.00
10	14	100.00%	10.00
18L	1	7.14%	3.26

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV
1	11.10 10.00 8.79 3.26	33.2	4	18.05
2	11.10 10.00 8.79 2.00	31.9	3	18.80
3	11.10 10.00 2.00 2.00	25.1	2	20.01
4	11.10 2.00 2.00 2.00	17.1	1	16.60

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q): 4
 Valor deducido más alto (HDV): 11.1
 Núm. Admisibles deducidos (mi): 9.16

RANGO CALIFICACION

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

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
20.01	79.99	MUY BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-17)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-17

Abscisa Inicial y Final: (1,1):(2,1) | (5,1):(6,1)

Número de Losas: 14

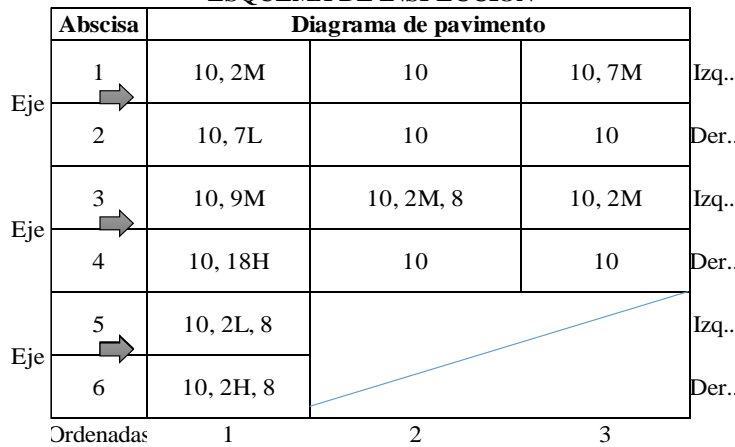
Progresiva: 0+477.57 - 0+505.57

Fecha: 10/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	1	7.14%	4.35
2M	3	21.43%	15.30
2H	1	7.14%	13.02
7L	1	7.14%	1.70
7M	1	7.14%	2.19
8	3	21.43%	0.21
10	14	100.00%	10.00
18H	1	7.14%	11.15

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q): 6
 Valor deducido más alto (HDV): 15.3
 Núm. Admisibles deducidos (mi): 8.78

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	15.30	11.15	10.62	10.00	7.80	2.19	57.1	6	27.70
2	15.30	11.15	10.62	10.00	7.80	2.00	56.9	5	30.30
3	15.30	11.15	10.62	10.00	2.00	2.00	51.1	4	29.00
4	15.30	11.15	10.62	2.00	2.00	2.00	43.1	3	26.90
5	15.30	11.15	2.00	2.00	2.00	2.00	34.5	2	27.20
6	15.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	25.3	1	24.20

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
30.30	69.70	BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-19)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-19

Abscisa Inicial y Final: (1,1):(2,1) | (5,1):(6,1)

Número de Losas: 14

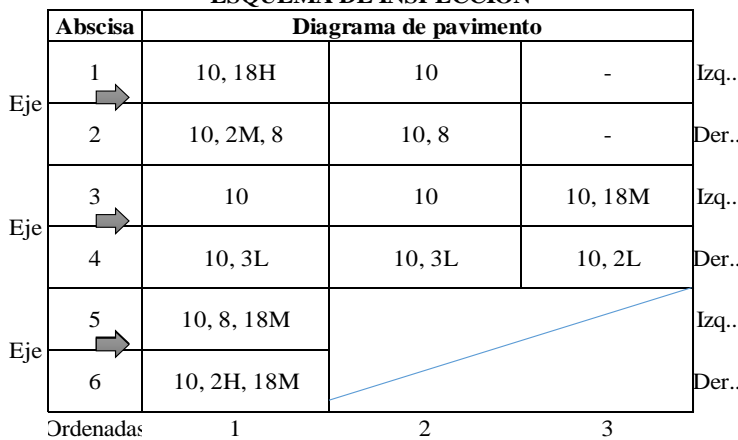
Progresiva: 0+533.56 - 0+561.56

Fecha: 14/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas longitudinales.
2	Grietas transversales y/o diagonales.
3	Grietas de esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de juntas.
8	Grietas de retracción y descamación.
9	Descascaramiento de esquina.
10	Pulimiento de superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento localizado)
13	Escala
14	Desnivel carril / berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y bombeo.
17	Parche pequeño deteriorado.
18	Parche grande deteriorado.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	1	7.14%	4.35
2M	1	7.14%	6.41
2H	1	7.14%	13.02
3L	1	7.14%	5.54
8	2	14.29%	0.00
10	12	85.71%	9.11
18M	3	21.43%	10.00
18H	1	7.14%	11.15

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q): 7
 Valor deducido más alto (HDV): 13.0
 Núm. Admisibles deducidos (mi): 8.99

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	13.02	11.15	10.00	9.11	6.41	5.54	4.35	59.6	7	27.10
2	13.02	11.15	10.00	9.11	6.41	5.54	2.00	57.2	6	27.70
3	13.02	11.15	10.00	9.11	6.41	2.00	2.00	53.7	5	28.20
4	13.02	11.15	10.00	9.11	2.00	2.00	2.00	49.3	4	28.00
5	13.02	11.15	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	42.2	3	26.70
6	13.02	11.15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.2	2	27.05
7	13.02	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	25.0	1	24.90

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
28.20	71.80	MUY BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-21)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-21

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1)|(5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

Progresiva: 0+589.56 - 0+617.56

Fecha: 14/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas longitudinales.
2	Grietas transversales y/o diagonales.
3	Grietas de esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de juntas.
8	Grietas de retracción y descamación.
9	Descascaramiento de esquina.
10	Pulimiento de superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento localizado)
13	Escala
14	Desnivel carril / berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y bombeo.
17	Parche pequeño deteriorado.
18	Parche grande deteriorado.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN

Eje	Abscisa	Diagrama de pavimento			
		1	2	3	
Eje	1 →	10, 8	10	10	Izq..
	2	10	10, 8	10	Der..
Eje	3 →	10	10, 7M	10	Izq..
	4	10, 18H	10, 7M	10, 7H	Der..
Eje	5 →	10, 8, 7L	/		Izq..
	6	10, 9M			Der..

Ordenadas 1 2 3

Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
7L	1	7.14%	1.7
7M	2	14.29%	5.58
7H	1	7.14%	11.1
9M	1	7.14%	1.47
10	14	100.00%	10
18H	1	7.14%	11.15

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	4
Valor deducido más alto (HDV):	11.2
Núm. Admisibles deducidos (mi)	9.16

#	VALOR DEDUCIDO		TOTAL		q	CDV	
1	11.15	11.15	10.00	9.11	41.4	4	23.00
2	11.15	11.15	10.00	2.00	34.3	3	21.10
3	11.15	11.15	2.00	2.00	26.3	2	21.70
4	11.15	2.00	2.00	2.00	17.2	1	16.90

RANGO CALIFICACIÓN

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

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
23.00	77.00	MUY BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-23)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-23

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1) | (5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

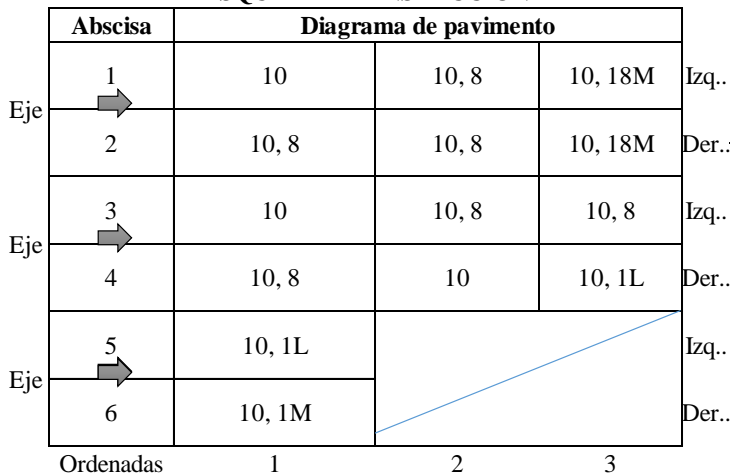
Progresiva; 0+645.51 - 0+673.52

Fecha: 14/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	valor deducid
1L	2	14.29%	7.8
1M	1	7.14%	6.41
8	6	42.86%	2.44
10	14	100.00%	10
18M	2	14.29%	8.63

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	10.0
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.27

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	10.00	8.63	7.80	6.41	2.44	35.3	5	17.10
2	10.00	8.63	7.80	6.41	2.00	34.8	4	19.80
3	10.00	8.63	7.80	2.00	2.00	30.4	3	18.40
4	10.00	8.63	2.00	2.00	2.00	24.6	2	20.00
5	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	18.0	1	20.50

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
20.50	79.50	MUY BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-25)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-25

Abscisa Inicial y Final: (1,1):(2,1) | (5,1):(6,1)

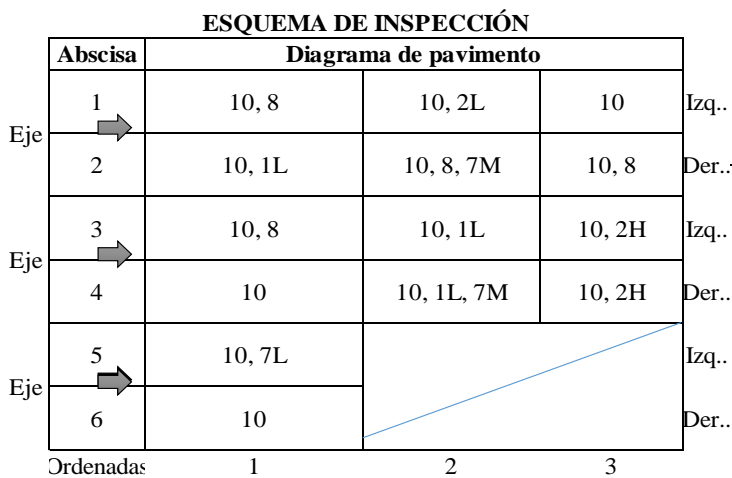
Número de Losas: 14

Progresiva: 0+698.00 - 0+722.50

Fecha: 15/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	21.43%	10.54
2L	1	7.14%	4.35
2H	2	14.29%	23.46
7L	1	7.14%	1.7
7M	2	14.29%	5.58
8	4	28.57%	0.63
10	14	100.00%	10

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	23.5
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.03

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

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	23.46	10.54	10.00	5.58	4.35	53.9	5	28.00
2	23.46	10.54	10.00	5.58	2.00	51.6	4	29.70
3	23.46	10.54	10.00	2.00	2.00	48.0	3	30.50
4	23.46	10.54	2.00	2.00	2.00	40.0	2	32.70
5	23.46	2.00	2.00	2.00	2.00	31.5	1	31.10

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
32.70	67.30	BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-27)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-27

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1)|(5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

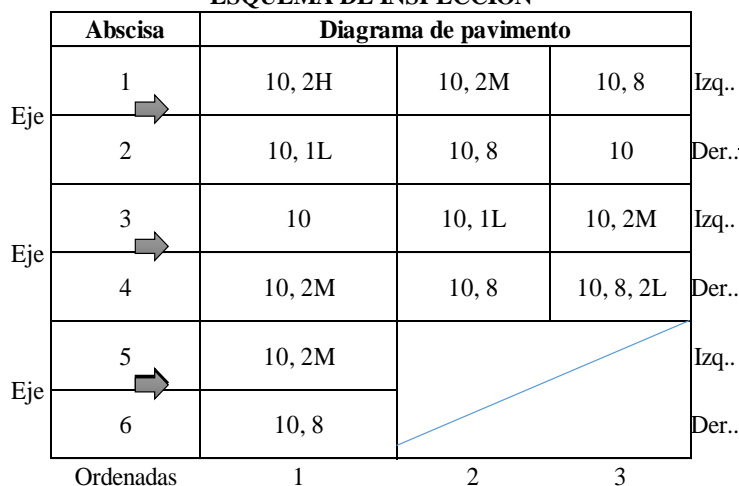
Progresiva: 0+747.00 - 0+771.50

Fecha: 15/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	14.29%	7.8
2M	4	28.57%	18.65
2H	1	7.14%	13.02
8	5	35.71%	2.1
10	14	100.00%	10

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	18.7
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.47

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	18.65	13.02	10.00	7.80	2.10	51.6	5	26.70
2	18.65	13.02	10.00	7.80	2.00	51.5	4	29.10
3	18.65	13.02	10.00	2.00	2.00	45.7	3	28.90
4	18.65	13.02	2.00	2.00	2.00	37.7	2	30.20
5	18.65	2.00	2.00	2.00	2.00	26.7	1	26.20

RANGO CALIFICACIÓN

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

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
30.20	69.80	BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-29)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-29

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1)|(5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

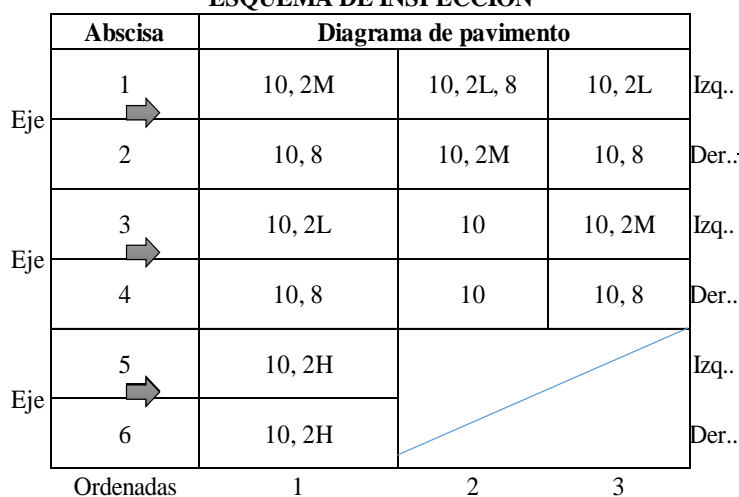
Progresiva: 0+796.00 - 0+820.50

Fecha: 15/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	3	21.43%	10.54
2M	3	21.43%	15.30
2H	2	14.29%	23.46
8	5	35.71%	2.10
10	14	100.00%	10.00

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	23.5
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.03

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	23.46	15.30	10.54	10.00	2.10	61.4	5	32.20
2	23.46	15.30	10.54	10.00	2.00	61.3	4	35.10
3	23.46	15.30	10.54	2.00	2.00	53.3	3	33.90
4	23.46	15.30	2.00	2.00	2.00	44.8	2	35.00
5	23.46	2.00	2.00	2.00	2.00	31.5	1	30.80

RANGO CALIFICACIÓN

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

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
35.10	64.90	BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-31)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-31

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1)|(5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

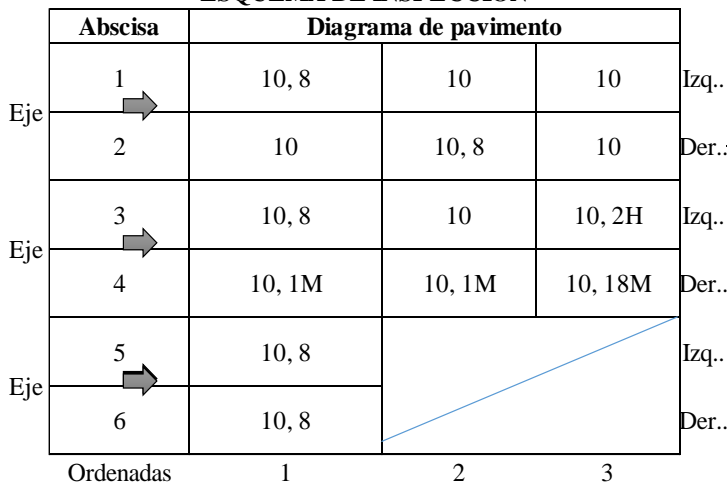
Progresiva: 0+845.00 - 0+869.50

Fecha: 16/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

- | N° | TIPO DE FALLA |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Grietas longitudinales. |
| 2 | Grietas transversales y/o diagonales. |
| 3 | Grietas de esquina. |
| 4 | Grietas de durabilidad "D". |
| 5 | Grietas en bloque. |
| 6 | Deterioro de sello. |
| 7 | Descascaramiento de juntas. |
| 8 | Grietas de retracción y descamación. |
| 9 | Descascaramiento de esquina. |
| 10 | Pulimiento de superficie. |
| 11 | Desintegración, agujeros (popouts) |
| 12 | Blow Up (Levantamiento localizado) |
| 13 | Escala |
| 14 | Desnivel carril / berma |
| 15 | Hundimiento (Punzamiento). |
| 16 | Exudación y bombeo. |
| 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 18 | Parche grande deteriorado. |

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	2	14.29%	10.62
2H	1	7.14%	13.02
8	5	35.71%	2.10
10	14	100.00%	10.00
18M	1	7.14%	3.58

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	13.0
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.99

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	13.02	10.62	10.00	3.58	2.10	39.3	5	20.00
2	13.02	10.62	10.00	3.58	2.00	39.2	4	22.00
3	13.02	10.62	10.00	2.00	2.00	37.6	3	22.80
4	13.02	10.62	2.00	2.00	2.00	29.6	2	24.00
5	13.02	2.00	2.00	2.00	2.00	21.0	1	19.80

RANGO CALIFICACIÓN

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

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
24.00	76.00	MUY BUENO

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-33)

Nombre de Vía: Jr. ANGAMOS

Unidad de Muestreo: UM-33

Abscisa Inicial y Final: (1,1);(2,1) | (5,1);(6,1)

Número de Losas: 14

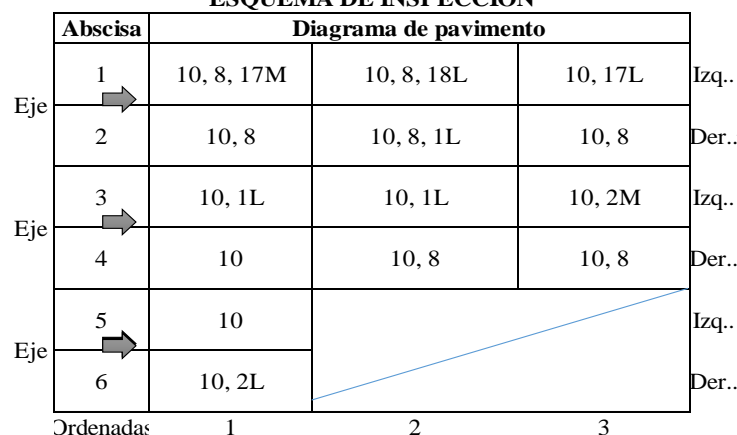
Progresiva: 0+890.50 - 0+915.00

Fecha: 16/01/2019

Inspeccionada por: Bach. Edwar Bustamante Ruitón

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas longitudinales.
2	Grietas transversales y/o diagonales.
3	Grietas de esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de juntas.
8	Grietas de retracción y descamación.
9	Descascaramiento de esquina.
10	Pulimiento de superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento localizado)
13	Escala
14	Desnivel carril / berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y bombeo.
17	Parche pequeño deteriorado.
18	Parche grande deteriorado.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Númmeros deducidos > 2 (q):	6
Valor deducido más alto (HDV):	10.5
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.22

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	21.43%	10.54
2L	1	7.14%	4.35
2M	1	7.14%	6.41
8	4	28.57%	0.63
10	14	100.00%	10.00
17L	1	7.14%	0.00
17M	1	7.14%	2.54
18L	1	7.14%	3.26

RANGO CALIFICACIÓN

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

#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	10.54	10.00	6.41	4.35	3.26	2.54	37.1	6	16.00
2	10.54	10.00	6.41	4.35	3.26	2.00	36.6	5	17.80
3	10.54	10.00	6.41	4.35	2.00	2.00	35.3	4	19.30
4	10.54	10.00	6.41	2.00	2.00	2.00	33.0	3	20.10
5	10.54	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	28.5	2	23.00
6	10.54	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	20.5	1	20.20

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
23.00	77.00	MUY BUENO

7.5. (Anexo 5) Fotografías de principales fallas encontradas en el pavimento del Jr. Angamos.

Figura N° 0 53: Fotos de unidad de muestreo 01.



Tipo de fallas: Parche grande y grieta de esquina.

Figura N° 0 54: Fotos de unidad de muestreo 03.



Tipo de fallas: Grietas en bloque y grieta longitudinal.

Figura N° 0 55: Fotos de unidad de muestreo 05.



Tipo de fallas: Grietas longitudinal.

Figura N° 0 56: Fotos de unidad de muestreo 07.



Tipo de fallas: Grietas longitudinal y grietas en bloque.

Figura N° 0 57: Fotos de unidad de muestreo 09.



Tipo de fallas: Grietas longitudinal y grietas de retracción.

Figura N° 0 58: Fotos de unidad de muestreo 11.



Tipo de fallas: Parche grande y descascamiento de junta.

Figura N° 0 59: Fotos de unidad de muestreo 13.



Tipo de fallas: Grieta transversal y grietas de retracción.

Figura N° 0 60: Fotos de unidad de muestreo 15.



Tipo de fallas: Grieta esquina y parche grande.

Figura N° 0 61: Fotos de unidad de muestreo 17.



Tipo de fallas: Grieta retracción y descascaramiento de junta.

Figura N° 0 62: Fotos de unidad de muestreo 19.



Tipo de fallas: Grieta longitudinal y pulimiento de agregados.

Figura N° 0 63: Fotos de unidad de muestreo 21.



Tipo de fallas: Pulimiento de agregados y parche grande.

Figura N° 0 64: Fotos de unidad de muestreo 23.



Tipo de fallas: Grietas de retracción y pulimiento de agregados.

Figura N° 0 65: Fotos de unidad de muestreo 25.



Tipo de fallas: Parche grande.

Figura N° 0 66: Fotos de unidad de muestreo 27.



Tipo de fallas: Parche grande y grieta longitudinal.

Figura N° 0 67: Fotos de unidad de muestreo 29.



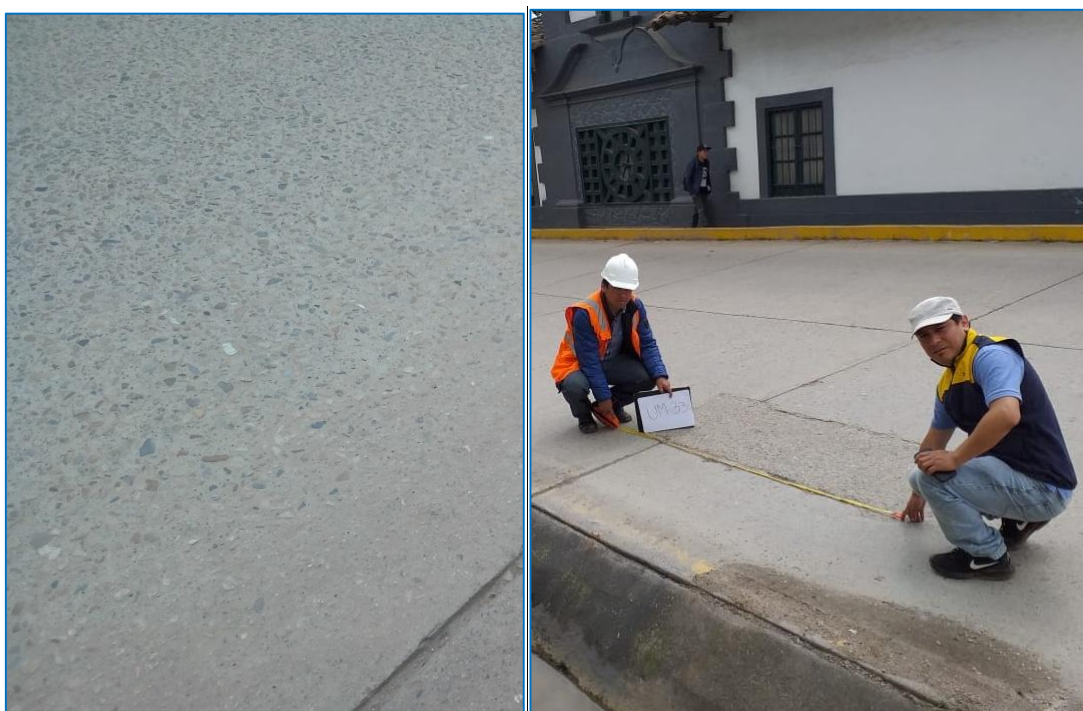
Tipo de fallas: Grietas de retracción.

Figura N° 0 68: Fotos de unidad de muestreo 31.



Tipo de fallas: Pulimiento de agregados y medida de paño.

Figura N° 0 69: Fotos de unidad de muestreo 33.



Tipo de fallas: Pulimiento de agregados y parche grande deteriorado.

Figura N° 0 70: Levantamiento topográfico.



Descripción: Primera estación para toma de datos del punto inicial en el jr. Angamos.

Figura N° 0 71: Equipo de topografía.



Descripción: Levantamiento topográfico con estación total Leica-TS06. Toma de datos del punto final.

Figura N° 0 72: Materiales de medición, para inspección de fallas.



Descripción: Regla metálica de 30cm, wincha de 5m, cuaderno de apuntes.

Figura N° 0 73: Toma de datos inspeccionado por el asesor de tesis.



Descripción: Punto de inicio del pavimento de estudio. Grieta longitudinal en UM 03 severidad alta.



Descripción: Parche grade deteriorado en UM -07. Pulimiento de agregados en UM-13.

7.6. (Anexo 6) Planos: Ubicación, perfil longitudinal y unidades de muestreo.