

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA
AV. JORGE BASADRE GROHMANN DEL DISTRITO DE
POCOLLAY TRAMO AV. JORGE BASADRE GROHMANN ESTE –
AV. BASADRE Y FORERO, APLICANDO EL MÉTODO DEL PCI”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. MARCO ANTONIO CHRISTIAN GUZMAN NAVARRO

TACNA – PERÚ

2017

Dedicatoria

A Dios, quien siempre me acompaña en cada momento y cualquier lugar; a mi madre quien confía en mí y me ha cuidado con amor; a mi hermana quien siempre ha sido el mejor referente.

M. Guzmán

Agradecimiento

Agradezco a mi asesor y a los jurados dictaminadores por confiar en mí y mi esfuerzo a fin de culminar correctamente la presente tesis.

M. Guzmán

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL	Página
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. Descripción del problema:	18
1.2. Formulación del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. Justificación e importancia.....	19
1.4. Objetivos	20
1.4.1. Objetivo General.....	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.5. Hipótesis	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes del estudio.....	22
2.2. Bases teóricas	23
2.3. Definición de términos	23
2.3.1. Pavimentos.....	23
2.3.2. Tipos de pavimentos.....	24
2.3.3. Comportamiento estructural de los pavimentos	24
2.3.4. Evaluación de Pavimentos.....	26
2.3.5. Métodos de Evaluación Superficial	27
2.3.6. Otros métodos de evaluación superficial.....	36
2.3.7. Conservación Vial	50
2.3.8. Manual de Daños en vías con superficie de concreto asfáltico	51
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	86
3.1. Tipo y nivel de la investigación	86
3.2. Población y/o muestra de estudio.....	86
3.3. Operacionalización de variables	89
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	90
3.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento.....	90
3.5. Procesamiento y análisis de datos	91
3.5.1. Determinación de las unidades de muestro para inspección.....	91
3.5.2. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.....	97

CAPÍTULO IV: RESULTADOS	127
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	139
5.1. Discusión	139
5.1.1. Interpretación de Resultados del Método PCI	139
5.1.1.1. De los parámetros de evaluación	139
5.1.1.2. De los valores del PCI	140
5.1.1.3. De la condición del pavimento	142
5.1.2. Ensayo Rugosímetro de Merlín.....	144
5.1.3. Conservación del pavimento	148
5.1.3.1. Del tipo de conservación.....	150
5.1.3.2. De las unidades de muestra para mantenimiento.....	155
CONCLUSIONES.....	157
RECOMENDACIONES	159
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	160
ANEXOS.....	162

Lista de Tablas

Página

Tabla 1. Rangos de calificación del PCI.....	29
Tabla 2. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.	30
Tabla 3. Calificación del pavimento método DNIT.....	38
Tabla 4. Algoritmo para elegir la estrategia de acción (Programa de asistencia técnica en transporte urbano-México).	40
Tabla 5. Relación del índice de estado con la categoría de acción (Programa de asistencia técnica en transporte urbano-México).	40
Tabla 6. Clasificación de la condición de un pavimento para carreteras Sealcoat – traducido.....	41
Tabla 7. Degradación del tipo A (método VIZIR).....	44
Tabla 8. Degradación del tipo B (método VIZIR).....	45
Tabla 9. Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A (método VIZIR).....	46
Tabla 10. Niveles de gravedad de los deterioros del tipo B (método VIZIR).....	47
Tabla 11. Calificación del Estado de la Superficie del Pavimento-VIZIR.....	48
Tabla 12. Niveles de severidad para huecos.	74
Tabla 13. Operacionalización de la variable independiente.....	89
Tabla 14. Operacionalización de la variable dependiente.....	90
Tabla 15. Número y fechas de las inspecciones de las unidades de muestreo.	91
Tabla 16. Valores N, n, i de las secciones del Tramo 01.	95
Tabla 17. Valores N, n, i de las secciones del Tramo 02.	95
Tabla 18. Enumeración de la Unidades de Muestra del Tramo 01.....	96
Tabla 19. Enumeración de la Unidades de Muestra del Tramo 02.....	97
Tabla 20. Proceso de iteración - máximo CDV	101
Tabla 21. Parámetros de evaluación – Tramo 01	102
Tabla 22. Parámetros de evaluación - Tramo 02.....	102
Tabla 23. Hoja de Registro - U.M. 01	103
Tabla 24. Hoja de Registro - U.M. 02	103
Tabla 25. Hoja de Registro - U.M. 03	104
Tabla 26. Hoja de Registro - U.M. 04	104
Tabla 27. Hoja de Registro - U.M. 05	105
Tabla 28. Hoja de Registro - U.M. 06	105
Tabla 29. Hoja de Registro - U.M. 07	106
Tabla 30. Hoja de Registro - U.M. 08	106
Tabla 31. Hoja de Registro - U.M. 09	107
Tabla 32. Hoja de Registro - U.M. 10	107
Tabla 33. Hoja de Registro - U.M. 11	108
Tabla 34. Hoja de Registro - U.M. 12	108
Tabla 35. Hoja de Registro - U.M. 13	109
Tabla 36. Hoja de Registro - U.M. 14	109
Tabla 37. Hoja de Registro - U.M. 15	110
Tabla 38. Hoja de Registro - U.M. 16	110

Tabla 39. Hoja de Registro - U.M. 17	111
Tabla 40. Hoja de Registro - U.M. 18	111
Tabla 41. Hoja de Registro - U.M. 19	112
Tabla 42. Hoja de Registro - U.M. 20	112
Tabla 43. Hoja de Registro - U.M. 21	113
Tabla 44. Hoja de Registro - U.M. 22	113
Tabla 45. Hoja de Registro - U.M. 23	114
Tabla 46. Hoja de Registro - U.M. 24	114
Tabla 47. Hoja de Registro - U.M. 01	115
Tabla 48. Hoja de Registro - U.M. 02	115
Tabla 49. Hoja de Registro - U.M. 03	116
Tabla 50. Hoja de Registro - U.M. 04	116
Tabla 51. Hoja de Registro - U.M. 05	117
Tabla 52. Hoja de Registro - U.M. 06	117
Tabla 53. Hoja de Registro - U.M. 07	118
Tabla 54. Hoja de Registro - U.M. 08	118
Tabla 55. Hoja de Registro - U.M. 09	119
Tabla 56. Hoja de Registro - U.M. 10	119
Tabla 57. Hoja de Registro - U.M. 11	120
Tabla 58. Hoja de Registro - U.M. 12	120
Tabla 59. Hoja de Registro - U.M. 13	121
Tabla 60. Hoja de Registro - U.M. 14	121
Tabla 61. Hoja de Registro - U.M. 15	122
Tabla 62. Hoja de Registro - U.M. 16	122
Tabla 63. Hoja de Registro - U.M. 17	123
Tabla 64. Hoja de Registro - U.M. 18	123
Tabla 65. Hoja de Registro - U.M. 19	124
Tabla 66. Hoja de Registro - U.M. 20	124
Tabla 67. Hoja de Registro - U.M. 21	125
Tabla 68. Hoja de Registro - U.M. 22	125
Tabla 69. Hoja de Registro - U.M. 24	126
Tabla 70. Metrado de daños según tipo y severidad - Tramo 01	127
Tabla 71. Número Admisible Máximo de Deducidos - Tramo 01	129
Tabla 72. Valor Máximo Deducido - Tramo 01	129
Tabla 73. Índice de Condición del Pavimento - Tramo 01	130
Tabla 74. Porcentaje por Rango de la Condición del Pavimento Flexible de la vía en estudio – Tramo 01.	131
Tabla 75. Metrado de daños según tipo y severidad - Tramo 02	132
Tabla 76. Número Admisible Máximo de Deducidos - Tramo 02	134
Tabla 77. Valor Máximo Deducido - Tramo 02	135
Tabla 78. Índice de Condición del Pavimento - Tramo 02	136
Tabla 79. Porcentaje por Rango de la Condición del Pavimento Flexible de la vía en estudio – Tramo 02.	137
Tabla 80. Índice de Condición del Pavimento por Sección	138
Tabla 81. Índice de Condición del Pavimento por Tramo	138

Tabla 82. Índice de Condición del Pavimento por Unidad de Muestra - Tramo 01.	140
Tabla 83. Índice de Condición del Pavimento por Unidad de Muestra - Tramo 02.	141
Tabla 84. Daños más importantes - Tramo 01	142
Tabla 85. Daños más importantes - Tramo 02	143
Tabla 86. Causas de los Daños más importantes por Unidad de Muestra - Tramo 01	143
Tabla 87. Causas de los Daños más importantes por Unidad de Muestra - Tramo 02	144
Tabla 88. Información Preliminar del Ensayo Rugosímetro de Merlín.	144
Tabla 89. Valores de Rugosidad Admisible IRI m/km según Tipo de Carretera	149
Tabla 90. Estado Vial según Rugosidad.	150
Tabla 91. Tipo de Conservación por Unidad de Muestra - Tramo 01	151
Tabla 92. Tipo de Conservación por Unidad de Muestra - Tramo 02	152
Tabla 93. Opciones de Reparación de las Unidades de Muestra más dañadas - Tramo 01	153
Tabla 94. Opciones de Reparación de las Unidades de Muestra más dañadas - Tramo 02	153
Tabla 95. Opciones de reparación según tipo de daño	154
Tabla 96. Medidas de Conservación de las Unidades de Muestra más dañadas - Tramo 01	155
Tabla 97. Medidas de Conservación de las Unidades de Muestra más dañadas - Tramo 01	155

Lista de Figuras

Página

Figura 1. Distribución de cargas sobre el pavimento.	25
Figura 2. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.....	30
Figura 3. Tipos de sección de vía (DNIT).....	37
Figura 4. Piel de cocodrilo de baja severidad.....	53
Figura 5. Piel de cocodrilo de severidad media.	54
Figura 6. Piel de cocodrilo de alta severidad.....	54
Figura 7. Exudación de baja severidad.	55
Figura 8. Exudación de severidad media.	55
Figura 9. Exudación de alta severidad.	56
Figura 10. Grietas en bloque de baja severidad.	57
Figura 11. Grietas en bloque de severidad media.....	57
Figura 12. Grietas en bloque de alta severidad.	58
Figura 13. Abultamientos y hundimientos de baja severidad.....	59
Figura 14. Abultamientos y hundimientos de severidad media.	59
Figura 15. Abultamientos y hundimientos de alta severidad.....	60
Figura 16. Corrugación de baja severidad.	61
Figura 17. Corrugación de severidad media.....	61
Figura 18. Corrugación de alta severidad.	61
Figura 19. Depresión de baja severidad.....	62
Figura 20. Depresión de severidad media.	63
Figura 21. Depresión de alta severidad.....	63
Figura 22. Grieta de borde de baja severidad.	64
Figura 23. Grieta de borde de severidad media.....	64
Figura 24. Grieta de borde de alta severidad.	64
Figura 25. Grieta de reflexión de junta de baja severidad.....	66
Figura 26. Grieta de reflexión de junta de severidad media.....	66
Figura 27. Grieta de reflexión de junta de alta severidad.....	66
Figura 28. Desnivel carril / berma de baja severidad.	67
Figura 29. Desnivel carril / berma de severidad media.....	67
Figura 30. Desnivel carril / berma de alta severidad.	68
Figura 31. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de baja severidad.	69
Figura 32. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de severidad media...	70
Figura 33. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de alta severidad.	70
Figura 34. Parcheo y acometidas de servicios públicos de baja severidad.	71
Figura 35. Parcheo y acometidas de servicios públicos de severidad media.	72
Figura 36. Parcheo y acometidas de servicios públicos de alta severidad.	72
Figura 37. Pulimento de agregados.	73
Figura 38. Hueco de baja severidad.	74
Figura 39. Hueco de severidad media.....	75
Figura 40. Hueco de severidad alta.	75

Figura 41. Cruce de vía férrea de baja severidad.....	76
Figura 42. Cruce de vía férrea de severidad media.	76
Figura 43. Cruce de vía férrea de severidad alta.....	76
Figura 44. Ahuellamiento de baja severidad.	78
Figura 45. Ahuellamiento de severidad media.	78
Figura 46. Ahuellamiento de alta severidad.....	78
Figura 47. Desplazamiento de baja severidad.	79
Figura 48. Desplazamiento de severidad media.....	80
Figura 49. Desplazamiento de severidad alta.	80
Figura 50. Grieta parabólica (slippage) de baja severidad.....	81
Figura 51. Grieta parabólica (slippage) de severidad media.	81
Figura 52. Grieta parabólica (slippage) de alta severidad.....	82
Figura 53. Ejemplo de hinchamiento. El nivel de severidad se basa en el criterio de la calidad de tránsito.....	83
Figura 54. Meteorización / desprendimiento de agregados de baja severidad.....	84
Figura 55. Meteorización / desprendimiento de agregados de severidad media.	84
Figura 56. Meteorización / desprendimiento de agregados de alta severidad.....	85
Figura 57. Mapa de ubicación distrito de Pocollay, Tacna.....	87
Figura 58. Ubicación de punto de inicio y final en mapa vial.	88
Figura 59. Ubicación de punto de inicio y final en fotografía satelital.....	88
Figura 60. Parámetros de evaluación en hoja de registro.....	99
Figura 61. Escala de Clasificación del PCI y Colores Sugeridos.	142
Figura 62. Tipos de Conservación según Calificación de Condición.....	148

Lista de Gráficos

Página

Gráfico 1. Gráfico de Líneas Densidad Acumulado por Tipo de Daño - Tramo 01.	128
Gráfico 2. Gráfico de valores PCI por unidad de muestreo - Tramo 01	131
Gráfico 3. Gráfico Circular de Porcentajes por Rango de PCI de la vía en estudio – Tramo 01.	132
Gráfico 4. Gráfico de Líneas Densidad Acumulada por Tipo de Daño - Tramo 02.	134
Gráfico 5. Gráfico de valores PCI por unidades de muestreo - Tramo 02.....	136
Gráfico 6. Gráfico Circular de Porcentajes por Rango de PCI de la vía en estudio – Tramo 02.	137
Gráfico 7. Hoja de Campo para Medición de la Rugosidad - Tramo 01.....	145
Gráfico 8. Hoja de Campo para Medición de la Rugosidad - Tramo 02.....	145
Gráfico 9. Medición de la Rugosidad con Equipo Merlín - Tramo 01.....	146
Gráfico 10. Medición de la Rugosidad con Equipo Merlín - Tramo 02.....	147

Lista de Ecuaciones

	Página
Ecuación 1.....	31
Ecuación 2.....	32
Ecuación 3.....	34
Ecuación 4.....	35
Ecuación 5.....	37
Ecuación 6.....	38
Ecuación 7.....	39

Lista de Anexos

Página

ANEXO 1. CUESTIONARIO	162
ANEXO 2. FORMATO DE EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN PARA CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.....	164
ANEXO 3. CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	165
ANEXO 4. MATRIZ DE CONSISTENCIA	166
ANEXO 5. CURVAS DE VALOR DEDUCIDO.....	167
ANEXO 6. PLANO DE LOCALIZACIÓN	172
ANEXO 7. PLANO DE UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA	174
ANEXO 8. FOTOGRAFÍAS	176

RESUMEN

¿Cómo determinar la condición del pavimento de una pista o carretera de una forma no invasiva? Es una pregunta que se puede responder fácilmente y gracias al método PCI (Índice de Condición del Pavimento); respaldado por la Norma ASTM 6433-07, debido a su precisa e integra metodología lo convierten en el método más adecuado para la determinación de la condición del pavimento.

En la presente tesis se determina la condición del pavimento del tramo de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay, departamento de Tacna, comprendido entre las avenidas Jorge Basadre Grohmann Este y Basadre y Forero, tiene una longitud de evaluación aproximada de 1,540.10 metros y actualmente se encuentra en funcionamiento.

El Método empieza con el levantamiento de información de forma visual de los tipos de fallas encontradas y su nivel de severidad, para luego procesar dicha información utilizando ecuaciones y ábacos para obtener un valor numérico entre el cero (0) y el cien (100) que determina la condición del pavimento como fallado, malo, muy malo, regular, bueno, muy bueno o excelente.

Se espera que esta información sea de interés y pueda servir como base de estudio o trabajo para personas con afinidad en mantenimiento y conservación de carreteras asfaltadas.

El tesista

PALABRAS CLAVES: Condición del pavimento flexible – Carreteras – Estacionamientos – Método PCI (Índice de Condición de Pavimento).

ABSTRACT

How to determine the condition of the pavement of a track or road in a non-invasive way? It is a question that can be answered easily and thanks to the PCI method (Pavement Condition Index); Backed by ASTM 6433-07, due to its precise and integrated methodology make it the most suitable method for the determination of pavement condition.

This thesis determines the pavement condition of the Jorge Basadre Grohmann South avenue of the district of Pocollay, Department of Tacna, comprised between Jorge Basadre Grohmann Este and Basadre and Forero avenues, has an approximate evaluation length of 1,540.10 meters and is currently in operation.

The method starts by collecting information visually from the types of faults found and their level of severity, and then processing said information using equations and abacuses to obtain a numerical value between zero (0) and one hundred (100) that determines the condition of the pavement as faulty, bad, very bad, regular, good, very good or excellent.

It is hoped that this information is of interest and can serve as a study base or work for people with an affinity for maintenance and conservation of asphalted roads.

The Thesis Student

KEYWORDS: Flexible pavement condition – Roads – Parking lots – PCI Method (Pavement Condition Index).

INTRODUCCIÓN

El alcance del trabajo realizado, propone realizar la evaluación superficial del pavimento flexible (asfáltico) de la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero aplicando el método Pavement Condition Index (PCI) cuyo objetivo es determinar el estado situacional es decir la condición actual del pavimento de la vía mencionada, así también conocer cuáles son las medidas de reparación de ser el caso.

En la actualidad y en diferentes países se utilizan varias metodologías para realizar la evaluación superficial de pavimentos flexibles y rígidos, sin embargo, no se ha implementado de manera reglamentaria un método en específico en nuestro país que determine el estado situacional de pavimentos, siendo éste el primer paso para realizar los planes de mantenimiento o rehabilitación de vías, lo cual evitaría gastos innecesarios en vías que no lo necesiten o la ejecución inmediata del mantenimiento en vías en muy mala condición.

El interés del presente trabajo de investigación aplicada es determinar la condición del pavimento de la vía en estudio con resultados objetivos, fundamentados y actuales, para que finalmente sea útil a la administración pública competente para la intervención, de ser el caso, en el mantenimiento vial de la mencionada avenida; como también ofrecer a la sociedad un estudio dentro del registro de investigaciones promoviendo un mayor uso de la metodología PCI.

Los objetivos específicos de esta investigación son identificar los parámetros de evaluación según el método PCI, calcular el índice de condición de pavimento y determinar condición actual del pavimento flexible de la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero.

La presente tesis está estructurada en 5 capítulos:

En el Capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, incluye descripción, formulación y justificación, además indicando los objetivos generales y específicos, así como las hipótesis.

En el Capítulo II, se presenta el marco teórico, incluyen los antecedentes del estudio, bases teóricas y la definición de términos.

En el Capítulo III, se presenta el marco metodológico, incluye el tipo y diseño de la investigación, población y/o muestra de estudio, operacionalización de las variables, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procesamiento y análisis de datos.

En el Capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI).

En el Capítulo V, se presenta la discusión acerca de los resultados obtenidos y se mencionan las alternativas de reparación debidamente fundamentados.

Finalmente, se mencionan las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema:

“Las carreteras y vías urbanas son un factor muy importante en el desarrollo socio-económico de las regiones y países, a su vez el transporte es un elemento de gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales”. (Camposano Olivera & Garcia Cardenas, 2012, p. 6).

Por ello es necesario de un adecuado programa de proyectos viales como también un buen diseño y correcta ejecución en la instalación de pavimentos, sin embargo, ello no garantiza que no existan molestias y problemas de circulación si no se realiza la adecuada conservación de los mismos.

Parte de esto último implica realizar cálculos para determinar la condición en la que se encuentra el pavimento de manera objetiva y analítica. Es importante hacer mención que no existen investigaciones o publicaciones profesionales sobre la condición del pavimento flexible de la vía en estudio.

Es por ello que basado en la línea de evaluación de pavimentos, se realizó la investigación sobre el método PCI por sus siglas en inglés Pavement Condition Index y su aplicación en el cálculo de la condición de la infraestructura vial en estudio, el cual se basa en la inspección visual por unidades de muestreo del pavimento en una vía seleccionada, en este caso la avenida Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este - av. Basadre y Forero, del distrito de Pocollay.

El tipo de tránsito vehicular de la avenida Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este - av. Basadre y Forero, del distrito de Pocollay probablemente sea una de las causas del nivel de desgaste del pavimento flexible, debido a que en la primera visita se pudo observar asiduamente autos y camiones de carga.

A simple vista se puede observar que el pavimento de la avenida en estudio tiene daños considerables en ciertos tramos y algunos otros en muy buen estado, por lo que identificarlos será unos de los objetivos de la presente tesis, a fin de conocer su estado de conservación, ya que en la actualidad no se conoce con exactitud.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el estado de conservación del pavimento flexible realizando la evaluación superficial aplicando el método PCI en la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se determinan los parámetros de evaluación para realizar la evaluación superficial de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero?
- ¿Cómo se calcula el índice de condición de pavimento para la evaluación superficial de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero?
- ¿En qué condición de pavimento se encuentra la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero?

1.3. Justificación e importancia

La evaluación superficial de la vía de salida de la ciudad de Tacna de camiones de carga pesada, av. Jorge Basadre Grohmann tramo desde av. Jorge Basadre Grohmann Este hasta av. Basadre y Forero, por el método PCI determinará el estado situacional a partir de los resultados obtenidos de los cálculos con el nivel de daño del pavimento, es decir su cantidad y severidad. De presentarse varios tipos de daños en el estudio de esta vía, el método solucionará esta dificultad introduciendo el “valor deducido” para indicar la condición del pavimento y con esto supone un mayor conocimiento de las condiciones superficiales y estructurales que permitan deducir la condición de la vía en estudio. De tal manera conocer la condición del pavimento representado por un valor numérico del cero (0) al cien (100).

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema.

Así mismo, no existen estudios relacionados sobre la condición superficial actual del pavimento flexible de la vía en mención, por tanto, los resultados obtenidos son de importancia para la elaboración de planes de mantenimiento o rehabilitación vial de ser el caso, ya que se proporciona las medidas de reparación según el tipo y severidad de daños sobre pavimento asfáltico.

Debido a la circulación de estudiantes universitarios entre las facultades del campus de la Universidad Privada de Tacna es que se acentúa la importancia de conocer el estado de conservación de la avenida en mención y de ser necesario solicitar actividades de conservación para garantizar el confort en el tránsito vehicular y seguridad de los transeúntes.

En ese sentido, se propone el presente tema de tesis Titulado “Evaluación Superficial del Pavimento Flexible de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, aplicando el Método del PCI”.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Determinar la evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método PCI para conocer el estado de conservación de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros de evaluación aplicando el método PCI para realizar la evaluación superficial de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.
- Aplicar el método PCI para calcular el índice de condición de pavimento de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.
- Determinar la condición del pavimento de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- Al determinar la evaluación superficial mediante el método PCI se conoce el estado de conservación de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.

1.5.2. Hipótesis específica

- Al identificar los parámetros de evaluación según el método PCI se realiza la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.
- Al aplicar el método PCI se calcula el índice de condición de pavimento que tiene la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.
- Al determinar la condición actual del pavimento flexible se define si la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero se encuentra en operando a los niveles de servicio óptimo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Rodríguez Velasquez (2009) presentó una tesis denominada “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla – Piura” cuyo objetivo es aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento Flexible en la avenida en mención, se analizaron mil doscientos (1,200) metros lineales de pista con un total de treinta y dos (32) unidades de muestra, la mayoría de las unidades de muestra de acuerdo al método se encuentran en condición Regular y concluye en que la vía tiene un PCI ponderado igual a cuarenta y nueve (49) y se recomienda algunas técnicas de reparación de acuerdo a las fallas detectadas.

Camposano Olivera & Garcia Cardenas (2012) presentaron una tesis denominada “Diagnóstico del estado situacional de la vía: av. Argentina – av. 24 de junio por el método: Índice de Condición de Pavimentos-2012” cuyo objetivo es identificar en qué estado situacional se encuentra la vía mencionada por el método PCI haciendo un diagnóstico definitivo concluyendo en que las causas principales de las fallas localizadas son la condición climática, las cargas de tránsito, materiales de baja calidad y una base inestable. También que la vía en mención se encuentra en estado Regular debido a un valor de PCI de cincuenta y uno (51).

Leguía Loarte & Pacheco Risco (2016) presentaron una tesis denominada “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)” tuvo como objetivo principal realizar la evaluación superficial del pavimento flexible de las vías mencionadas aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), concluyen en que se logró identificar catorce (14) tipos de fallas y la vía en mención tiene un valor de PCI de cincuenta y nueve con 29/100 (59.29) con un estado de conservación Bueno.

Armijos Salinas (2009) presentó una tesis denominada “Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja” en Ecuador, concluyendo que *“En las calles de Loja se debe cuantificar el valor del PCI para de esta manera, conseguir que se efectúen políticas de conservación y por consiguiente detener el deterioro de las calles (p. 78)”*.

2.2. Bases teóricas

ASTM International (2007) describe los lineamientos para la aplicación de la práctica estándar para el estudio del índice de Condición de Pavimento para carreteras y playas de estacionamiento, la publicación consta del cálculo del PCI para pavimentos de concreto asfálticos y para pavimentos de concreto cemento portland, el manual presenta toda la información necesaria en inglés de cómo calcular el índice de la condición de pavimentos.

Vásquez Varela (2002) describe el procedimiento de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, la publicación consta de todo el procedimiento del método y un manual de daños adjuntando las curvas de valor deducido, por tanto, Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Pavimentos

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2010) define a los pavimentos como una estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías.

Según AASHTO (1993) existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del Usuario.

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado periodo de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella es decir debe proporcionar un servicio de calidad óptimo.

2.3.2. Tipos de pavimentos

2.3.2.1. Pavimentos flexibles (pavimentos asfálticos)

Clasificación por comportamiento de los pavimentos con superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades (concreto asfáltico mezcla en caliente, concreto asfáltico mezcla en frío, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, micropavimento, etc.), compuesto por una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares. El pavimento asfáltico de espesor total (full-depth), es el nombre patentado por el Instituto del Asfalto, para referirse a los pavimentos de concreto asfáltico construidos directamente sobre la sub-rasante. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p. 44)

2.3.2.2. Pavimentos semi-flexibles (intertrabados)

Pavimento cuya capa de rodadura estuvo tradicionalmente conformada por unidades de piedra, madera o arcilla cocida. En la actualidad se utilizan unidades de concreto colocadas sobre una capa de arena, rellorando los espacios entre ellas con arena, para proveerles de trabazón. De la misma manera que los pavimentos asfálticos tienen una base y además pueden tener una sub-base. Su comportamiento se puede considerar como semi-flexible. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p. 44)

2.3.2.3. Pavimentos rígidos (de concreto hidráulico)

Clasificación por comportamiento de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, etc.). (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, p. 44)

2.3.3. Comportamiento estructural de los pavimentos

La principal diferencia entre el comportamiento de los pavimentos flexibles y los rígidos es la forma como reparten las cargas. Desde el punto de vista de diseño, los pavimentos flexibles están formados por una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema. Los pavimentos rígidos tienen un gran módulo de elasticidad y distribuyen las cargas sobre un área grande, la consideración más importante es la resistencia estructural del concreto hidráulico. (Llosa Grau, 2006, p. 3)

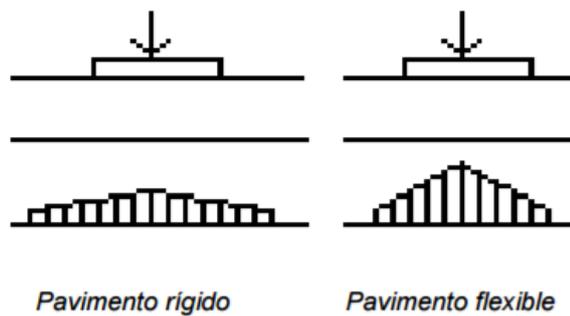


Figura 1.
Distribución de cargas sobre el pavimento.

Fuente: Llosa Grau (2006).

En todos los métodos de diseño de pavimentos se acepta que durante la vida útil de la estructura se pueden producir dos tipos de fallas, la funcional y la estructural.

La falla funcional se deja ver cuando el pavimento no brinda un paso seguro sobre él, los vehículos no viajan de forma cómoda. La falla estructural está asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de tal forma que éste no puede soportar las cargas a la que está sometido.

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga.

Un factor que influye en el comportamiento de los pavimentos es el tipo de carga que se le aplica y la velocidad con que ello se hace. Los pavimentos están sujetos a cargas móviles, y el hecho que las cargas actuantes sean repetitivas afectan a la resistencia de las capas de pavimento de relativa rigidez, por lo que en el caso de los pavimentos flexible este efecto se presenta sobre todo en las carpetas y las bases estabilizadas.

Las fallas en los pavimentos flexibles pueden dividirse en tres grupos fundamentales.

- a. Fallas por insuficiencia estructural: Se trata de pavimentos construidos con materiales inapropiados en cuanto a resistencia o con materiales de buena calidad, pero en espesor insuficiente.

- b. Fallas por defectos constructivos: Se trata de pavimentos que quizá estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto.
- c. Fallas por fatigas: Se trata de pavimentos que originalmente estuvieron en condiciones apropiadas, pero que por la continua repetición de las cargas del tránsito sufrieron efectos de fatiga. (Llosa Grau, 2006, p. 5)

2.3.4. Evaluación de Pavimentos

La evaluación de un pavimento, corresponde a la acción de calificar y cuantificar las condiciones de fallas de la vía, con la finalidad de obtener información a fin de plantear soluciones a los deterioros encontrados.

Se considera que la evaluación es una actividad que, mediante procedimientos normados de medidas y observaciones, permite inferir condiciones funcionales y estructurales de los pavimentos.

La observación del deterioro de un camino y su calificación, desde el punto de vista de su estado o condición, permite generalizar en forma estimada el estado del camino a lo largo de su vida útil o período de servicio. El camino diseñado, construido y mantenido adecuadamente, considera que el pavimento se deteriora desde su puesta en servicio y hasta alcanzar un nivel de inacceptabilidad. Este proceso es relativamente lento en un principio y mucho más rápido hacia el final, acelerándose significativamente su deterioro de manera progresiva, definiéndose como característica “exponencial” del deterioro de los pavimentos, un concepto de suma importancia es el momento oportuno para rehabilitar el camino, debido a las implicancias económicas que representa el beneficio del usuario y la rentabilidad socioeconómica de la inversión realizada.

El estado o condición del camino a lo largo del tiempo depende de las estrategias seleccionadas, tales como tipo y oportunidad de aplicación de las actividades de mantenimiento y rehabilitación, así como los costos en que incurrirán los usuarios de la vía.

Es importante obtener información oportuna, para la toma de decisiones de actividades de mantenimiento y rehabilitación. Para analizar las consecuencias de las decisiones tomadas resulta necesario conocer, el volumen de tráfico, clasificación

y cargas de los vehículos, datos climáticos, infraestructura física, materiales componentes, espesores de las capas, estado superficial actual de la vía, estado funcional y estructural, curvas de deterioro para estimar el comportamiento futuro, el clima, y los costos unitarios asociados al usuario y al mantenimiento. Además de los costos de operación de vehículos según la condición del camino y la velocidad, costos de las diferentes operaciones de mantenimiento y de las obras de rehabilitación, poniendo de manifiesto la necesidad de disponer de un inventario detallado de la infraestructura. (Llosa Grau, 2006, p. 5)

2.3.4.1. Condición del Pavimento

Representa el nivel de degradación como resultado del proceso de deterioro. La determinación de la condición del pavimento depende de los defectos de la superficie, las deformaciones permanentes, la irregularidad longitudinal, deflexión recuperable, capacidad estructural del pavimento, las solicitudes de tráfico y la adherencia entre la rueda y el pavimento, las evaluaciones requeridas se resumen como: Superficial, Estructural, Funcional, Adherencia, Solicitaciones de tráfico, Global de informaciones. (Llosa Grau, 2006, p. 5)

2.3.5. Métodos de Evaluación Superficial

Existen varios métodos para efectuar la evaluación de la condición o estado de la superficie del pavimento. Todos los métodos se realizan por contrastación con catálogos propuestos por diferentes instituciones internacionales. Desde el año 90 se ha aplicado métodos en la cual se pueden efectuar evaluaciones con resultados tanto cualitativo como cuantitativo.

La evaluación de la superficie de los pavimentos es un proceso que determina condiciones funcionales y estructurales de los pavimentos. Las metodologías para ejecutar levantamientos de este tipo tienen como base las mediciones o verificación de la presencia de defectos, que aparecen en la superficie de los pavimentos. Las causas de los defectos son provenientes de una serie de factores como tráfico, clima, procesos constructivos, características de los materiales, que actúan estos factores separados o en conjunto.

El objetivo de la evaluación estructural es evaluar la capacidad de respuesta del paquete estructural frente a las solicitudes impuestas por el tránsito y el clima. El objetivo de la evaluación funcional es evaluar el grado en que el pavimento

satisface los requisitos desde el punto de vista del confort y seguridad de circulación del usuario.

Para el caso de los caminos de bajo volumen de tránsito, la presencia de los tratamientos superficiales influye principalmente en conservar las características funcionales del afirmado estabilizado. A través de la prevención de los defectos de superficie predominantes en una vía sin superficie de rodadura asfáltica, se busca realizar una evaluación de los defectos de la superficie de rodadura (tratamientos superficiales), dejando para una posterior investigación la evaluación estructural y la evaluación funcional del pavimento. El momento en el cual se puede optimizar la inversión económica en trabajos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos, incrementando considerablemente su vida útil, es el objetivo primordial de la evaluación de todo pavimento en servicio. Existen varios métodos de evaluación superficial del pavimento que se indican a continuación: (Llosa Grau, 2006, p. 6)

2.3.5.1. Método PCI (Pavement Condition Index) para pavimentos asfálticos

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

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la Tabla 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. (Vásquez Varela, 2002, p. 2)

Tabla 1.
Rangos de calificación del PCI.

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Vásquez Varela (2002)

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. (Vásquez Varela, 2002, p. 2)

2.3.5.1.1. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento flexible

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. La figura 2 se ilustra el formato para la inspección de pavimentos asfálticos. La figura es ilustrativa y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente. (Vásquez Varela, 2002, p. 2)

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
<input type="text"/>		<input type="text"/>			
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.		
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.		
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.		
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.		
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.		
6	Depresión.	16	Desplazamiento.		
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.		
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long y transversal.				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Valor deducido

Figura 2.
Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

Fuente: Vásquez Varela (2002)

1. Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 230.0 ± 93.0 m². En la Tabla 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada. (Vásquez Varela, 2002, p. 3)

Tabla 2.
Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Vásquez Varela (2002)

2. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. (Vásquez Varela, 2002, p. 4)

Ecuación 1.

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

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 estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25). En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deberán evaluarse. (Vásquez Varela, 2002, p. 5)

3. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

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 (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

- a. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

Ecuación 2.

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

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 (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

- b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i .

Así, si $i = 3$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc. Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas. (Vásquez Varela, 2002, p. 5)

4. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, "cruce de línea férrea") queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una "unidad adicional" en lugar de una "unidad representativa" o aleatoria. Cuando se incluyan unidades de

muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección. (Vásquez Varela, 2002, p. 6)

5. Evaluación de la Condición:

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- a. Equipo.
 - Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
 - Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
 - Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- b. Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.
- c. El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía. (Vásquez Varela, 2002, p. 6)

2.3.5.1.2. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa

en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

- 1.a.** Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
- 1.b.** Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- 1.c.** Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

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

- 2.a.** Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c
- 2.b.** Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- 2.c.** Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

Ecuación 3.

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

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.

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

Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- 3.a.** Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.
- 3.b.** Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- 3.c.** Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- 3.d.** Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
- 3.e.** El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapa 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3. (Vásquez Varela, 2002, p. 7)

2.3.5.1.3. Cálculo del PCI de una sección de pavimento

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

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

Ecuación 4.

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

Donde:

PCIS: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas. (Vásquez Varela, 2002, p. 8)

2.3.6. Otros métodos de evaluación superficial

2.3.6.1. Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT)

Mediante la norma DNIT 006/2003-PRO, se fija procedimientos y condiciones para la evaluación objetiva de las superficies de pavimentos flexibles y semi- rígida, mediante un conteo y clasificación de ocurrencias aparentes y de su medida de las deformaciones permanentes sobre la huella de rodamiento.

- a) Condiciones de Aplicación: Determinar un parámetro de condición de superficie, del pavimento, para el juzgamiento de la necesidad de proseguir con la evaluación estructural.
- b) Preparación: Regla de aluminio de 1.20 m para determinar la profundidad de las huellas de rodamiento en milímetros. La deformación permanente formado por las huellas internas de la rueda (TRI) y externa (TRE), corresponden a un punto de máxima depresión medida en el centro de la regla.
- c) Estaciones a ser inventariadas: En las carreteras de dos carriles cada 20 m, alternados entre fajas. La superficie de evaluación estará delimitada por los bordes de las fajas de tráfico y por dos secciones transversales situadas respectivamente, a 3.00 m antes y 3.00 m después de la estación considerada, totalizando 6.00 m por el ancho del carril a ser evaluada.
- d) Inventarios de ocurrencias en cada estación: En cada estación se debe anotar la medida del hundimiento de la huella de la rueda interna y externa, anotando la mayor profundidad obtenida.

En cada área demarcada debe ser anotada a presencia de cualquier ocurrencia (defecto) sobre el pavimento, de acuerdo con la Norma DNIT 005/2003-TER. A continuación, se ilustra algunas designaciones en el formato usado: Estacas enumeradas secuencialmente a cada 20 metros. Faja: D: Derecha E: Izquierda (Apolinario Morales, 2012, p. 6)

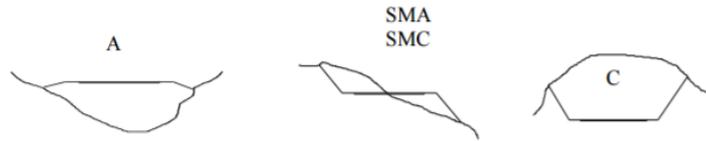


Figura 3. Tipos de sección de vía (DNIT).

Fuente: Apolinario Morales (2012)

Tipo de sección del terraplén: A (terraplén), SMA (sección mixta, lado de terraplén), SMC (sección mixta, lado de corte), C (corte).

e) Cálculos: Los defectos están agrupados en 8 tipos además de las medidas de las huellas de las ruedas

Tipo 1: Fisuras o grietas aisladas

Tipo 2: Fisuras interligadas tipo “piel de cocodrilo” en bloque

Tipo 3: Fisuras interligadas tipo “piel de cocodrilo” en bloque con erosión

Tipo 4: Hundimientos plásticos.

Tipo 5: Ondulaciones o corrugaciones

Tipo 6: Exudaciones

Tipo 7: Desgaste

Tipo 8: Parches

Luego se calculan las frecuencias absolutas y relativas, la frecuencia absoluta (f_a) corresponde al número de veces que el defecto o tipo de defecto fue verificado. La frecuencia relativa (f_r) es obtenida a través de la fórmula:

Ecuación 5.

$Fr = f_a \times 100/n$, Donde “n” es el número de estaciones inventariadas.

f) Índice de gravedad individual: El cálculo del IGI se determina con la fórmula:

$$IGI = fr \times fp$$

Dónde:

fr = Frecuencia relativa

f_p = Factor de ponderación varía de 0.2 a 1 de acuerdo al tipo de ocurrencia y a la codificación de la ocurrencia según la norma DNIT 005/2002-TEREI índice de gravedad global (IGG) se obtiene con la fórmula:

Ecuación 6.

$$IGG = \sum IGI$$

El índice de gravedad global debe ser calculado para cada trecho homogéneo

- g) Conceptos de degradación: En la Tabla 3 se presenta las calificaciones del pavimento en función del IGG. (Apolinario Morales, 2012, p. 7)

Tabla 3.

Calificación del pavimento método DNIT.

CONCEPTOS	LIMITES
Optimo	$0 < IGG \leq 20$
Bueno	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Malo	$80 < IGG \leq 160$
Pésimo	$IGG > 160$

Fuente: Norma DNIT 006/2003-PRO

2.3.6.2. Programa de asistencia técnica en transporte urbano-México.

Para caracterizar el estado de los pavimentos, el método considera los siguientes parámetros como los más significativos en el desempeño de los pavimentos y, constituye la generación de actividades de mantenimiento/rehabilitación, en el corto y mediano plazo:

D1 - Roturas o baches descubiertos

D2 - Fisuras en bloques o "piel de cocodrilo"

D3 - Otras fisuras

D4 - Defectos de superficie

D5 - Comodidad de manejo.

Estos parámetros constituyen indicadores de daño, que permiten caracterizar el estado de una sección de pavimento desde dos enfoques distintos:

- La integridad de la estructura del pavimento, mediante la caracterización de la severidad y extensión de las fallas estructurales más significativas visibles en su superficie.
- La condición funcional de su superficie en relación a la aceptación de los usuarios, mediante la caracterización de la comodidad de manejo.

El procedimiento para hallar el índice de estado se basa en el criterio de valores deducibles en el que se asignan puntos a deducir de un valor ideal o perfecto, según el tipo y magnitud de los daños.

La fórmula para el cálculo del índice de Estado es la siguiente:

Ecuación 7.

$$IE = 100 - fa * \sum_{i=1}^r d(i,e)$$

Dónde:

IE = Índice de Estado, variable de 0 a 100

fa = Factor de ajuste, función del número de daños considerados en la sección (r) y la sumatoria de los puntos a deducir ($\sum d(i,e)$), este factor tiene en cuenta el efecto no totalmente aditivo de la combinación de daños, variando entre 0.5 y 1 según la intensidad con que se presentan las zonas deterioradas en la superficie de rodamiento: generalizadas (>30% long), seis zonas aisladas amplias, tres zonas aisladas pequeñas, etc. (Nota: El Instituto de Asfalto en las Series de Manuales, MS-4, Edic. 1989, considera fa=1).

r = Números de daños observados en la sección, variable de 0 a 5

d = Puntos a deducir, función del tipo de daño (Di) y el nivel de extensión asignado al mismo (valor asignado a Di).

El algoritmo desarrollado (Tabla 4), para la selección de la estrategia o programa de acción, lo realizaron combinando los indicadores de deterioro D1 a D5 y el Índice de Estado. En la Tabla 5 se da la relación entre el índice de estado con la categoría de acción. Esta clasificación es la base para establecer necesidades de mantenimiento y rehabilitación del pavimento. (Apolinario Morales, 2012, p. 10)

Tabla 4.
Algoritmo para elegir la estrategia de acción (Programa de asistencia técnica en transporte urbano-México).

INDICE ESTADO	NIVEL DE SERVICIO	COSTOS DE LOS USUARIOS	DESCRIPCION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO
100-90-	Muy bueno	Costos de operación de referencia (100%).	Pavimento en condición muy buena; circulación muy confortable, superficie uniforme. No se observa daños o eventualmente estos son ocasionales y poco significativos.
80-70-60-	Bueno a Regular	Ligero incremento, costos de operación 105 a 120%.	Pavimento en condición buena a regular, circulación confortable. Se observa fallas incipientes aunque de tipo localizado. □
□50-40-	Regular a Malo	Significativo incremento de costos de operación 120 a 150%	Pavimento en condición regular, circulación poco confortable. Daños manifiestos y frecuentes. El pavimento se aproxima al fin de su vida útil, requiere una inspección detallada.
30-	Malo a Muy mala	Altos costos de operación 130 a 150%.	Pavimento en condición deficiente, circulación no confortable. Daños en proceso de generalización. El pavimento está alcanzando su vida útil.
20-10-	Muy mala a Pésimo	Muy altos costos de operación 145 a 170%.	Condición deficiente; circulación pésima. Daños completamente generalizados e irreversibles.

Fuente: Apolinario Morales (2012)

Tabla 5.
Relación del índice de estado con la categoría de acción (Programa de asistencia técnica en transporte urbano-México).

RANGO DE INDICE ESTADO	CATEGORIA DE ACCION	DESCRIPCION*
100 a 85	A Mantenimiento mínimo	Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.
85 a 60	B Mantenimiento Correctivo	Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.
60 a 40	C Mantenimiento Intensivo	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo. Comprende tres tipos de acción: (1) Condición dudosa mantenimiento correctivo mayor (2) Sellado de superficie. (3) Recapado delgado.
40 a 25	D Rehabilitación Refuerzo Estructural	Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.
□ < 25	Rehabilitación Reconstrucción	Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas, que requieren una rehabilitación mayor probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.

Fuente: Apolinario Morales (2012)

2.3.6.3. Evaluación Superficial y Rango de Pavimento (PASER)

El método Pavement Surface Evaluation and Rating (PASER), desarrollado en el Centro de Información del Transporte de la Universidad de Wisconsin, presenta un catálogo de fallas basado en una escala gráfica con categorías que varían de 1 a 10, donde 10 corresponde a las mejores condiciones de calidad. No considera escalas intermedias que permita mayor sensibilidad para calificar la superficie dañada. La evaluación responde a los estándares con los que han sido diseñados los otros métodos. (Apolinario Morales, 2012, p. 12)

Tabla 6.
Clasificación de la condición de un pavimento para carreteras Sealcoat – traducido.

Edad de la Superficie	Fallas Visibles	Estado general, drenaje y mejoras	Clasificación de la Superficie
1 año	No hay peligro. Excelente superficie	Estado nuevo de la superficie. Excelente drenaje. No requiere mantenimiento	5 EXCELENTE
2 - 4 años	Poca superficie de desgaste del tráfico. Leve pérdida de la totalidad de la superficie	Excelente o buen drenaje. Poco o ningún mantenimiento	4 BUENO
3 - 5 años	Moderado desgaste de la superficie y ligera aparición de grietas. Ocasionales parches y/o pérdidas de las principales capas del sellado	Bueno o regular drenaje. Puede ser necesario in situ mejoras de drenaje y parches. Es recomendado mantenimiento preventivo	3 REGULAR
Más de 5 años de edad	Se aprecian las grietas de borde y parches. Aparición de baches y pérdidas significativas de la superficie. Aparición de grietas tipo cocodrilo	Mal drenaje. Aplicación de parches y mejoras necesarias. Es recomendable nueva superficie de sellado	2 POBRE
Más de 5 años de edad	Gran pérdida de superficie del borde sealcoat, agrietamiento severo y / o grietas de cocodrilo, parches en mal estado	Mal drenaje extensa base de las necesidades de mejora de un nuevo doble sealcoat no mal drenaje extensa base de las necesidades de mejora de un nuevo doble	1 FALLADO

Fuente: Apolinario Morales (2012)

El Centro de Información de Transporte de la Universidad de Wisconsin - Madison, ha desarrollado publicaciones que muestran fotografías representativas del estado del pavimento que corresponden con las calificaciones PASER para ayudar a aquellos que realizan estudios de campo. Cabe señalar que la calificación PASER, refleja las condiciones de la superficie del pavimento, y no la condición estructural del pavimento, o de la vida de la superficie del pavimento restante. La metodología que

utiliza PASER es aplicable para varios tipos de pavimento como también a sus obras de arte, según los diferentes manuales de la aplicación Paser con sus respectivas guías de evaluación.

Se selecciona para la evaluación el manual del SEALCOAT que evalúa pavimentos tratados con sellos superficiales.

En el sistema de evaluación superficial con el manual PASER, la condición del pavimento se evalúa visualmente, no cuantifica los deterioros encontrados ni proporciona valor deductivo alguno para indicar la calificación de la condición del pavimento, simplemente sobre la base de criterios de ingeniería, y experiencias se puede indicar una calificación según su catálogo de fallas.

El método no considera escalas intermedias que permitan mayor sensibilidad para calificar la superficie dañada. (Apolinario Morales, 2012, p. 13)

2.3.6.4. Inspección Visual de Daños en Carreteras (VIZIR)

El método “Visión Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque” (VIZIR) fue desarrollado en Francia a partir de los años 60 para los pavimentos flexibles, además fue publicado por el laboratorio central de puentes y carreteras “Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)”, esta metodología se experimentó por primera vez en los continentes asiático y africano, la cual es muy conocida en otros países; sin embargo, en nuestro medio no está muy difundido.

El algoritmo VIZIR para la cuantificación y la calificación de los daños, a partir de las inspecciones visuales, permite calificar la condición del pavimento mediante el índice global de degradación que está directamente vinculado a la tarea de mantenimiento de realizar.

El objetivo fue desarrollar un índice de deterioro superficial (Is) para carreteras, para establecer un juicio apropiado sobre la condición del pavimento.

La aplicación del método VIZIR no es sólo en Francia, sino también en Europa, África, América del Sur y Central como Argentina, Brasil, Colombia y Costa Rica, donde sirvió de base al establecimiento de las normas nacionales. Esta metodología se utiliza en por lo menos 20 países del mundo. (Apolinario Morales, 2012, p. 13)

Características del método VIZIR

La metodología clasifica y la cuantifica los deterioros de los pavimentos flexibles en carreteras, considera dos categorías de deterioros: los deterioros del Tipo "A", que caracterizan la condición estructural del pavimento y los deterioros del Tipo "B", en su mayoría de tipo funcional.

El método inicia inventariando los defectos, haciendo referencia a su extensión y a su severidad. Para el registro de los deterioros se sugiere realizar los recorridos, en vehículo a baja velocidad, del orden de 30 km/hora cada uno, en las dos direcciones, con el objeto de tener un detalle aproximado y confiable de las condiciones de la vía.

En este tipo de levantamiento, la severidad del defecto tiene escasa participación y es sobre todo su extensión la que se tiene en cuenta. La regla consiste en determinar la longitud del pavimento que presenta un defecto del tipo dado y hallar la extensión de esta misma longitud considerando otras clases: menos de 10% de 10 a 50 %, más de 50% de la superficie. Para esto el pavimento se divide en tres partes: lado derecho, lado izquierdo y parte central.

El examen visual de los pavimentos, de acuerdo con el método VIZIR, debe ser efectuado de manera continua, para fines de mantenimiento preventivo de pavimentos. El defecto es un elemento esencial del diagnóstico y el costo del examen visual es relativamente bajo.

El método usado proporciona una imagen del estado de la superficie del pavimento en un instante dado y la identificación de zonas de igual calidad clasificada en tres niveles de defectos. Estas zonas de igual calidad, los tres niveles de defectos son utilizados para determinar la naturaleza y los tipos de trabajos requeridos. (Apolinario Morales, 2012, p. 14)

Identificación de los deterioros con el método VIZIR

El uso de este método es muy importante para identificar las fallas presentes en un pavimento, para analizar su severidad y posibles formas de corregirlas, razón por la cual se han creado los sistemas auscultación, que permiten a través de un muestreo, reconocer las fallas existentes y con ello caracterizar el tramo estudiado. Dentro de los métodos de auscultación, los más usados son los métodos visuales, que consisten en una visita a terreno por parte de personal capacitado que desarrolla una metodología específica para hacer el estudio.

Tipos de fallas: Existen muchos tipos de deterioros en los pavimentos básicos y diferentes niveles de gravedad para cada tipo. Estos deterioros se deben identificar

considerando tres factores: tipo, gravedad y extensión. (Apolinario Morales, 2012, p. 14)

- a) Tipo. Los deterioros se agrupan esencialmente en categorías, de acuerdo con los mecanismos que los originan. Como un primer paso, se pueden clasificar de acuerdo con su causa primaria posible, sea ésta la acción del tránsito, sea la acción climática, sean los materiales o el proceso de construcción. El método VIZIR clasifica el deterioro del pavimento en dos grandes grupos:

Degradaciones Tipo A y B

Degradación tipo A Son las fallas que caracterizan una deficiencia estructural del pavimento, ligadas a las condiciones de las diversas capas y el suelo de subrasante, o simplemente a las capas asfálticas, entre ellas se encuentran deformaciones y fisuración por fatiga.

Tabla 7.
Degradación del tipo A (método VIZIR).

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Ahuellamiento	AH	m
Depresiones o hundimientos longitudinales	DL	m
Depresiones o hundimientos transversales	DT	m
Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	m
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m
Bacheos y zanjas reparadas	BZR	m

Fuente: Apolinario Morales (2012)

Degradación tipo B

Son de carácter funcional, y por tanto su reparación no está relacionada con la capacidad estructural del pavimento. El origen de este último tipo de degradaciones está vinculado a la mala calidad de algunos procedimientos constructivos y las condiciones locales de servicio, así como a la evolución misma de los materiales.

Tabla 8.
Degradación del tipo B (método VIZIR)

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	m
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	m
Fisuras de contracción térmica	FCT	m
Fisuras parabólicas	FP	m
Fisura de borde	FB	m
Huecos	H	und
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m
Pérdida de la película de ligante	PL	m
Pérdida de agregados	PA	m
Descascaramiento	D	m ²
Pulimento de agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento de mortero	AM	m
Afloramiento de agua	AA	m
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m
Erosión de las bermas	EB	m
Segregación	S	m

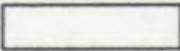
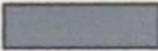
Fuente: Apolinario Morales (2012)

Se indica como fuente: Adaptación del Manual INVIAS debido a que algunas denominaciones de los deterioros fueron reemplazadas por la terminología usada en el método CONREVIAl, además se modificaron algunos códigos (abreviatura) que identifican a cada uno de ellos según las denominaciones reemplazadas.

- b) Gravedad. Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el deterioro, más importantes deberán ser las medidas para su corrección.
- c) Extensión. Se refiere a la proporción del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción puede estar referida a longitud o área, dependiendo de la metodología de evaluación que se utilice y del tipo de deterioro identificado. Así mismo, la extensión de algunos

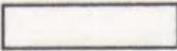
deterioros se define por el número de veces en que ellos se presentan en el tramo sometido a evaluación. (Apolinario Morales, 2012, p. 16)

Tabla 9.
Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A (método VIZIR)

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	1	2	3
			
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante. Flecha < 20 mm	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos 20 mm ≤ Flecha ≤ 40 mm	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios Flecha > 40 mm
Grietas longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la banda de rodamiento	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas	Fisuras muy ramificadas y/o muy abiertas (grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (> 500 mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales	Mallas más densas (< 500 mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (< 200 mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales
Bacheos y parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros del tipo B	Intervenciones ligadas a deterioros tipo A	
		Comportamiento satisfactorio de la reparación	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas

Fuente: Apolinario Morales (2012)

Tabla 10.
Niveles de gravedad de los deterioros del tipo B (método VIZIR)

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD					
	1		2		3	
						
Grieta longitudinal de junta de construcción	Fina y única		<ul style="list-style-type: none"> Ancha (10 mm o más) sin desprendimiento Fina ramificada 		Ancha con desprendimientos o ramificada	
Grietas de contracción térmica	Fisuras finas		Anchas sin desprendimientos, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas		Anchas con desprendimientos	
Grietas parabólicas	Fisuras finas		Anchas sin desprendimientos		Anchas con desprendimientos	
Grietas al borde	Fisuras finas		Anchas sin desprendimientos		Anchas con desprendimientos	
Abultamientos	F < 20 mm		20 mm ≤ F ≤ 40 mm		F > 40 mm	
Ojos de pescado* (por cada 100 metros)	cantidad	< 5	5 a 10	< 5	> 10	5 a 10
	Dímetro (mm)	≤ 300	≤ 300	≤ 1000	≤ 300	≤ 1000
Desprendimientos: <ul style="list-style-type: none"> Perdida de pel cula de ligante Perdida de agregados 	Perdidas aisladas		Perdidas continuas		Perdidas generalizadas y muy marcadas	
Descascaramiento	Prof.(mm)	≤ 25	≤ 25	> 25	> 25	
	Área (m ²)	≤ 0.8	> 0.8	≤ 0.8	> 0.8	
Pulimento agregados	No se definen niveles de gravedad					
Exudación	Puntual		Continua sobre la banda de rodamiento		Continua y muy marcada	
Afloramientos: <ul style="list-style-type: none"> de mortero de agua 	Localizados y apenas perceptibles		Intensos		Muy intensos	
Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración		La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más		Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico	
Escalonamiento entre calzada y berma	Desnivel de 10 a 50 mm		Desnivel entre 50 y 100 mm		Desnivel superior a 100 mm	
Erosión de las bermas	Erosión incipiente		Erosión pronunciada		La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios	

Fuente: Apolinario Morales (2012)

Índice de Fisuración (If):

El cálculo del índice de fisuración, el cual depende de la gravedad y la extensión de las fisuraciones y agrietamientos de tipo estructural en cada zona evaluada. Es decir se mide en función de su extensión y gravedad, pero solo de las fallas del tipo A, que tengan relación con la fisuración del pavimento, es por eso que se hace la cuantificación del área dañada por este tipo de fallas. (Apolinario Morales, 2012, p. 18)

Índice de Deformación (Id):

El índice de deformación, el cual también depende de la gravedad y extensión de las deformaciones de origen estructural. Es decir se mide en función de la extensión y gravedad de las fallas del Tipo A, que impliquen deformación del pavimento. Es decir: Ahuellamientos, Hundimientos o depresiones longitudinales y transversales. (Apolinario Morales, 2012, p. 19)

Índice de Deterioro Superficial (Is)

Se define de manera numérica la condición general de la superficie de pavimento y suministra pautas para la elección de alternativas de intervención. La combinación del If e Id, permite obtener lo que se conoce como la primera nota de degradación, valor que varía entre uno y siete, siendo mayor a medida que la estructura tenga más cantidad y/o severidad y extensión de daños. La primera nota de degradación, debe ser corregida de acuerdo con la extensión y severidad de las intervenciones a la estructura de pavimento que se hayan encontrado en el tramo de análisis. Dicha corrección, puede generar un incremento del Is.

En la Tabla 9 a partir del índice de deterioro superficial (Is), se define tres situaciones generales en relación con la probable capacidad del pavimento en el instante de la evaluación aplicada. (Apolinario Morales, 2012, p. 19)

Tabla 11.

Calificación del Estado de la Superficie del Pavimento-VIZIR.

Intervalo de Is	Estado de Superficie
1-2	Bueno
3-4	Regular
5-7	Malo

Fuente: Apolinario Morales (2012)

- a) Valores del "Is" de 1 y 2.- Representan pavimentos con limitados fisuramientos y deformaciones, que presentan un buen aspecto general y que, probablemente, no requieran en el momento más que acciones de mantenimiento rutinario.
- b) Valores del "Is" 3 y 4.- Representan pavimentos con fisuramientos de origen estructural y pocas o ninguna deformación, así como pavimentos sin fisuramientos pero con deformaciones de alguna importancia. Su estado

superficial se considera regular y lo suficientemente degradado como para poner en marcha tratamientos de rehabilitación de mediana intensidad.

- c) Valores del “Is” 5, 6 y 7.- Son indicativos de pavimentos con abundantes fisuramientos y deformaciones de origen estructural, cuyo deficiente estado superficial posiblemente exija la ejecución de trabajos importantes de rehabilitación. (Apolinario Morales, 2012, p. 19)

2.3.6.5. **Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL)**

El Consorcio de Rehabilitación Vial, presenta una metodología que realiza evaluaciones superficiales usando un catálogo de fallas que son obtenidas de la superficie del pavimento, además realiza evaluaciones estructurales mediante la medición de las deflexiones.

La evaluación visual del estado de un pavimento se efectúa en base a la determinación detallada de todos los deterioros y fallas observables en la superficie transitable y visible del mismo, estableciéndose la ubicación, extensión y grado de magnitud de cada característica adversa⁵

La caracterización del estado de la superficie de la calzada, en este método considera tres aspectos:

- El relevamiento de las distintas manifestaciones de deterioro observadas en la superficie (Identificación).
- El análisis del tipo de falla observada, estableciendo las probables causas o mecanismos que la han originado (interpretación)
- Establecer la condición de servicio del pavimento en base a la magnitud, extensión, tipo de falla y mecanismo de deterioro, orientado hacia el futuro empleo de la información (Evaluación).

Este método se usó por muchos años, el cual tiene la limitación que no llega a un indicador final de la condición global del pavimento, no considera las áreas afectadas con un determinado tipo de deterioro; razón por la cual los resultados del relevamiento de fallas no son confiables y no se alcanzara la precisión que corresponde el costo de mantenimiento y presupuesto de obra. (Apolinario Morales, 2012, p. 20)

2.3.7. Conservación Vial

Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p. 13)

Conservación de Pavimentos Flexibles en Calzada y Bermas:

Sellado de Fisuras y Grietas en calzada	Rutinaria
Sellado de Fisuras y Grietas en bermas	Rutinaria
Parchado Superficial en calzada	Rutinaria
Parchado Profundo en calzada	Rutinaria
Tratamiento de zonas con exudación en calzada	Rutinaria
Bacheo de bermas en material granular	Rutinaria
Nivelación de bermas con material granular	Rutinaria
Parchado superficial de bermas con tratamiento asfáltico	Rutinaria
Parchado superficial de bermas con concreto asfáltico	Rutinaria
Parchado profundo de bermas con tratamiento asfáltico	Rutinaria
Parchado profundo de bermas con concreto asfáltico	Rutinaria
Sellos Asfálticos	Periódica
Recapados Asfálticos	Periódica
Fresado de Carpeta Asfáltica	Periódica
Microfresado de Carpeta Asfáltica	Periódica
Reconformación de base granular en bermas	Periódica
Imprimación Reforzada de la base granular en bermas	Periódica
Nivelación de bermas con mezcla asfáltica	Periódica

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p. 5)

2.3.7.1. CONSERVACION RUTINARIA

Es el conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de ser servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como limpieza o reparación de señales y/o elementos de seguridad, limpieza o reparación de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura de elementos específicos de puentes y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p. 12)

2.3.7.2. CONSERVACION PERIÓDICA

Es el conjunto de actividades, programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a: i) reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello, ii) reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento, iii) reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje, iv) reposición o instalación de elementos de seguridad vial y señalización, v) reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera y vi) reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura y pintado general del puente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p- 12)

2.3.8. Manual de Daños en vías con superficie de concreto asfáltico

2.3.8.1. Calidad de Tránsito (Ride Quality)

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. A continuación, se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

L: (Low: Bajo). Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad.

M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los

abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal. (Vásquez Varela, 2002, p. 9)

2.3.8.2. Tipos de Daños

a) Piel de Cocodrilo

Descripción: Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que este sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como "grietas en bloque", el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

Niveles de severidad

L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Medida

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

Opciones de reparación

L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción. (Vásquez Varela, 2002, p. 10)



Figura 4. Piel de cocodrilo de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 5. Piel de cocodrilo de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 6. Piel de cocodrilo de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

b) Exudación

Descripción: La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

Niveles de severidad.

L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

H: Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).
(Apolinario Morales, 2012, p. 12)



Figura 7. Exudación de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 8. Exudación de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 9. Exudación de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

c) Agrietamiento en bloque

Descripción: Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

Niveles de severidad.

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un sólo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

Opciones de reparación

L: Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.

M: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

H: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta. (Vásquez Varela, 2002, p. 14)



Figura 10. Grietas en bloque de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

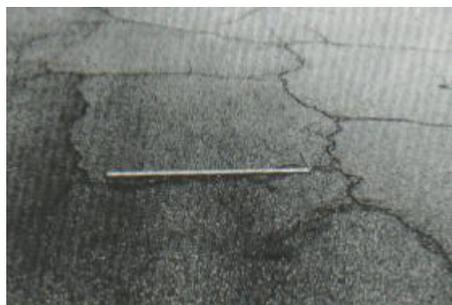


Figura 11. Grietas en bloque de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 12. Grietas en bloque de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

d) Abultamientos (Bumps) y Hundimientos (Sags)

Descripción: Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

1. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
2. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

Los *hundimientos* son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling).

Niveles de severidad

L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

Medida

Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta. (Vásquez Varela, 2002, p. 16)



Figura 13. Abultamientos y hundimientos de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 14. Abultamientos y hundimientos de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 15. Abultamientos y hundimientos de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

e) Corrugación

Descripción: La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

Niveles de severidad

L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reconstrucción.

H: Reconstrucción. (Vásquez Varela, 2002, p. 18)



Figura 16. Corrugación de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 17. Corrugación de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

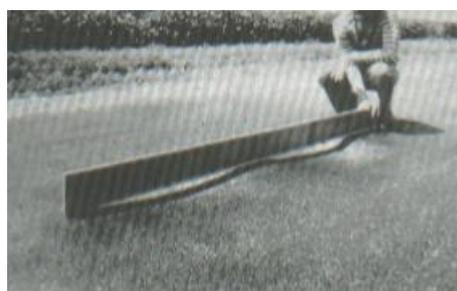


Figura 18. Corrugación de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

f) Depresión

Descripción: Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo.

Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.

Niveles de severidad.

Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. (Vásquez Varela, 2002, p. 20)

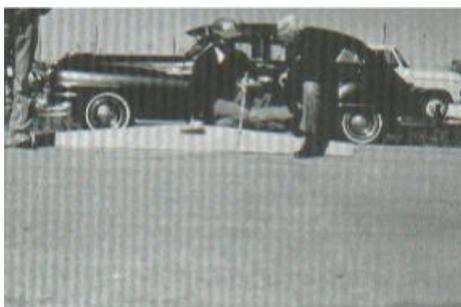


Figura 19. Depresión de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

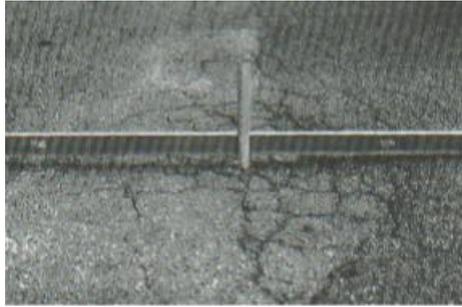


Figura 20. Depresión de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

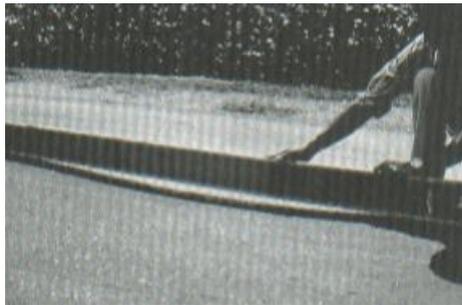


Figura 21. Depresión de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

g) Grieta de borde

Descripción: Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

Niveles de severidad.

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Medida

La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales).

Opciones de reparación

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

M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

H: Parcheo parcial – profundo. (Vásquez Varela, 2002, p. 22)



Figura 22. Grieta de borde de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 23. Grieta de borde de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 24. Grieta de borde de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

h) Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de cemento Pórtland)

Descripción: Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o 2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. 3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.

H: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad. 2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Medida

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

Opciones de Reparación.

L: Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta. (Vásquez Varela, 2002, p. 24)



Figura 25. Grieta de reflexión de junta de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 26. Grieta de reflexión de junta de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 27. Grieta de reflexión de junta de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

i) Desnivel carril / berma

Descripción: El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

Niveles de severidad.

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Medida

El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (ó metros lineales).

Opciones de reparación

L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril. (Vásquez Varela, 2002, p. 26)



Figura 28. Desnivel carril / berma de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 29. Desnivel carril / berma de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

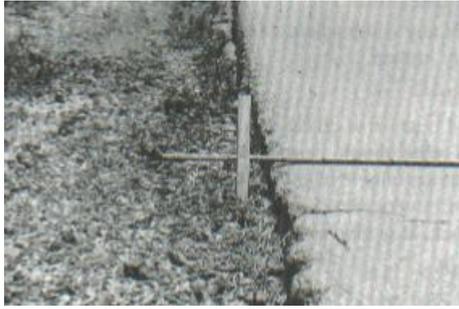


Figura 30. Desnivel carril / berma de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

j) Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento pórtland)

Descripción: Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

Niveles de Severidad

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.

2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Medida

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial. (Vásquez Varela, 2002, p. 28)



Figura 31. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 32. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 33. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

k) Parcheo y acometidas de servicios públicos

Descripción: Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

Niveles de Severidad.

L: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Medida.

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un sólo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche. (Vásquez Varela, 2002, p. 30)



Figura 34. Parcheo y acometidas de servicios públicos de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 35. Parcheo y acometidas de servicios públicos de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 36. Parcheo y acometidas de servicios públicos de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

I) Pulimento de agregados

Descripción: Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

Niveles de severidad.

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Medida

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

Opciones de reparación

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta. (Vásquez Varela, 2002, p. 32)

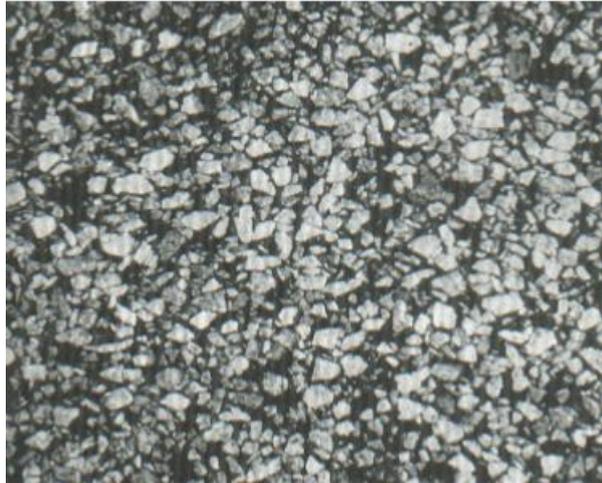


Figura 37. Pulimento de agregados.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

m) Huecos

Descripción: Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

Niveles de severidad

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el Cuadro 13.1.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Tabla 12.
Niveles de severidad para huecos.

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: Vásquez Varela (2002)

Medida

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

Opciones de reparación

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

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo. (Vásquez Varela, 2002, p. 33)



Figura 38. Hueco de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 39. Hueco de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

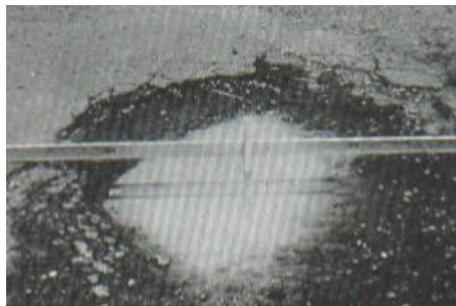


Figura 40. Hueco de severidad alta.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

n) Cruce de vía férrea

Descripción: Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Niveles de severidad

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

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

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

Medida

El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

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

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

(Vásquez Varela, 2002, p. 35)



Figura 41. Cruce de vía férrea de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 42. Cruce de vía férrea de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 43. Cruce de vía férrea de severidad alta.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

o) Ahuellamiento

Descripción: El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Niveles de severidad

Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

Medida

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta. (Vásquez Varela, 2002, p. 37)

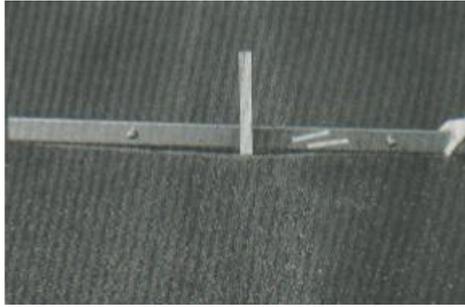


Figura 44. Ahuellamiento de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

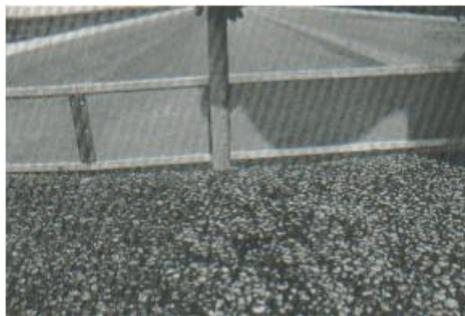


Figura 45. Ahuellamiento de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 46. Ahuellamiento de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

p) Desplazamiento

Descripción: El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en

la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

Niveles de severidad

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

H: Fresado. Parcheo parcial o profundo. (Vásquez Varela, 2002, p. 39)



Figura 47. Desplazamiento de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 48. Desplazamiento de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

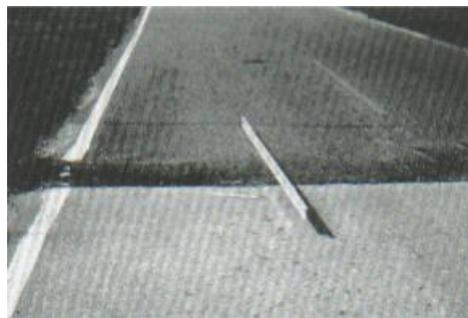


Figura 49. Desplazamiento de severidad alta.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

q) Grietas parabólicas (Slippage)

Descripción: Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

Nivel de severidad

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Medida

El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Parcheo parcial.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. (Vásquez Varela, 2002, p. 41)



Figura 50. Grieta parabólica (slippage) de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 51. Grieta parabólica (slippage) de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 52. Grieta parabólica (slippage) de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

r) Hinchamiento

Descripción: El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

Nivel de severidad

L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reconstrucción.

H: Reconstrucción. (Vásquez Varela, 2002, p. 43)



Figura 53. Ejemplo de hinchamiento. El nivel de severidad se basa en el criterio de la calidad de tránsito.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

s) Meteorización / Desprendimiento de agregados

Descripción: La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Niveles de severidad

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas

ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Medida

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial. (Vásquez Varela, 2002, p. 44)



Figura 54. Meteorización / desprendimiento de agregados de baja severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 55. Meteorización / desprendimiento de agregados de severidad media.

Fuente: Vásquez Varela (2002).



Figura 56. Meteorización / desprendimiento de agregados de alta severidad.

Fuente: Vásquez Varela (2002).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de la investigación

El tipo de investigación según la finalidad, es **aplicada** porque tiene como objetivo resolver un determinado problema, en este caso es determinar la condición del pavimento flexible mediante el método PCI de la vía en estudio.

El tipo de investigación según el enfoque, es **mixta** es decir cualitativa y cuantitativa, de acuerdo a los resultados de la investigación es cualitativa porque denominará el estado situacional del pavimento como fallado, muy malo, malo, regular, bueno, muy bueno o excelente; también es cuantitativa porque el resultado en mención estará ubicado dentro de los rangos de calificación del PCI (del 0 al 100).

El nivel de la investigación según la profundidad y objetivo, es **descriptiva** porque se ejecuta el levantamiento de información mediante la observación en el presente de los daños del pavimento flexible de acuerdo a su tipo, severidad y extensión.

3.2. Población y/o muestra de estudio

La población del trabajo de investigación es la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, georreferenciada más adelante y también en el Anexo 6.

Las muestras del trabajo de investigación, son las unidades de muestreo inspeccionadas que de acuerdo al cálculo son veinticuatro (24) en el Tramo 01 y veintitrés (23) en el Tramo 02, su ubicación geográfica se encuentra en Anexo 7.

La zona en estudio es un tramo de la avenida Jorge Basadre Grohmann, específicamente entre las avenidas Jorge Basadre Grohmann Este y Basadre y Forero, ubicado en el distrito de Pocollay de la provincia de Tacna.

El punto de inicio del tramo en mención es la intersección de la avenida en estudio y la avenida Jorge Basadre Grohmann Este de coordenadas UTM X = 370507.41 m E, Y = 8009005.51 m S, y el punto final la intersección de la avenida en estudio y la avenida Basadre y Forero de coordenadas UTM X = 369889.20 m E, Y = 8008546.40 m S.

El tramo de la avenida es de dos sentidos de tránsito vehicular separados por una berma central y comprende una longitud de 770.05 m.l. por cada sentido. Se considerará para el desarrollo de la tesis dos tramos secundarios, en adelante Tramo 01 para el sentido NE a SO y Tramo 02 para el sentido SO a NE y el periodo de evaluación es durante el año 2017, los datos de referencia se encuentran dentro del sistema de coordenadas UTM WGS 84:

Zona UTM : 19k

Inicio : Av. Ex Jorge Basadre Grohmann Este

X = 370507.41 m E, Y = 8009005.51 m S, Z = 656.00 m.

Final : Av. Basadre y Forero

X = 369889.20 m E, Y = 8008546.40 m S, Z = 633.00 m.

Longitud Tramo 1 : 770.05 m.

Longitud Tramo 2 : 770.05 m.

Calzadas : 02

Carriles por calzada : 02

Longitud de evaluación: **1,540.10 m.**



Figura 57. Mapa de ubicación distrito de Pocollay, Tacna.

Fuente: extraído de es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Pocollay

3.3. Operacionalización de variables

En la presente tesis se ha identificado las variables dependiente e independiente, donde la variable dependiente es la *Evaluación superficial del pavimento flexible* y la variable independiente es el *Método PCI* en sí, siendo ésta la variable cualitativa debido a que no puede ser medida, pero si descrita y obedece a 7 rangos calificativos, que va desde fallado hasta excelente.

Del siguiente trabajo de investigación, “Evaluación Superficial del Pavimento Flexible de la av. Jorge Basadre Grohmann del Distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, aplicando el Método del PCI”, se identifica las siguientes variables:

- Variable independiente de tipo cualitativo ordinal: Método Pavement Condition Index (PCI).
- Variable dependiente: Evaluación superficial del pavimento flexible.

Tabla 13.
Operacionalización de la variable independiente.

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
Método Pavement Condition index (PCI)	El PCI es un indicador numérico que clasifica la condición superficial del pavimento. El PCI proporciona una medida de la condición actual del pavimento basado en el desgaste observado en la superficie del pavimento, lo que también indica la integridad estructural y la condición operacional de la superficie (rugosidad y seguridad localizadas).	Parámetros de evaluación de daños	- Tipo - Severidad - Extensión
		Índice de condición	- Cálculo de los valores deducidos. - Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m). - Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV). - Determinar PCI de unidades de muestreo. - Determinar PCI de sección.
		Condición del pavimento	- Identificar en el rango de clasificación PCI. - Determinar la condición.

Fuente: ASTM D6433-07 y elaboración propia.

Tabla 14.
Operacionalización de la variable dependiente.

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
Evaluación superficial del pavimento flexible	Consiste en los procedimientos necesarios para la evaluación y procesamiento de la información con el objetivo de determinar la condición del estado situacional del pavimento flexible (asfáltico).	Evaluación del pavimento flexible	- Parámetros de evaluación
		Procesamiento de la información	- Índice de condición - Condición del pavimento

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La técnica utilizada para el presente trabajo de investigación fue el levantamiento de información por observación inicialmente reconociendo el área de trabajo en general y luego la inspección de las unidades de muestreo seleccionadas identificando el tipo, severidad y extensión de los daños.

Los instrumentos para la recolección de datos de la variable dependiente fue el cuestionario sobre preguntas referentes a la evaluación de pavimentos flexibles, ver Anexo 1 y para la recolección de datos de la variable independiente fue el formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica, ver Anexo 2.

3.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento

El instrumento para la recolección de datos de la variable dependiente, el cuestionario, ha sido elaborado de manera propia con el objetivo de aseverar la existencia o no de los parámetros de evaluación, índice de condición del pavimento y la condición del pavimento de la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, los cuales forman parte de materia de la investigación.

El instrumento para la recolección de datos de la variable independiente, el formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica, ha sido elaborado de manera propia en base a los antecedentes de este en la norma ASTM 6433-07 "Práctica estándar para la evaluación de índice de condición de pavimentos

de carreteras y playas de estacionamiento” en Estados Unidos (2007) y el libro “Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras” por el ing. esp. Luis Ricardo Vásquez Varela en Colombia (2002), manteniendo los campos más importantes para la evaluación de la vía mencionada.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

El plan de recolección de información sobre los daños en el pavimento flexible de la vía en estudio estuvo supeditado al cálculo preliminar del número y longitud de las unidades de muestreo seleccionadas para inspección, luego de ello se establecieron las fechas para el levantamiento de información in situ en horas con poca afluencia de tránsito vehicular, como se detalla a continuación:

Tabla 15.

Número y fechas de las inspecciones de las unidades de muestreo.

Número	Día	Hora
01	Sábado 28 de octubre de 2017	6:00 am – 10:15 am
02	Domingo 29 de octubre de 2017	6:00 am – 10:00 am
03	Sábado 04 de noviembre de 2017	6:00 am – 10:15 am
04	Domingo 05 de noviembre de 2017	6:00 am – 10:00 am

Fuente: Elaboración propia.

El procesamiento de información para el cálculo del “índice de condición del pavimento” y “condición del pavimento”, se realizó en gabinete de acuerdo a los lineamientos establecidos en el manual “Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras” por el ing. esp. Luis Ricardo Vásquez Varela.

3.5.1. Determinación de las unidades de muestro para inspección

3.5.1.1. Unidades de muestreo

La norma ASTM D 6433-07, indica identificar los tramos del pavimento, dividirlos en secciones, luego dividir dichas secciones en unidades de muestra.

Los tramos del pavimento son definidos de acuerdo a su función, es decir, serán definidos según el sentido de circulación vehicular. El pavimento para el sentido

NE a SO será el Tramo 01 y para el sentido SO a NE será el Tramo 02 para mayor detalle ver el Anexo 6, la designación de la progresiva es como sigue a continuación:

Tramo 01 = 0+000.00 – 0+770.05 (longitud = 770.05 m.)

Tramo 02 = 0+770.05 – 1+540.10 (longitud = 770.05 m.)

La norma recomienda dividir los tramos en secciones de acuerdo a la historia de construcción, tráfico y condición, y dividir cada sección en unidades de muestra.

De acuerdo al reconocimiento preliminar realizado se puede afirmar que, según la historia de construcción ambos tramos en toda su longitud son de pavimento flexible o asfáltico, y a simple vista ambos tramos mantienen tráfico similar porque corresponden a una misma avenida, en cuanto a su condición se observó que se realizaron actividades de mantenimiento en ambos tramos como el parcheo parcial, de esta forma los límites de las secciones serán definidas por las áreas de mantenimiento ejecutadas en la vía.

Tramo 01:

Sección 01 = 0+000.00 – 0+399.00; (longitud = 399.00 m.)

Sección 02 = 0+399.00 – 0+453.00; (longitud = 54.00 m.)

Sección 03 = 0+453.00 – 0+590.50; (longitud = 137.50 m.)

Sección 04 = 0+590.50 – 0+613.05; (longitud = 22.55 m.)

Sección 05 = 0+613.05 – 0+770.05; (longitud = 157.00 m.)

Tramo 02:

Sección 01 = 0+770.05 – 0+814.15; (longitud = 44.10 m.)

Sección 02 = 0+814.15 – 0+922.05; (longitud = 107.90 m.)

Sección 03 = 0+922.05 – 0+950.25; (longitud = 28.20 m.)

Sección 04 = 0+950.25 – 1+105.75; (longitud = 155.50 m.)

Sección 05 = 1+105.75 – 1+139.90; (longitud = 34.15 m.)

Sección 06 = 1+139.90 – 1+540.10; (longitud = 400.20 m.)

Para poder realizar la división de las secciones en unidades de muestra, se calculó la longitud recomendada de la unidad de muestra de acuerdo a la Tabla 2. De esta manera se obtiene los siguientes datos mediante la interpolación para un ancho de calzada de 6.60 m.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

$$\text{longitud de muestra} = 35.4 - \frac{(6.5 - 6.6) \times (35.4 - 31.5)}{6.5 - 7.3}$$

$$\text{longitud de muestra} = 34.91 \cong 35 \text{ m.}$$

Se ha adoptado una longitud de muestra recomendada de 35.00 m., para el ancho de la calzada promedio de 6.60 m.

3.5.1.2. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

Para este caso, Evaluación de una Red Vial, se aplicará el proceso de muestreo de acuerdo a la Ecuación 1:

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

Donde:

N = número total de unidades de muestreo en la sección a evaluar.

$e = 5\%$, error admisible en el estimativo del PCI de la sección.

$\sigma = 10$, desviación estándar del PCI entre las unidades.

Se obtiene el valor de N dividiendo la longitud total del pavimento del tramo entre la longitud de unidad de muestra, lo cual nos indicará el número total de las unidades de muestra.

Para la Sección 01 del Tramo 01:

$$N = \frac{399 \text{ m.}}{35 \text{ m.}}$$
$$N = 11.4 \cong 11$$

$$n = \frac{11.4 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (11.4 - 1) + 10^2}$$
$$n = 6.91 \cong 7$$

Resultado:

$n = 7$, número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

Nota: El mismo procedimiento se realizó para las secciones restantes de ambos tramos de la avenida.

3.5.1.3. Selección de las unidades de muestreo para inspección

Como ya se conoce el número mínimo de las unidades de muestra a evaluar se debe identificar cuáles serán dichas unidades de muestra, para ello se procede con el cálculo del intervalo de muestreo (i) de la siguiente manera con la Ecuación 2:

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

Donde:

N = número total de unidades de muestreo en la sección a evaluar.

n = número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

Para la Sección 01 del Tramo 01:

$$i = \frac{11}{7}$$
$$i = 1.57 \cong 1$$

Resultado:

$i = 1$, intervalo de muestreo.

Es decir, se deberá inspeccionar las unidades de muestra con intervalo de separación de 1, por ejemplo, las unidades de muestra seleccionadas para inspección serán: N°1, N°2, N°3, N°4 ... consecutivamente.

El mismo procedimiento se realizó para las secciones restantes de ambos tramos de la avenida, a continuación, se muestra el cuadro resumen de los valores N , n e i , de las secciones de pavimento de ambos tramos:

Tabla 16.
Valores N , n , i de las secciones del Tramo 01.

TRAMO 01						
DATOS	SECCIÓN 1	SECCIÓN 2	SECCIÓN 3	SECCIÓN 4	SECCIÓN 5	TOTALES
Longitud de la Sección	399.00	54.00	137.50	22.55	157.00	770.05
Longitud de la U.M:	35	35	35	35	35	
Número Total de U.M. (N)	11.40	1.54	3.93	0.64	4.49	
(*)	11.00	2.00	4.00	1.00	4.00	22.00
Número mínimo de U.M. a evaluar (n)	6.77	1.88	3.37	1.00	3.37	
(**)	7.00	2.00	3.00	1.00	3.00	16.00
Intervalo de muestreo (i)	1.57	1.00	1.33	1.00	1.33	
(***)	1	1	1	1	1	

(*) Valor N redondeado a 0 decimales

(**) Valor n redondeado a 0 decimales

(***) Valor i redondeado a 0 decimales

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17.
Valores N , n , i de las secciones del Tramo 02.

TRAMO 02							
DATOS	SECCIÓN 1	SECCIÓN 2	SECCIÓN 3	SECCIÓN 4	SECCIÓN 5	SECCIÓN 6	TOTALES
Longitud de la Sección	44.10	107.90	28.20	155.50	34.15	400.20	770.05
Longitud de la U.M:	35	35	35	35	35	35	
Número Total de U.M. (N)	1.26	3.08	0.81	4.44	0.98	11.43	
(*)	1.00	3.00	1.00	4.00	1.00	11.00	21.00
Número mínimo de U.M. a evaluar (n)	1.00	2.67	1.00	3.37	1.00	6.77	
(**)	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	7.00	16.00
Intervalo de muestreo (i)	1.00	1.00	1.00	1.33	1.00	1.57	
(***)	1	1	1	1	1	1	

(*) Valor N redondeado a 0 decimales

(**) Valor n redondeado a 0 decimales

(***) Valor i redondeado a 0 decimales

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Norma ASTM D6433-07 y el Manual Ingepav "Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras" por el Ing. esp. Luis Ricardo Vásquez Varela de la Universidad Nacional de Colombia, la finalidad del procedimiento realizado es garantizar el 95% de nivel de confiabilidad de los resultados.

En unidades de muestra en donde su longitud no pueda ser de 35 m. debido al cambio de sección, la longitud será determinada por las áreas mínimas y máximas

de las unidades de muestra de acuerdo a la Norma ASTM D6433-07 o el manual Ingepav de la Universidad Nacional de Colombia, ambos recomiendan lo siguiente:

Según la Norma ASTM D6433-07, el área de la unidad de muestra debe estar comprendida entre 225 ± 90 m², es decir tendrá un área mínima de 135 m² o un área máxima de 315 m².

Según el Manual Ingepav, el área de la unidad de muestra debe estar comprendida entre 230 ± 93 m², es decir tendrá un área mínima de 137 m² o un área máxima de 323 m².

En adelante, se tomará en consideración ambas recomendaciones a modo de definir las unidades de muestra necesarias a evaluar.

De esta manera se ha identificado los tramos, secciones y unidades de muestra que comprende la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este –av. Basadre y Forero.

Tabla 18.
Enumeración de la Unidades de Muestra del Tramo 01.

TRAMO 01 (0+000.00 - 0+770.05)								
TRAMO	SECCIÓN	UNIDAD DE MUESTRA	LONGITUD DE MUESTRA (M)	AREA	VERIFICACIÓN DE ÁREA		PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL
					NORMA ASTM D 6433-07	MANUAL INGEPAV - PCI		
1	1	1	35.00	231.00	Sí	Sí	0+000.00	0+035.00
		2	35.00	231.00	Sí	Sí	0+035.00	0+070.00
		3	35.00	231.00	Sí	Sí	0+070.00	0+105.00
		4	35.00	231.00	Sí	Sí	0+105.00	0+140.00
		5	35.00	231.00	Sí	Sí	0+140.00	0+175.00
		6	35.00	231.00	Sí	Sí	0+175.00	0+210.00
		7	35.00	231.00	Sí	Sí	0+210.00	0+245.00
		8	35.00	231.00	Sí	Sí	0+245.00	0+280.00
		9	35.00	231.00	Sí	Sí	0+280.00	0+315.00
		10	35.00	231.00	Sí	Sí	0+315.00	0+350.00
		11	28.00	184.80	Sí	Sí	0+350.00	0+378.00
		12	21.00	138.60	Sí	Sí	0+378.00	0+399.00
	2	13	33.00	217.80	Sí	Sí	0+399.00	0+432.00
		14	21.00	138.60	Sí	Sí	0+432.00	0+453.00
	3	15	35.00	231.00	Sí	Sí	0+453.00	0+488.00
		16	35.00	231.00	Sí	Sí	0+488.00	0+523.00
		17	35.00	231.00	Sí	Sí	0+523.00	0+558.00
	4	18	32.50	214.50	Sí	Sí	0+558.00	0+590.50
		19	22.55	148.83	Sí	Sí	0+590.50	0+613.05
	5	20	35.00	231.00	Sí	Sí	0+613.05	0+648.05
		21	35.00	231.00	Sí	Sí	0+648.05	0+683.05
		22	35.00	231.00	Sí	Sí	0+683.05	0+718.05
		23	26.00	171.60	Sí	Sí	0+718.05	0+744.05
		24	26.00	171.60	Sí	Sí	0+744.05	0+770.05
TOTAL	5	24	770.05	5082.33				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19.
Enumeración de la Unidades de Muestra del Tramo 02.

TRAMO 02 (0+770.05 - 1+540.00)								
TRAMO	SECCIÓN	UNIDAD DE MUESTRA	LONGITUD DE MUESTRA (M)	AREA	VERIFICACIÓN DE ÁREA		PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL
					NORMA ASTM D 6433-07	MANUAL INGEPAV - PCI		
2	1	1	44.10	291.06	Sí	Sí	0+770.05	0+814.15
		2	35.00	231.00	Sí	Sí	0+814.15	0+849.15
	2	3	35.00	231.00	Sí	Sí	0+849.15	0+884.15
		4	37.90	250.14	Sí	Sí	0+884.15	0+922.05
	3	5	28.20	186.12	Sí	Sí	0+922.05	0+950.25
	4	6	35.00	231.00	Sí	Sí	0+950.25	0+985.25
		7	35.00	231.00	Sí	Sí	0+985.25	1+020.25
		8	35.00	231.00	Sí	Sí	1+020.25	1+055.25
		9	25.50	168.30	Sí	Sí	1+055.25	1+080.75
	5	10	25.00	165.00	Sí	Sí	1+080.75	1+105.75
		11	34.15	225.39	Sí	Sí	1+105.75	1+139.90
	6	12	35.00	231.00	Sí	Sí	1+139.90	1+174.90
		13	35.00	231.00	Sí	Sí	1+174.90	1+209.90
		14	35.00	231.00	Sí	Sí	1+209.90	1+244.90
		15	35.00	231.00	Sí	Sí	1+244.90	1+279.90
		16	35.00	231.00	Sí	Sí	1+279.90	1+314.90
		17	35.00	231.00	Sí	Sí	1+314.90	1+349.90
		18	35.00	231.00	Sí	Sí	1+349.90	1+384.90
		19	35.00	231.00	Sí	Sí	1+384.90	1+419.90
		20	35.00	231.00	Sí	Sí	1+419.90	1+454.90
		21	35.00	231.00	Sí	Sí	1+454.90	1+489.90
		22	25.20	166.32	Sí	Sí	1+489.90	1+515.10
	23	25.00	165.00	Sí	Sí	1+515.10	1+540.10	
TOTAL	6	23	770.05	5082.33				

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

A continuación, se procede con el cálculo del valor del PCI de las unidades de muestra de acuerdo a los lineamientos del Capítulo II: Marco Teórico, para ello se tomará como ejemplo la unidad de muestra N°05, correspondiente a la sección 01 del tramo 01.

Primero, se debe tener conocimiento pleno de los diecinueve (19) tipos de daños en el pavimento flexible de acuerdo al manual de daños para el método PCI y se identificarán los daños y su severidad ya sea baja (L), media (M) o alta (H) de la unidad de muestra N°05, a modo de ejemplo. Completando correctamente el formato de evaluación para pavimentos flexibles.

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

Para la unidad de muestra N°05 se ha identificado cinco (04) tipos de daños, los cuales son: grieta de borde, desnivel carril / berma, parcheo y acometidas de

servicio público, meteorización / desprendimiento de agregados, pero con distintos **NIVELES DE SEVERIDAD**.

- 07.Grieta de borde, severidad **media**
- 09.Desnivel carril / berma, severidad **baja**
- 11.Parqueo y acometidas de servicio, severidad **media**
- 19.Meteorización / desprendimiento de agregados, severidad **baja**

Para cada tipo de daño y su nivel de severidad se halla la **CANTIDAD** en las unidades correspondientes, sumando un total.

<u>Daño</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>
- 07.Grieta de borde (M)	m	9.00
- 09.Desn carril-berma (L)	m	10.40
- 11.Parqueo-acometida (M)	m ²	32.62
- 19.Desprendimiento (L)	m ²	181.09

A ello, por cada tipo de daño y su nivel de severidad se calcula su **DENSIDAD** dividiendo la cantidad respecto al área total de la unidad de muestra (231.00 m²) expresado en porcentaje (%).

<u>Daño</u>	<u>Densidad</u>
- 07.Grieta de borde (M)	3.90 %
- 09.Desn carril-berma (L)	4.50 %
- 11.Parqueo-acometida (M)	14.12 %
- 19.Desprendimiento (L)	60.45 %

Luego se determina el **VALOR DEDUCIDO**, para cada tipo de daño y su nivel de severidad respecto a su porcentaje de densidad, mediante las curvas denominadas "Valor deducido del daño para pavimento flexible" adjuntadas en el Anexo 5.

<u>Daño</u>	<u>Valor Deducido</u>
- 07.Grieta de borde (M)	9.40
- 09.Desn carril-berma (L)	2.70
- 11.Parqueo-acometida (M)	35.90
- 19.Desprendimiento (L)	13.40

El procedimiento queda registrado en el formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica (hoja de registro), como se muestra a continuación:

Figura 60
Parámetros de evaluación en hoja de registro.

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX					ESQUEMA: 				
TRAMO: 01		SECCIÓN: 01		UNIDAD DE MUESTRA: 05					
INSPECCIONADO POR: MARCO A. GUZMAN NAVARRO		FECHA: 28/10/2017		ÁREA (M²): 231.00					
1. Piel de cocodrilo 2. Exudación 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamientos y hundimientos 5. Corrugación		6. Depresión 7. Fisura de borde 8. Fisura de reflexión de junta 9. Desnivel carril-berma 10. Fisuras longitudinales y transversales		11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía ferrea 15. Ahuellamiento		16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica (slippage) 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados			
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
7	M	9.00				9.00	3.90	9.40	
9	L	3.10	7.30			10.40	4.50	2.70	
11	M	28.41	1.96	2.25		32.62	14.12	35.90	
19	L	139.64				139.64	60.45	13.40	

Fuente: Elaboración Propia.

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

La teoría nos dice que, si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido” CDV, en este caso todos los valores deducidos son mayores a 2, por tanto, se lista los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor:

<u>Daño</u>	<u>Valor Deducido</u>
- 11.Parcheo-acometida (M)	35.90
- 19.Desprendimiento (L)	13.40
- 07.Grieta de borde (M)	9.40
- 09.Desn carril-berma (L)	2.70

Valor deducido más alto: 35.90

Se determina el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3.

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

Donde:

m_i : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo 5.

HDVi: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo 5.

$$m_5 = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 35.90)$$

$$m_5 = 6.88$$

Resultado:

$m_5 = 6.88$, número máximo admisible de valores deducidos.

Entonces, el número de valores individuales deducidos se reduce a 6.88, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que 6.88 se utilizan todos los que se tengan.

Etapla 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

Se determina el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0. para la unidad de muestra N°05, es decir 4.

Se determina el “**Valor Deducido Total**” sumando TODOS los valores deducidos individuales de la unidad de muestra N°05, $35.90 + 13.40 + 9.40 + 2.70 = 61.40$

Se determina el **CDV** con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección para pavimento flexible según el Anexo 5. Por lo tanto, tiene un valor de CDV de

El proceso de iteración continúa reemplazado el menor valor deducido mayor a 2 por el valor de 2, y así consecutivamente hasta tener un valor q igual a 1.

Tabla 20.
Proceso de iteración - máximo CDV

Valores Deducidos				VDT	q	CDV
35.9	14.12	3.90	4.50	58.42	4	32
35.9	14.12	3.90	2	55.92	3	36
35.9	14.12	2	2	54.02	2	41
35.9	2	2	2	41.90	1	42

Fuente: Elaboración propia.

El máximo CDV es el mayor de los CDV, es decir 42.

Etap 4. El valor del **PCI** de la unidad se calcula restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3

$$PCI_5 = 100 - CDV$$

$$PCI_5 = 100 - 42$$

$$PCI_5 = 58$$

La unidad de muestra N°05, correspondiente a la sección 01 del Tramo 01, tiene un valor del PCI de 58, es decir la condición del pavimento es **Buena**.

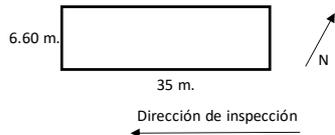
3.5.3. Formatos de evaluación por unidad de muestreo

Ya visto el procesamiento y análisis de datos se muestra a continuación los formatos de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica (hojas de registro) para cada una de las unidades de muestra inspeccionadas.

Utilizando los formatos de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica y el manual de daños, se determinaron los parámetros de evaluación identificando el tipo, severidad y extensión del daño del pavimento flexible de las 44 unidades de muestreo, como sigue a continuación:

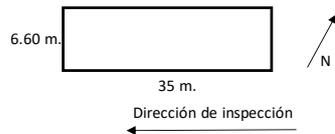
Tramo 01:

Tabla 23.
Hoja de Registro - U.M. 01

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX					ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:					
01		01		01					
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)					
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		28/10/2017		231.00					
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parcheo		16. Desplazamiento			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hinchamiento			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Cruce de vía ferrea		19. Desprendimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
9	L	4.10	5.20	3.90	3.70		16.90	7.32	3.50
9	M	14.20					14.20	6.15	5.90
11	L	8.00					8.00	3.46	7.60
11	M	21.25					21.25	9.20	30.30
19	L	66.00					66.00	28.57	9.70

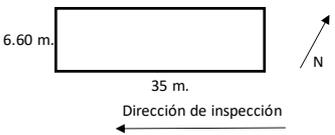
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24.
Hoja de Registro - U.M. 02

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX					ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:					
01		01		02					
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)					
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		28/10/2017		231.00					
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parcheo		16. Desplazamiento			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hinchamiento			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Cruce de vía ferrea		19. Desprendimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
7	L	0.50	3.00				3.50	1.52	2.10
9	L	5.60	7.50	5.50	4.00	2.50	7.20	13.98	5.50
11	L	28.70					28.70	12.42	19.00

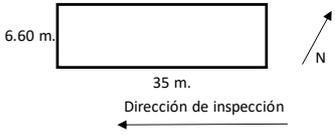
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25.
Hoja de Registro - U.M. 03

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 			
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:								
01	01	03								
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)								
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	28/10/2017	231.00								
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimiento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)							
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento								
Daño	Severidad	Cantidades Parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	2.00					2.00	0.87	-	
7	M	2.00	3.00	4.10	1.50	7.50	4.30	22.40	9.70	13.70
9	L	5.40	5.20	2.16				12.76	5.52	3.00
9	M	12.20	3.60	6.60	4.12			26.52	11.48	8.60
11	L	2.06						2.06	0.89	2.10
11	M	30.71	3.04					33.75	14.61	36.40
19	L	90.75						90.75	39.29	11.30

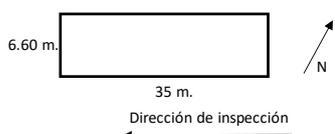
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26.
Hoja de Registro - U.M. 04

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 			
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:								
01	01	04								
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)								
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	28/10/2017	231.00								
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimiento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)							
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento								
Daño	Severidad	Cantidades Parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido
7	M	1.21	1.90	5.30			8.41	3.64	9.10	
9	L	5.00	2.10				7.10	3.07	2.20	
9	M	4.10	4.90	14.90			23.90	10.35	8.00	
11	L	25.08					25.08	10.86	17.60	
11	M	1.62	4.23				5.85	2.53	16.00	

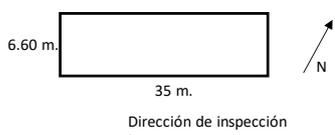
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27.
Hoja de Registro - U.M. 05

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	01	05							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	28/10/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo		16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica (slippage)					
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos		18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea		19. Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
7	M	9.00				9.00	3.90	9.40	
9	L	3.10	7.30			10.40	4.50	2.70	
11	M	28.41	1.96	2.25		32.62	14.12	35.90	
19	L	139.64				139.64	60.45	13.40	

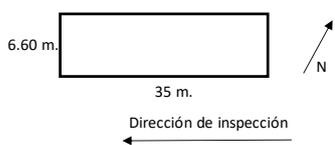
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 28.
Hoja de Registro - U.M. 06

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	01	06							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	28/10/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo		16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica (slippage)					
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos		18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea		19. Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
7	L	27.20				27.20	11.77	5.30	
11	M	39.20	0.91			40.11	17.36	38.90	
13	L	1.00				1.00	0.43	9.70	
19	L	190.89				190.89	82.64	14.90	

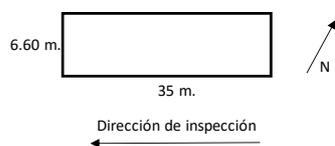
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29.
Hoja de Registro - U.M. 07

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:							
01		01		07							
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		28/10/2017		231.00							
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)		
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido		
11	M	29.07	2.01				31.08	13.45	35.30		
11	H	6.55					6.55	2.84	30.10		
19	L	161.70					161.70	70.00	14.10		
19	H	1.62					1.62	0.70	14.40		

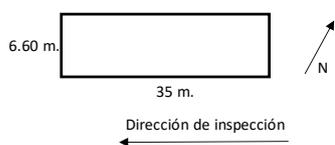
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30.
Hoja de Registro - U.M. 08

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:							
01		01		08							
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		28/10/2017		231.00							
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)		
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido		
11	L	18.28	1.66	0.52			20.46	8.85	15.60		
11	M	11.48	1.30				12.78	5.53	23.60		
19	L	161.99					161.99	70.12	14.10		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31.
Hoja de Registro - U.M. 09

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 			
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:								
01	01	09								
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)								
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	28/10/2017	231.00								
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)							
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento								
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido		
1	L	1.00				1.00	0.43	5.60		
7	M	7.50				7.50	3.25	8.70		
9	L	2.80				2.80	1.21	-		
9	M	7.30				7.30	3.16	4.50		
9	H	3.70	7.50			11.20	4.85	9.30		
11	M	38.41	2.01			40.42	17.50	39.00		
19	M	115.50				115.50	50.00	35.60		
19	H	7.22	0.55	3.96		11.73	5.08	31.10		

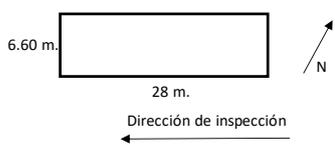
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 32.
Hoja de Registro - U.M. 10

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 			
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:								
01	01	10								
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)								
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	28/10/2017	231.00								
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)							
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento								
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido		
7	H	21.20				21.20	9.18	21.40		
9	M	15.10				15.10	6.54	6.10		
9	H	19.90				19.90	8.61	12.30		
11	L	49.00	1.82	1.82		52.65	22.79	25.10		
19	L	178.35				178.35	77.21	14.60		

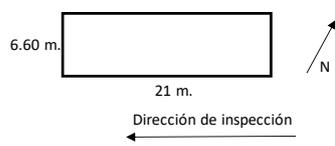
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33.
Hoja de Registro - U.M. 11

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 					
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	01	11							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	28/10/2017	184.80							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
7	H	17.90				17.90	9.69	21.90	
9	H	21.00				21.00	11.36	14.50	
11	L	31.46	2.49			33.95	18.37	22.90	
13	L	1.00				1.00	0.54	11.70	
19	L	114.85				114.85	62.15	13.50	
19	H	2.64				2.64	1.43	18.30	

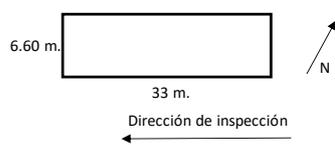
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34.
Hoja de Registro - U.M. 12

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 					
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	01	12							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	28/10/2017	138.60							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
9	L	8.10				8.10	5.84	3.10	
10	L	0.92	1.93			2.85	2.06	0.30	
11	L	22.01	7.39			29.40	21.21	24.30	
13	H	1.00				1.00	0.72	46.00	
19	L	109.20				109.20	78.79	14.70	

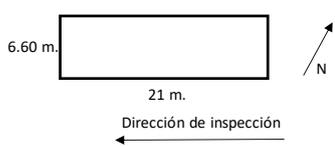
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 35.
Hoja de Registro - U.M. 13

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	02	13							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	217.80							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
10	L	1.00	1.13	1.00	5.32	8.45	3.88	3.10	
11	L	5.08				5.08	2.33	5.20	
11	M	5.60				5.60	2.57	16.20	
13	L	1.00				1.00	0.46	10.10	

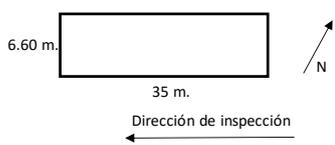
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36.
Hoja de Registro - U.M. 14

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	02	14							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	138.60							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
9	L	2.40				2.40	1.73	1.80	
9	M	7.60				7.60	5.48	5.60	

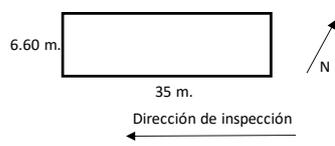
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37.
Hoja de Registro - U.M. 15

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	03	15							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
11	L	7.06				7.06	3.06	6.70	
13	M	1.00				1.00	0.43	18.40	
15	M	21.21				21.21	9.18	43.20	
19	L	228.20				228.20	98.79	15.80	

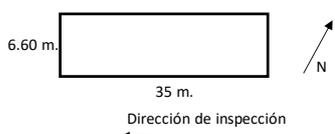
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 38.
Hoja de Registro - U.M. 16

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	03	16							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
15	L	10.00	10.00			20.00	8.66	25.60	
19	L	231.00				231.00	100.00	15.80	

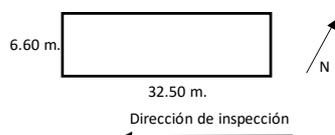
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 39.
Hoja de Registro - U.M. 17

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	03	17							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo		16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica (slippage)					
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos		18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea		19. Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
9	L	15.00				15.00	6.49	3.30	
15	L	21.00	21.00			42.00	18.18	34.00	
19	L	231.00				231.00	100.00	15.80	

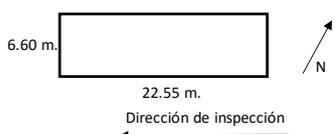
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 40.
Hoja de Registro - U.M. 18

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	03	18							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	214.50							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo		16. Desplazamiento					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica (slippage)					
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos		18. Hinchamiento					
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea		19. Desprendimiento de agregados					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
15	L	13.65				13.65	6.36	22.80	
19	L	214.50				214.50	100.00	15.80	

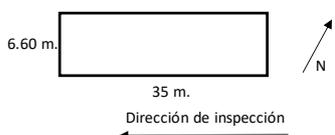
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 41.
Hoja de Registro - U.M. 19

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX					ESQUEMA: 						
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:							
01		04		19							
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		29/10/2017		148.83							
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)		
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido			
7	M	22.55				22.55	15.15	16.40			
7	H	5.00				5.00	3.36	13.50			
9	M	22.55				22.55	15.15	10.40			
10	M	1.20				1.20	0.81	1.90			

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 42.
Hoja de Registro - U.M. 20

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX					ESQUEMA: 						
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:							
01		05		20							
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		29/10/2017		231.00							
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)		
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido			
9	L	35.00				35.00	15.15	5.90			
15	H	42.00				42.00	18.18	69.90			
19	L	231.00				231.00	100.00	15.80			

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 43.
Hoja de Registro - U.M. 21

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	05	21							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
9	L	35.00					35.00	15.15	5.90
15	L	38.50					38.50	16.67	32.90
19	L	231.00					231.00	100.00	15.80

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 44.
Hoja de Registro - U.M. 22

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	05	22							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
9	M	34.91					34.91	15.11	10.40
15	M	10.80					10.80	4.68	35.30
19	L	6.00					6.00	2.60	2.50

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 45.
Hoja de Registro - U.M. 23

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	05	23							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	171.60							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
9	M	26.00				26.00	15.15	10.40	
19	L	171.60				171.60	100.00	15.80	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 46.
Hoja de Registro - U.M. 24

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
01	05	24							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	29/10/2017	171.60							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
4	H	2.20				2.20	1.28	37.40	
19	L	155.60				155.60	90.68	15.40	
19	H	15.00	1.00			16.00	9.32	40.20	

Fuente: Elaboración Propia.

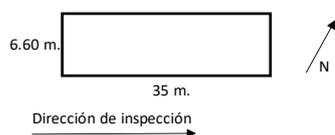
Tramo 02:

Tabla 47.
Hoja de Registro - U.M. 01

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 	
TRAMO: 02		SECCIÓN: 01		UNIDAD DE MUESTRA: 01					
INSPECCIONADO POR: MARCO A. GUZMAN NAVARRO		FECHA: 04/11/2017		ÁREA (M²) 291.06					
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parcheo		16. Desplazamiento			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hinchamiento			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Cruce de vía ferrea		19. Desprendimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
1	H	0.08				0.08	0.03	-	
11	L	1.65				1.65	0.57	1.40	
13	L	1.00	1.00	1.00		3.00	1.03	19.30	
19	L	1.00	1.00	2.00		4.00	1.37	2.10	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48.
Hoja de Registro - U.M. 02

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 	
TRAMO: 02		SECCIÓN: 02		UNIDAD DE MUESTRA: 02					
INSPECCIONADO POR: MARCO A. GUZMAN NAVARRO		FECHA: 04/11/2017		ÁREA (M²) 231.00					
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parcheo		16. Desplazamiento			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Pulimento de agregados		17. Grieta parabólica (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Huecos		18. Hinchamiento			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Cruce de vía ferrea		19. Desprendimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
7	H	7.00	3.40			10.40	4.50	15.50	
9	M	23.50				23.50	10.17	7.90	
15	L	8.75				8.75	3.79	18.70	
19	L	231.00				231.00	100.00	15.80	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 49.
Hoja de Registro - U.M. 03

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 				
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:									
02	02	03									
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)									
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	04/11/2017	231.00									
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento								
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)								
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento								
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados								
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido		
7	L	7.90					7.90	3.42	3.50		
9	M	11.60					11.60	5.02	5.40		
13	M	1.00					1.00	0.43	18.40		
15	L	14.00					14.00	6.06	22.40		
19	L	115.50					115.50	50.00	12.50		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 50.
Hoja de Registro - U.M. 04

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 				
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:									
02	02	04									
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)									
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	04/11/2017	250.14									
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento								
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)								
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento								
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados								
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento									
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido		
9	L	8.80					8.80	3.52	2.40		
15	L	30.00					30.00	11.99	29.00		
19	L	37.52					37.52	15.00	6.60		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51.
Hoja de Registro - U.M. 05

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX						ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:						
02		03		05						
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)						
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		04/11/2017		186.12						
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento	
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)	
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados	
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento				
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
4	L	9.00					9.00	4.84	10.20	
10	L	1.20	0.66	0.70	0.20	1.37	0.54	4.67	2.51	1.20
13	H	1.00					1.00	0.54	40.60	
15	M	25.50					25.50	13.70	47.80	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 52.
Hoja de Registro - U.M. 06

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX						ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:						
02		04		06						
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)						
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		04/11/2017		231.00						
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento	
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)	
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados	
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento				
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
9	L	8.00					8.00	3.46	2.30	
15	M	31.50					31.50	13.64	47.80	
19	L	115.50					115.50	50.00	12.50	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53.
Hoja de Registro - U.M. 07

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	04	07							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	04/11/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	0.65					0.65	0.28	4.50
4	L	6.37					6.37	2.76	7.70
15	L	6.30					6.30	2.73	16.50
15	M	12.60					12.60	5.45	37.10
15	H	12.60					12.60	5.45	51.50
19	L	115.50					115.50	50.00	12.50

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 54.
Hoja de Registro - U.M. 08

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	04	08							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	04/11/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
4	H	0.90					0.90	0.39	22.90
15	L	29.75					29.75	12.88	29.80
19	L	114.87					114.87	49.73	12.40

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 55.
Hoja de Registro - U.M. 09

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:							
02		04		09							
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		04/11/2017		168.30							
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)		
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido		
10	L	14.20					14.20	8.44	6.70		
11	L	4.34					4.34	2.58	5.70		
15	L	26.01					26.01	15.45	32.00		
19	L	84.15					84.15	50.00	12.50		
19	H	2.90	1.25				4.15	2.47	23.00		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 56.
Hoja de Registro - U.M. 10

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:							
02		04		10							
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		04/11/2017		165.00							
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimiento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)		
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido		
11	M	5.08					5.08	3.08	17.70		
13	H	1.00					1.00	0.61	42.70		
15	L	21.25					21.25	12.88	29.80		
19	L	82.50					82.50	50.00	12.50		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 57.
Hoja de Registro - U.M. 11

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	05	11							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	04/11/2017	225.39							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimiento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
7	L	7.26	0.30				7.56	3.35	3.50
7	H	7.50					7.50	3.33	13.50
9	L	4.03					4.03	1.79	1.80
9	M	2.30					2.30	1.02	-
9	H	7.50					7.50	3.33	8.00
11	L	2.01					2.01	0.89	2.10
11	M	51.91	3.42				55.33	24.55	44.40
19	L	4.50					4.50	2.00	2.30
19	M	0.80					0.80	0.35	6.80
19	H	3.20					3.20	1.42	18.20

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 58.
Hoja de Registro - U.M. 12

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	06	12							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	04/11/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimiento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
7	H	6.00	2.60	0.88	1.10		10.58	4.58	15.60
9	L	2.46					2.46	1.06	-
9	M	1.80	1.55				3.35	1.45	-
9	H	6.00	2.60	0.88	1.10		10.58	4.58	9.00
11	L	46.15					46.15	19.98	23.70
11	H	10.15					10.15	4.40	36.20
15	L	30.72					30.72	13.30	30.20
19	L	150.34					150.34	65.08	2.30
19	H	4.55	19.80				24.35	10.54	38.80

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 59.
Hoja de Registro - U.M. 13

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:							
02		06		13							
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		05/11/2017		231.00							
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)		
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido		
7	H	1.22	1.48				2.70	1.17	9.40		
9	L	7.00	5.00				12.00	5.19	2.90		
11	L	51.10					51.10	22.12	24.80		
15	L	30.60					30.60	13.25	30.10		
19	L	179.90					179.90	77.88	14.60		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 60.
Hoja de Registro - U.M. 14

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA											
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 				
TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:							
02		06		14							
INSPECCIONADO POR:		FECHA:		ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO		05/11/2017		231.00							
1. Piel de cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de borde			12. Pulimento de agregados			17. Grieta parabólica (slippage)		
3. Agrietamiento en bloque			8. Fisura de reflexión de junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel carril-berma			14. Cruce de vía ferrea			19. Desprendimiento de agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido		
11	L	42.35					42.35	18.33	22.90		
15	M	4.73					4.73	2.05	25.60		
15	H	14.18					14.18	6.14	53.30		
19	L	188.65					188.65	81.67	14.90		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 61.
Hoja de Registro - U.M. 15

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	06	15							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	05/11/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
9	L	17.00					17.00	7.36	3.50
11	L	20.90	2.01				22.91	9.92	16.70
11	M	15.65					15.65	6.78	26.10
19	L	56.10					56.10	24.29	8.90

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 62.
Hoja de Registro - U.M. 16

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	06	16							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	05/11/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
11	M	40.25	1.92				42.17	18.25	39.60
19	L	46.20					46.20	20.00	8.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 63.
Hoja de Registro - U.M. 17

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	06	17							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	05/11/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
11	L	2.01				2.01	0.87	2.00	
11	M	30.73	2.35	0.61		33.69	14.59	36.40	
19	L	46.20				46.20	20.00	8.00	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 64.
Hoja de Registro - U.M. 18

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	06	18							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	05/11/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
9	M	11.50				11.50	4.98	5.40	
11	L	28.26	3.31			31.57	13.67	19.90	
11	M	20.41				20.41	8.84	29.70	
19	L	34.65				34.65	15.00	6.60	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 65.
Hoja de Registro - U.M. 19

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 			
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:								
02	06	19								
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)								
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	05/11/2017	231.00								
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)							
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento								
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido		
7	M	5.30	3.23			8.53	3.69	9.20		
10	M	2.60				2.60	1.13	2.60		
11	L	16.53	13.28	1.94		31.74	13.74	20.00		
19	L	46.20				46.20	20.00	8.00		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 66.
Hoja de Registro - U.M. 20

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 			
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:								
02	06	20								
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)								
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	05/11/2017	231.00								
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento							
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)							
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento							
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento								
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido		
9	L	14.30				14.30	6.19	3.20		
9	M	21.90				21.90	9.48	7.60		
11	L	30.10				30.10	13.03	19.50		
19	L	34.65				34.65	15.00	6.60		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 67.
Hoja de Registro - U.M. 21

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	06	21							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	05/11/2017	231.00							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
9	L	28.60	23.00				51.60	22.34	8.00
9	M	12.00					12.00	5.19	5.50
11	L	28.39	2.01				30.40	13.16	19.60
19	L	23.10					23.10	10.00	4.60

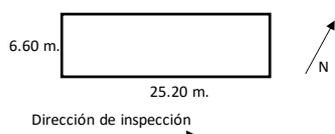
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 68.
Hoja de Registro - U.M. 22

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX				ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	06	22							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	05/11/2017	166.32							
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parcheo	16. Desplazamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Huecos	18. Hinchamiento						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Cruce de vía ferrea	19. Desprendimiento de agregados						
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento							
Daño	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
9	L	65.00					65.00	39.08	13.10
11	L	21.42					21.42	12.88	19.30
19	L	16.63					16.63	10.00	5.00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 69.
Hoja de Registro - U.M. 24

HOJA DE REGISTRO PARA UNIDAD DE MUESTRA									
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			ESQUEMA: 		
TRAMO:	SECCIÓN:	UNIDAD DE MUESTRA:							
02	06	23							
INSPECCIONADO POR:	FECHA:	ÁREA (M²)							
MARCO A. GUZMAN NAVARRO	05/11/2017	165.00							
1. Piel de cocodrilo 2. Exudación 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamientos y hundimientos 5. Corrugación		6. Depresión 7. Fisura de borde 8. Fisura de reflexión de junta 9. Desnivel carril-berma 10. Fisuras longitudinales y transversales		11. Parcheo 12. Pulimiento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía ferrea 15. Ahuellamiento		16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica (slippage) 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados			
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido	
9	L	20.00	18.00			38.00	23.03	8.20	
11	L	5.74	8.38			14.12	8.56	15.20	
11	M	10.82	1.61			12.43	7.53	27.50	
19	L	8.25				8.25	5.00	3.30	

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Luego del procesamiento de datos, de acuerdo a los parámetros de evaluación obtenidos en las 44 unidades de muestra se obtienen los siguientes resultados para ambos tramos de la vía.

Tramo 01:

Tabla 70.

Metrado de daños según tipo y severidad - Tramo 01

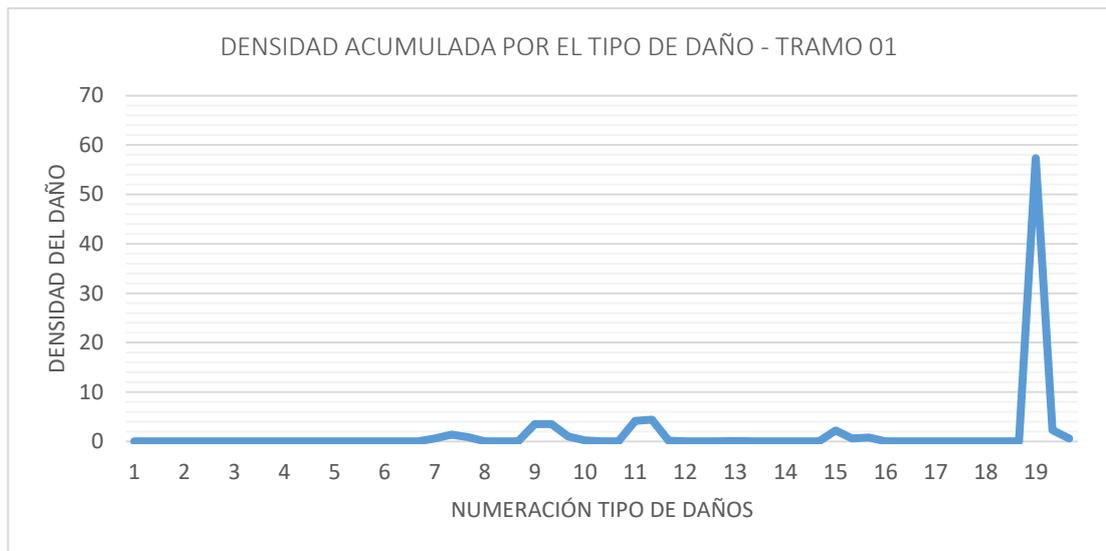
HOJA DE METRADOS DE DAÑOS POR TIPO DEL TRAMO 01				
ITEM	TIPO DE DAÑO	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD
1	Piel de Cocodrilo	m ²	L	1.00
			M	0.00
			H	0.00
2	Exudación	m ²	L	2.00
			M	0.00
			H	0.00
3	Agrietamiento en Bloque	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
4	Abultamientos y Hundimientos	ml	L	0.00
			M	0.00
			H	2.20
5	Corrugación	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
6	Depresión	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
7	Grieta de Borde	ml	L	30.70
			M	69.86
			H	44.10
8	Grieta de Reflexión de Junta	ml	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
9	Desnivel Carril / Berma	ml	L	177.76
			M	178.08
			H	52.10
10	Grietas Longitudinales y Transversales	ml	L	11.30
			M	1.20
			H	0.00
11	Parcheo y acometidas de servicios	m ²	L	212.44
			M	223.46
			H	6.55
12	Pulimentos de Agregados	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
13	Huecos	und	L	3.00
			M	1.00
			H	1.00

14	Cruce de Vía Férrea	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
15	Ahuellamiento	m ²	L	114.15
			M	32.01
			H	42.00
16	Desplazamiento	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
17	Grietas Parabólicas o por deslizamiento	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
18	Hinchamiento	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
19	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²	L	2913.27
			M	115.50
			H	31.99

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 1.

Gráfico de Líneas Densidad Acumulado por Tipo de Daño - Tramo 01.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 71.
Número Admisible Máximo de Deducidos - Tramo 01

TRAMO 01				
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	m
1	1	0+000.00	0+035.00	7.40
	2	0+035.00	0+070.00	8.44
	3	0+070.00	0+105.00	6.84
	4	0+105.00	0+140.00	8.56
	5	0+140.00	0+175.00	6.88
	6	0+175.00	0+210.00	6.61
	7	0+210.00	0+245.00	6.94
	8	0+245.00	0+280.00	8.02
	9	0+280.00	0+315.00	6.60
	10	0+315.00	0+350.00	7.88
	11	0+350.00	0+378.00	8.08
	12	0+378.00	0+399.00	5.96
2	13	0+399.00	0+432.00	8.70
	14	0+432.00	0+453.00	5.62
3	15	0+453.00	0+488.00	6.22
	16	0+488.00	0+523.00	7.83
	17	0+523.00	0+558.00	7.06
	18	0+558.00	0+590.50	8.09
4	19	0+590.50	0+613.05	8.68
5	20	0+613.05	0+648.05	3.77
	21	0+648.05	0+683.05	7.16
	22	0+683.05	0+718.05	6.94
	23	0+718.05	0+744.05	8.73
	24	0+744.05	0+770.05	6.49

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 72.
Valor Máximo Deducido - Tramo 01

TRAMO 01				
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	VALOR MÁXIMO DEDUCIDO
1	1	0+000.00	0+035.00	30.3
	2	0+035.00	0+070.00	19
	3	0+070.00	0+105.00	36.4
	4	0+105.00	0+140.00	17.6
	5	0+140.00	0+175.00	35.9
	6	0+175.00	0+210.00	38.9
	7	0+210.00	0+245.00	35.3
	8	0+245.00	0+280.00	23.6
	9	0+280.00	0+315.00	39
	10	0+315.00	0+350.00	25.1
	11	0+350.00	0+378.00	22.9
	12	0+378.00	0+399.00	46
2	13	0+399.00	0+432.00	16.2
	14	0+432.00	0+453.00	5.6
3	15	0+453.00	0+488.00	43.2
	16	0+488.00	0+523.00	25.6

	17	0+523.00	0+558.00	34
	18	0+558.00	0+590.50	22.8
4	19	0+590.50	0+613.05	16.4
5	20	0+613.05	0+648.05	69.9
	21	0+648.05	0+683.05	32.9
	22	0+683.05	0+718.05	35.3
	23	0+718.05	0+744.05	15.8
	24	0+744.05	0+770.05	40.2

Fuente: Elaboración Propia.

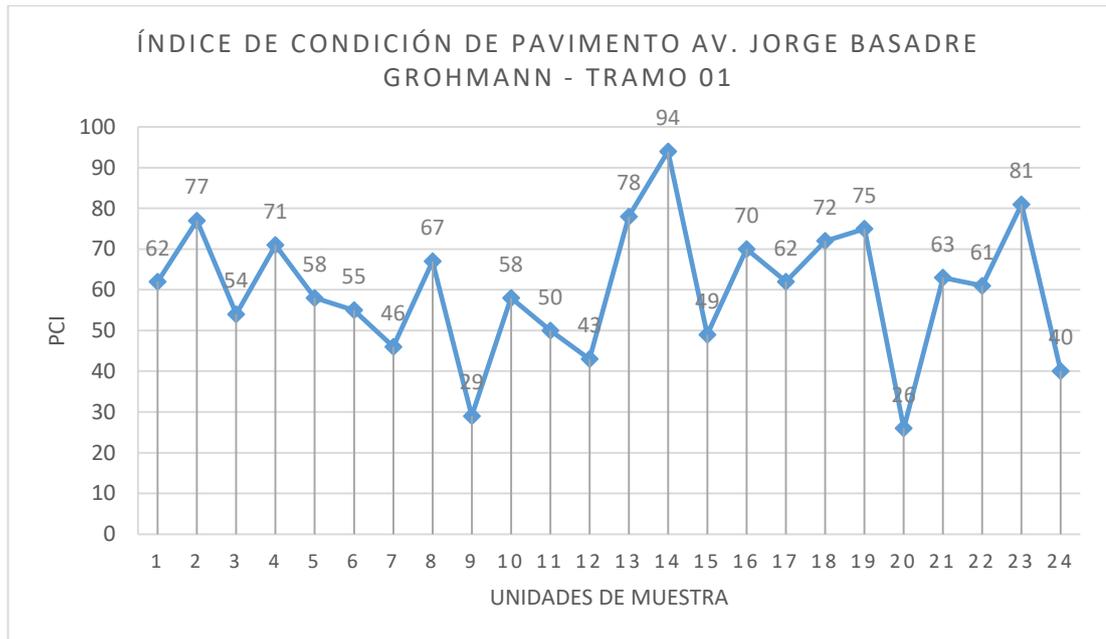
Tabla 73.
Índice de Condición del Pavimento - Tramo 01

TRAMO 01					
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CONDICIÓN
1	1	0+000.00	0+035.00	62	Bueno
	2	0+035.00	0+070.00	77	Muy Bueno
	3	0+070.00	0+105.00	54	Regular
	4	0+105.00	0+140.00	71	Muy Bueno
	5	0+140.00	0+175.00	58	Bueno
	6	0+175.00	0+210.00	55	Regular
	7	0+210.00	0+245.00	46	Regular
	8	0+245.00	0+280.00	67	Bueno
	9	0+280.00	0+315.00	29	Malo
	10	0+315.00	0+350.00	58	Bueno
	11	0+350.00	0+378.00	50	Regular
	12	0+378.00	0+399.00	43	Regular
2	13	0+399.00	0+432.00	78	Muy Bueno
	14	0+432.00	0+453.00	94	Excelente
3	15	0+453.00	0+488.00	49	Regular
	16	0+488.00	0+523.00	70	Bueno
	17	0+523.00	0+558.00	62	Bueno
4	18	0+558.00	0+590.50	72	Muy Bueno
	19	0+590.50	0+613.05	75	Muy Bueno
5	20	0+613.05	0+648.05	26	Malo
	21	0+648.05	0+683.05	63	Bueno
	22	0+683.05	0+718.05	61	Bueno
	23	0+718.05	0+744.05	81	Muy Bueno
	24	0+744.05	0+770.05	40	Malo

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: La barra de color verde de la columna PCI indica el porcentaje de la condición del pavimento dentro del rango 0 al 100.

Gráfico 2.
Gráfico de valores PCI por unidad de muestreo - Tramo 01



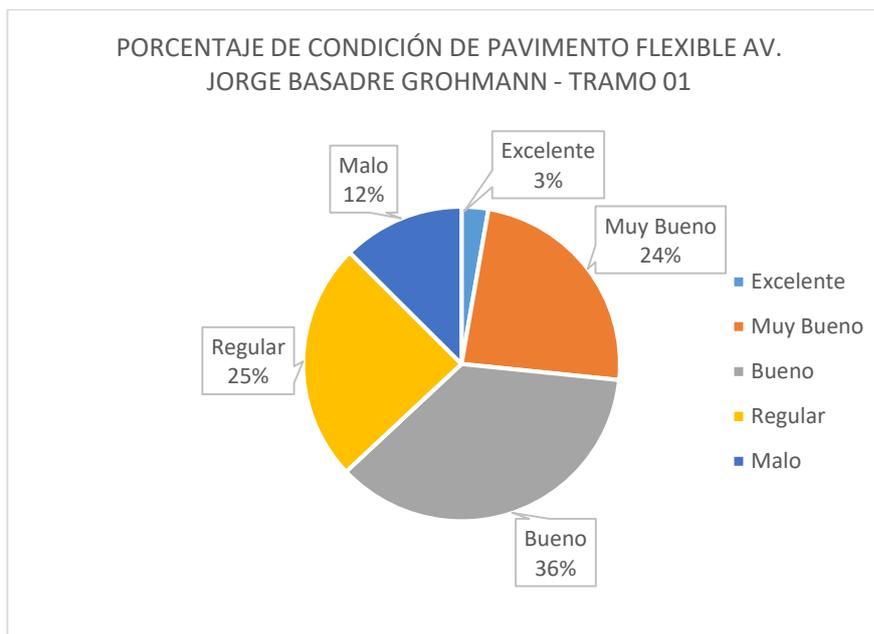
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 74.
Porcentaje por Rango de la Condición del Pavimento Flexible de la vía en estudio – Tramo 01.

VÍA: AV. JORGE BASADRE GROHMANN (TRAMO AV. JORGE BASADRE GROHMANN ESTE - AV. BASADRE Y FORERO) - TRAMO 01			
CONDICIÓN	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m ²)	PORCENTAJE (%)
Excelente	1	138.60	3
Muy Bueno	6	1214.73	24
Bueno	8	1848.00	36
Regular	6	1247.40	25
Malo	3	633.60	12
Muy Malo	0	0.00	0
Fallado	0	0.00	0
TOTALES	24	5082.33	100

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3.
Gráfico Circular de Porcentajes por Rango de PCI de la vía en estudio – Tramo 01.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico circular, se muestran los porcentajes del área de la condición del pavimento ya sea excelente, muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo o fallado de acuerdo a la condición en que se encuentran las 24 unidades de muestreo inspeccionadas del Tramo 01 de la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.

Tramo 02:

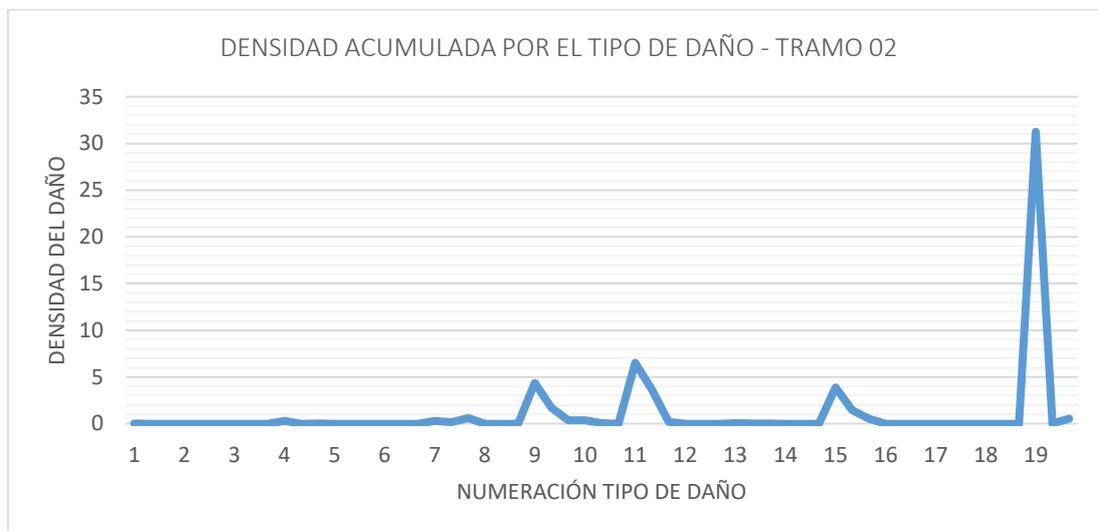
Tabla 75.
Metrado de daños según tipo y severidad - Tramo 02

HOJA DE METRADOS DE DAÑOS POR TIPO DEL TRAMO 02				
ITEM	TIPO DE DAÑO	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	CANTIDAD
1	Piel de Cocodrilo	m ²	L	0.65
			M	0.00
			H	0.08
2	Exudación	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
3	Agrietamiento en Bloque	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
4	Abultamientos y Hundimientos	ml	L	15.37
			M	0.00
			H	0.90

5	Corrugación	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
6	Depresión	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
7	Grieta de Borde	ml	L	15.46
			M	8.53
			H	31.18
8	Grieta de Reflexión de Junta	ml	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
9	Desnivel Carril / Berma	ml	L	221.19
			M	86.15
			H	18.08
10	Grietas Longitudinales y Transversales	ml	L	18.87
			M	2.60
			H	0.00
11	Parcheo y acometidas de servicios	m ²	L	331.87
			M	184.76
			H	10.15
12	Pulimentos de Agregados	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
13	Huecos	und	L	3.00
			M	1.00
			H	2.00
14	Cruce de Vía Férrea	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
15	Ahuellamiento	m ²	L	197.38
			M	74.33
			H	26.78
16	Desplazamiento	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
17	Grietas Parabólicas o por deslizamiento	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
18	Hinchamiento	m ²	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
19	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²	L	1590.12
			M	0.80
			H	27.15

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 4.
Gráfico de Líneas Densidad Acumulada por Tipo de Daño - Tramo 02.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 76.
Número Admisible Máximo de Deducidos - Tramo 02

TRAMO 02				
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	m
1	1	0+770.05	0+814.15	8.41
2	2	0+814.15	0+849.15	8.47
	3	0+849.15	0+884.15	8.13
	4	0+884.15	0+922.05	7.52
3	5	0+922.05	0+950.25	5.79
4	6	0+950.25	0+985.25	5.79
	7	0+985.25	1+020.25	5.45
	8	1+020.25	1+055.25	7.45
	9	1+055.25	1+080.75	7.25
5	10	1+080.75	1+105.75	6.26
	11	1+105.75	1+139.90	6.11
6	12	1+139.90	1+174.90	6.62
	13	1+174.90	1+209.90	7.42
	14	1+209.90	1+244.90	5.29
	15	1+244.90	1+279.90	7.79
	16	1+279.90	1+314.90	6.54
	17	1+314.90	1+349.90	6.84
	18	1+349.90	1+384.90	7.45
	19	1+384.90	1+419.90	8.35
	20	1+419.90	1+454.90	8.40
	21	1+454.90	1+489.90	8.39
	22	1+489.90	1+515.10	8.41
	23	1+515.10	1+540.10	7.66

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 77.
Valor Máximo Deducido - Tramo 02

TRAMO 02				
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	VALOR MÁXIMO DEDUCIDO
1	1	0+770.05	0+814.15	19.3
2	2	0+814.15	0+849.15	18.7
	3	0+849.15	0+884.15	22.4
	4	0+884.15	0+922.05	29
3	5	0+922.05	0+950.25	47.8
4	6	0+950.25	0+985.25	47.8
	7	0+985.25	1+020.25	51.5
	8	1+020.25	1+055.25	29.8
	9	1+055.25	1+080.75	32
	10	1+080.75	1+105.75	42.7
5	11	1+105.75	1+139.90	44.4
6	12	1+139.90	1+174.90	38.8
	13	1+174.90	1+209.90	30.1
	14	1+209.90	1+244.90	53.3
	15	1+244.90	1+279.90	26.1
	16	1+279.90	1+314.90	39.6
	17	1+314.90	1+349.90	36.4
	18	1+349.90	1+384.90	29.7
	19	1+384.90	1+419.90	20
	20	1+419.90	1+454.90	19.5
	21	1+454.90	1+489.90	19.6
	22	1+489.90	1+515.10	19.3
	23	1+515.10	1+540.10	27.5

Fuente: Elaboración Propia.

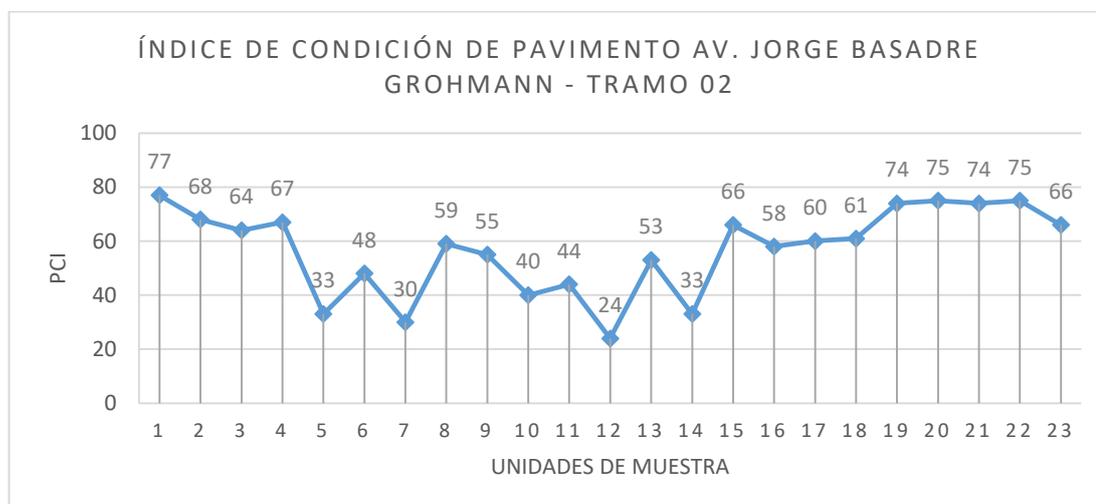
Tabla 78.
Índice de Condición del Pavimento - Tramo 02

TRAMO 02					
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CONDICIÓN
1	1	0+770.05	0+814.15	77	Muy Bueno
2	2	0+814.15	0+849.15	68	Bueno
	3	0+849.15	0+884.15	64	Bueno
	4	0+884.15	0+922.05	67	Bueno
3	5	0+922.05	0+950.25	33	Malo
4	6	0+950.25	0+985.25	48	Regular
	7	0+985.25	1+020.25	30	Malo
	8	1+020.25	1+055.25	59	Bueno
	9	1+055.25	1+080.75	55	Regular
5	10	1+080.75	1+105.75	40	Malo
5	11	1+105.75	1+139.90	44	Regular
6	12	1+139.90	1+174.90	24	Muy Malo
	13	1+174.90	1+209.90	53	Regular
	14	1+209.90	1+244.90	33	Malo
	15	1+244.90	1+279.90	66	Bueno
	16	1+279.90	1+314.90	58	Bueno
	17	1+314.90	1+349.90	60	Bueno
	18	1+349.90	1+384.90	61	Bueno
	19	1+384.90	1+419.90	74	Muy Bueno
	20	1+419.90	1+454.90	75	Muy Bueno
	21	1+454.90	1+489.90	74	Muy Bueno
	22	1+489.90	1+515.10	75	Muy Bueno
	23	1+515.10	1+540.10	66	Bueno

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: La barra de color verde de la columna PCI indica el porcentaje de la condición del pavimento dentro del rango 0 al 100.

Gráfico 5.
Gráfico de valores PCI por unidades de muestreo - Tramo 02



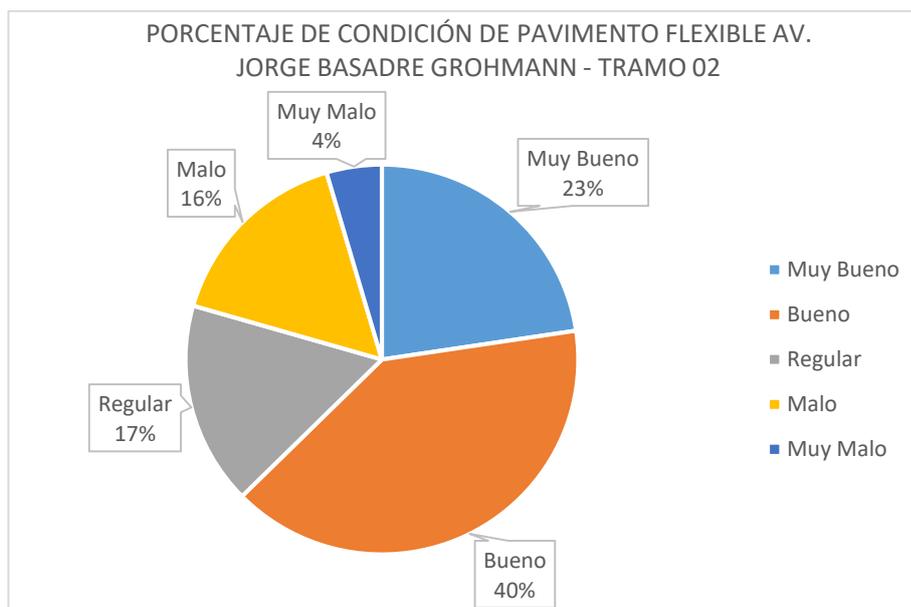
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 79.
 Porcentaje por Rango de la Condición del Pavimento Flexible de la vía en estudio – Tramo 02.

VÍA: AV. JORGE BASADRE GROHMANN (TRAMO AV. JORGE BASADRE GROHMANN ESTE - AV. BASADRE Y FORERO) - TRAMO 02			
CONDICIÓN	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m ²)	PORCENTAJE (%)
Excelente	0	0.00	0
Muy Bueno	5	1150.38	23
Bueno	9	2032.14	40
Regular	4	855.69	17
Malo	4	813.12	16
Muy Malo	1	231.00	5
Fallado	0	0.00	0
TOTALES	23	5082.33	100

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6.
 Gráfico Circular de Porcentajes por Rango de PCI de la vía en estudio – Tramo 02.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico circular, se muestran los porcentajes del área de la condición del pavimento ya sea excelente, muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo o fallado de acuerdo a la condición en que se encuentran las 23 unidades de muestreo inspeccionadas del Tramo 02 de la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.

Tabla 80.
Índice de Condición del Pavimento por Sección.

VÍA: AV. JORGE BASADRE GROHMANN (TRAMO AV. JORGE BASADRE GROHMANN ESTE - AV. BASADRE Y FORERO)					
TRAMO	SECCIÓN	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CONDICIÓN
1	1	0+000.00	0+399.00	56	Bueno
	2	0+399.00	0+453.00	86	Excelente
	3	0+453.00	0+590.50	63	Bueno
	4	0+590.50	0+613.05	75	Muy Bueno
	5	0+613.05	0+770.05	54	Regular
2	1	0+770.05	0+814.15	77	Muy Bueno
	2	0+814.15	0+922.05	66	Bueno
	3	0+922.05	0+950.25	33	Malo
	4	0+950.25	1+105.75	46	Regular
	5	1+105.75	1+139.90	44	Regular
	6	1+139.90	1+540.10	60	Bueno

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la Tabla 80:

Para el Tramo 01, las secciones 01, 02, 03, 04 y 05 tienen un valor del PCI de 56 (Bueno), 86 (Excelente), 63 (Bueno), 75 (Muy Bueno) y 54 (Regular) respectivamente.

Para el Tramo 02, las secciones 01, 02, 03, 04, 05 y 06 tienen un valor del PCI de 77 (Muy Bueno), 66 (Bueno), 33 (Malo), 46 (Regular), 44 (Regular) y 60 (Bueno) respectivamente.

Tabla 81.
Índice de Condición del Pavimento por Tramo

VÍA: AV. JORGE BASADRE GROHMANN (TRAMO AV. JORGE BASADRE GROHMANN ESTE - AV. BASADRE Y FORERO)				
TRAMO	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CONDICIÓN
1	0+000.00	0+770.05	60	Bueno
2	0+770.05	1+540.10	57	Bueno

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 81:

El Tramo 01, desde 0+000.00 hasta 0+770.05, según la metodología PCI tiene un valor de PCI promedio de sesenta (**60**) es decir se encuentra en **Buena** condición.

El Tramo 02, desde 0+770.05 hasta 1+540.10, según la metodología PCI tiene un valor de PCI promedio de cincuenta y siete (**57**) es decir se encuentra en **Buena** condición.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Discusión

5.1.1. Interpretación de Resultados del Método PCI

Luego del levantamiento de información y los cálculos realizados de acuerdo a la metodología del PCI se han obtenido los resultados de los parámetros de evaluación, valores del PCI y condición del pavimento.

5.1.1.1. De los parámetros de evaluación

De acuerdo al metrado de daños por tramo según el levantamiento de información se diseñaron los Gráficos de líneas N°1 y 4, de tal forma, se afirma que los daños más incidentes en ambos tramos son:

Tramo 01:

09. Desnivel carril / berma. Densidad acumulada: 8.03 %

11. Parcheo / acometidas de servicios. Densidad acumulada: 10.36 %

19. Meteorización / Desprendimiento de agregados. Densidad acumulada: 60.22 %

Tramo 02:

09. Desnivel carril / berma. Densidad acumulada: 6.40 %

11. Parcheo / acometidas de servicios. Densidad acumulada: 8.71 %

19. Meteorización / Desprendimiento de agregados. Densidad acumulada: 31.84 %

Respecto al tipo de daño 07. Grieta de borde y 09. Desnivel carril / berma; la causa de los daños en mención es debido a que ambos tramos de la vía no tienen una berma lateral construida, solo a nivel de afirmado, ello ocasiona que durante el estacionamiento de vehículos en bermas generen el desgaste en el borde de la calzada y acentúen el desnivel entre el carril y la berma.

Respecto al tipo de daño 11. Parcheo / acometidas de servicio público, debido a las obras públicas de saneamiento de redes de agua potable y alcantarillado ejecutadas en la Urbanización Capanique, abarcando la avenida Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay, para el cambio de las tuberías de agua y desagüe,

es que la mayoría de las unidades de muestra se encuentran parchadas, y según la bibliografía del manual de daños aunque estos parches se encuentren en buen estado se consideran como un daño de nivel de severidad baja, lo que se ve reflejado en los valores del PCI.

Respecto al tipo de daño Meteorización / Desprendimiento de agregados, es el daño con más incidencia de acuerdo a los Gráficos de Líneas N°1 y 4, ello debido a la antigüedad del pavimento de la avenida Jorge Basadre Grohmann Sur, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, sin embargo, se han realizado mantenimientos con Recapado parcial en la calzada.

5.1.1.2. De los valores del PCI

De acuerdo al levantamiento de información de los tipos y severidad de los daños, cálculo matemático en gabinete y uso de curvas se ha determinado los valores del PCI de manera real, objetiva y fundamentada, los resultados obtenidos indican que los índices de condición de pavimento del Tramo 01 y Tramo 02 de la vía en estudio muestran un valor PCI de 60 y 57 respectivamente.

El valor del PCI de los tramos de la avenida son similares porque, aunque cumplan una función distinta ambos forman parte de una misma red vial y comparten tipos de daños en común.

Tabla 82.

Índice de Condición del Pavimento por Unidad de Muestra - Tramo 01.

TRAMO 01					
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CONDICIÓN
1	1	0+000.00	0+035.00	62	Bueno
	2	0+035.00	0+070.00	77	Muy Bueno
	3	0+070.00	0+105.00	54	Regular
	4	0+105.00	0+140.00	71	Muy Bueno
	5	0+140.00	0+175.00	58	Bueno
	6	0+175.00	0+210.00	55	Regular
	7	0+210.00	0+245.00	46	Regular
	8	0+245.00	0+280.00	67	Bueno
	9	0+280.00	0+315.00	29	Malo
	10	0+315.00	0+350.00	58	Bueno
	11	0+350.00	0+378.00	50	Regular
	12	0+378.00	0+399.00	43	Regular
2	13	0+399.00	0+432.00	78	Muy Bueno
	14	0+432.00	0+453.00	94	Excelente
3	15	0+453.00	0+488.00	49	Regular
	16	0+488.00	0+523.00	70	Bueno
	17	0+523.00	0+558.00	62	Bueno

	18	0+558.00	0+590.50	72	Muy Bueno
4	19	0+590.50	0+613.05	75	Muy Bueno
	20	0+613.05	0+648.05	26	Malo
	21	0+648.05	0+683.05	63	Bueno
5	22	0+683.05	0+718.05	61	Bueno
	23	0+718.05	0+744.05	81	Muy Bueno
	24	0+744.05	0+770.05	40	Malo

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 83.

Índice de Condición del Pavimento por Unidad de Muestra - Tramo 02.

TRAMO 02					
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CONDICIÓN
1	1	0+770.05	0+814.15	77	Muy Bueno
	2	0+814.15	0+849.15	68	Bueno
2	3	0+849.15	0+884.15	64	Bueno
	4	0+884.15	0+922.05	67	Bueno
3	5	0+922.05	0+950.25	33	Malo
	6	0+950.25	0+985.25	48	Regular
	7	0+985.25	1+020.25	30	Malo
4	8	1+020.25	1+055.25	59	Bueno
	9	1+055.25	1+080.75	55	Regular
	10	1+080.75	1+105.75	40	Malo
5	11	1+105.75	1+139.90	44	Regular
	12	1+139.90	1+174.90	24	Muy Malo
	13	1+174.90	1+209.90	53	Regular
	14	1+209.90	1+244.90	33	Malo
	15	1+244.90	1+279.90	66	Bueno
	16	1+279.90	1+314.90	58	Bueno
	17	1+314.90	1+349.90	60	Bueno
6	18	1+349.90	1+384.90	61	Bueno
	19	1+384.90	1+419.90	74	Muy Bueno
	20	1+419.90	1+454.90	75	Muy Bueno
	21	1+454.90	1+489.90	74	Muy Bueno
	22	1+489.90	1+515.10	75	Muy Bueno
	23	1+515.10	1+540.10	66	Bueno

Fuente: Elaboración Propia.

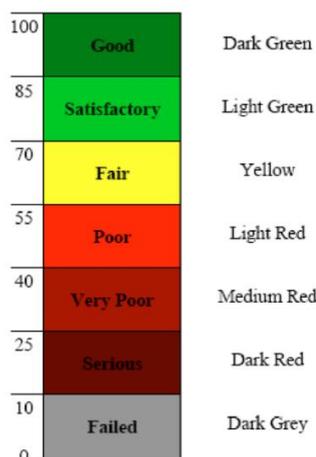


Figura 61.
Escala de Clasificación del PCI y Colores Sugeridos.

Fuente: ASTM D 6433-07.

5.1.1.3. De la condición del pavimento

De acuerdo a la evaluación superficial aplicando la metodología del PCI en la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, el Tramo 01 y 02 de la avenida en mención se encuentran en **Buena** condición.

Párrafos arriba se afirmó que el daño más incidente fue el de Meteorización / Desprendimiento de agregados, específicamente el de nivel de severidad Baja, sin embargo, de acuerdo a los cálculos previos la condición del pavimento se ve mayormente definida por los mayores valores deducidos, como lo sucedido para aquellas unidades de muestra de condición Mala (valor del PCI entre 26 – 40) y Muy Mala (valor del PCI entre 11 – 25).

Tabla 84.
Daños más importantes - Tramo 01.

TRAMO 01					
SECCIÓN	U.M.	VALOR MÁXIMO DEDUCIDO	PCI	CONDICIÓN	DAÑO MÁS IMPORTANTE
1	9	39	29	Malo	11. Parcheo / Acometidas de servicio público (M)
6	20	69.9	26	Malo	15. Ahuellamiento (H)
	24	40.2	40	Malo	4. Hundimiento (H)

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 85.
Daños más importantes - Tramo 02.

TRAMO 02					
SECCIÓN	U.M.	VALOR MÁXIMO DEDUCIDO	PCI	CONDICIÓN	DAÑO MÁS IMPORTANTE
3	5	47.8	33	Malo	15. Ahuellamiento (M)
4	7	51.5	30	Malo	15. Ahuellamiento (H)
	10	42.7	40	Malo	13. Huecos (H)
6	12	38.8	24	Muy Malo	19. Meteorización / Desprendimiento (H)
	14	53.3	33	Malo	15. Ahuellamiento (H)

Fuente: Elaboración Propia.

De las Tablas 84 y 85, se afirma que el daño con el mayor valor deducido es el daño más importante y que generalmente es éste quien definirá la condición del pavimento, en las tablas se observan los tipos de daños y su severidad para las unidades de muestra con condición de pavimento **Mala** y **Muy Mala**.

Es impreciso determinar las causas reales de los daños o fallas evaluadas sobre el pavimento de la avenida en estudio sin ensayos específicos según la naturaleza del daño, sin embargo, de la inspección visual en campo y el Manual de Carreteras – Conservación Vial se infiere el siguiente cuadro:

Tabla 86.
Causas de los Daños más importantes por Unidad de Muestra - Tramo 01.

TRAMO 01						
SECCIÓN	U.M.	PCI	CONDICIÓN	DAÑO MÁS IMPORTANTE	CAUSAS	DE LA INSPECCIÓN VISUAL EN CAMPO
1	9	29	Malo	11. Parcheo / Acometidas de servicio público (M)	Las reparaciones son indicativas de insuficiencia estructural del pavimento o de deterioros/fallas superficiales.	Mantenimiento de las redes de agua y alcantarillado de la Urbanización Capanique.
6	20	26	Malo	15. Ahuellamiento (H)	Defecto de dosificación del asfalto, Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura, Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura o Inadecuación entre la gradación de los agregados y la clase de tránsito.	Posible defecto estructural.
	24	40	Malo	4. Hundimiento (H)	Fatiga de una o varias capas del pavimento y de la subrasante sometidas a una repetición de cargas superior a la permisible. Es indicativo de insuficiencia estructural del pavimento.	Insuficiencia estructural.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 87.

Causas de los Daños más importantes por Unidad de Muestra - Tramo 02.

TRAMO 02						
SECCIÓN	U.M.	PCI	CONDICIÓN	DAÑO MÁS IMPORTANTE	CAUSAS	DE LA INSPECCIÓN EN CAMPO
3	5	33	Malo	15. Ahuellamiento (M)	Defecto de dosificación del asfalto, Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura, Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura o Inadecuación entre la	Posible defecto estructural.
4	7	30	Malo	15. Ahuellamiento (H)	Defecto de dosificación del asfalto, Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura, Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura o Inadecuación entre la	Posible defecto estructural.
	10	40	Malo	13. Huecos (H)	Esta falla proviene de la evolución de otros deterioros y carencia de conservación vial: Desprendimiento o Fisuración de fatiga.	Falta de conservación vial.
6	12	24	Muy Malo	19. Meteorización / Desprendimiento (H)	Defecto de adherencia del asfalto o de dosificación del mismo, Asfalto defectuoso o endurecido y perdiendo sus propiedades ligantes, Agregados defectuosos (sucios o muy absorbentes), Defectos de construcción o Efecto de agentes agresivos (solventes, agua, etc.).	Antigüedad del pavimento.
	14	33	Malo	15. Ahuellamiento (H)	Defecto de dosificación del asfalto, Inadecuación entre el tipo de asfalto y la temperatura de la capa de rodadura, Inadecuación entre la gradación de los agregados y la temperatura de la capa de rodadura o Inadecuación entre la gradación de los agregados y la clase de tránsito.	Posible defecto estructural.

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.2. Ensayo Rugosímetro de Merlín

Complementariamente al desarrollo de la metodología del PCI aplicada en la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, se ha realizado el ensayo de Rugosímetro de Merlín en los Tramos 01 y 02, como se muestra a continuación:

Tabla 88.

Información Preliminar del Ensayo Rugosímetro de Merlín.

INFORMACIÓN PRELIMINAR ENSAYO RUGOSÍMETRO DE MERLÍN				
TRAMO	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	CANTIDAD	UNIDADES DE MUESTRA INTERSECTADAS
TRAMO 01	0+297.50	0+677.50	1	9,10,11,12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21
TRAMO 02	0+884.15	1+264.15	1	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 7.
Hoja de Campo para Medición de la Rugosidad - Tramo 01.

EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO											
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
PROYECTO	: Av. JORGE BASADRE G.					OPERADOR	: MARCO GUZMAN NAVARRO				
SECTOR	: KM. 0+297.5 - 0+677.50					FECHA	: 21.10.2017				
CARRIL	: TRAMO 01										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	18	30	36	22	26	29	31	19	23	TIPO DE PAVIMENTO
2	24	21	25	36	26	27	27	26	27	28	
3	27	23	33	18	28	26	29	27	23	28	AFIRMADO
4	26	36	10	37	23	29	27	25	29	26	
5	28	30	18	30	30	27	30	27	27	25	BASE GRANULAR
6	31	37	23	34	26	30	28	28	31	25	
7	14	22	40	27	27	26	27	27	34	25	BASE IMPRIMADA
8	29	23	21	22	25	24	25	25	27	27	
9	30	23	16	36	23	26	28	24	27	28	TRAT. BI CAPA
10	24	30	31	31	26	22	22	25	27	25	
11	32	23	21	34	25	28	26	26	25	24	CARPETA EN FRIO
12	27	28	24	34	28	27	30	27	31	28	
13	23	24	20	28	29	29	26	37	24	27	CARPETA EN CALIENTE
14	23	28	19	28	24	24	25	13	27	26	
15	31	28	18	29	24	25	28	24	23	26	RECAPEO ASFALTICO
16	26	18	21	26	26	24	25	29	25	26	
17	26	20	22	24	24	26	21	28	25	26	SELLO
18	19	17	30	32	26	28	26	29	28	25	
19	24	36	29	21	20	27	28	22	23	27	OTROS
20	25	43	20	26	26	24	29	24	28	26	

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 8.
Hoja de Campo para Medición de la Rugosidad - Tramo 02.

EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO											
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
PROYECTO	: Av. JORGE BASADRE G.					OPERADOR	: MARCO GUZMAN NAVARRO				
SECTOR	: KM. 0+884.15 - 1+264.15					FECHA	: 21.10.2017				
CARRIL	: TRAMO 02										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	27	39	28	27	24	28	24	26	25	TIPO DE PAVIMENTO
2	19	28	26	27	25	26	25	33	28	28	
3	23	28	23	25	25	23	28	22	26	24	AFIRMADO
4	28	28	26	29	25	25	28	27	28	25	
5	25	30	28	25	28	26	26	24	23	31	BASE GRANULAR
6	28	27	27	24	26	26	28	23	27	20	
7	31	28	25	24	29	24	25	32	33	27	BASE IMPRIMADA
8	29	29	24	24	31	25	28	26	22	32	
9	28	23	26	23	26	28	29	23	24	31	TRAT. BI CAPA
10	28	29	27	25	29	29	22	17	28	28	
11	28	28	25	30	28	15	27	21	24	23	CARPETA EN FRIO
12	22	28	30	25	26	27	27	29	30	28	
13	32	27	30	28	27	19	20	26	25	30	CARPETA EN CALIENTE
14	24	22	27	28	29	28	29	26	18	28	
15	34	25	27	27	25	28	29	28	27	28	RECAPEO ASFALTICO
16	32	34	25	26	26	29	23	30	26	24	
17	26	48	28	26	28	27	30	9	24	27	SELLO
18	28	26	26	26	24	10	25	40	25	24	
19	27	30	30	25	28	35	24	30	25	23	OTROS
20	25	25	28	28	23	26	24	24	22	25	

Fuente: Elaboración Propia.

De los formatos de Evaluación Superficial de Pavimentos con Equipo Merlín, se afirma que:

El Tramo 01 (Km 0+297.50 – 0+677.50) tiene un Índice de Rugosidad Internacional de 4.128 m/km.

El Tramo 02 (Km 0+884.15 – 1+264.15) tiene un Índice de Rugosidad Internacional de 2.913 m/km.

5.1.3. Conservación del pavimento

En carreteras asfaltadas, el indicador más usado en el Perú para definir cuándo se requiere el mantenimiento periódico es el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) propuesto por el Banco Mundial en 1986, que cuantifica la respuesta de un vehículo en movimiento a las variaciones en el perfil longitudinal, el valor de rugosidad para un pavimento nuevo está en el orden de 1.5 m/km y cuando el IRI es mayor a 5.5 m/km el pavimento requiere rehabilitación, y **ninguno de los valores IRI** obtenidos por el ensayo Rugosímetro de Merlín es mayor a 5.5 m/km.

Sin embargo, el Manual de Carreteras – Conservación Vial afirma que *“De acuerdo a la calificación de condición superficial del pavimento flexible se podrá estimar el tipo de conservación a realizar en cada sección de 200 m de longitud.”*

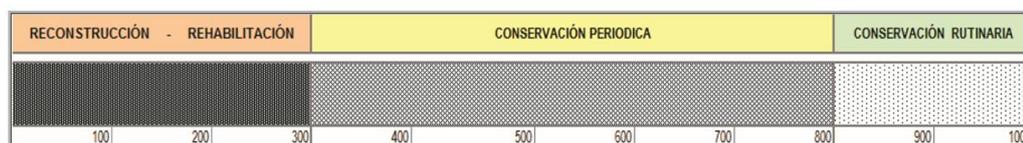


Figura 62.
Tipos de Conservación según Calificación de Condición.

Fuente: Manual de Carreteras – Conservación Vial (MTC).

En resumen, se estimará el tipo de conservación de acuerdo a su condición superficial ya sea Mala (de 0 a 300), Regular (de 300 a 800) o Buena (de 800 a 1000). De encontrarse en Buena Condición corresponde a la Conservación Rutinaria, la Regular Condición corresponde a la Conservación Periódica y la Mala Condición corresponde a la Reconstrucción o Rehabilitación.

Adicionalmente, de acuerdo al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, la conservación del pavimento durante el periodo de servicio, debe estar asociada al cumplimiento de los

niveles de servicio, el trabajo de conservación que se realice será para cumplir los estándares admisibles, siendo una obligación que la carretera se conserve en condiciones aceptables y dentro de los niveles de servicio admisibles para el periodo de diseño.

Los niveles de servicio básico a controlar, están referidos a lo siguiente:

- Caminos Pavimentados: Pavimentos Flexibles, Semirrígidos
- Control de Fisuras y Baches
- Control de Ahuellamiento
- Control de Textura Superficial
- Control de Rugosidad
- Control de Deflexiones

Tabla 89.

Valores de Rugosidad Admisible IRI m/km según Tipo de Carretera.

TIPO DE CARRETERA	RUGOSIDAD CARACTERÍSTICA INICIAL PAVIMENTO NUEVO IRI (M/KM)	RUGOSIDAD CARACTERÍSTICA INICIAL PAVIMENTO REFORZADO IRI (M/KM)	RUGOSIDAD CARACTERÍSTICA DURANTE EL PERIODO DE SERVICIO IRI (M/KM)	OBSERVACIÓN
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 98%
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 85%

Fuente: MTC. Provías Nacional. Gerencia de Planificación y Presupuesto. Elaboración de Diagnóstico de la Unidad.

De acuerdo a la Tabla 89 se afirma que:

El Tramo 01 con valor IRI calculado de 4.128 m/km sí requiere medidas de conservación vial, dado que la avenida en estudio está considerada como una carretera con dos calzadas de dos carriles cada uno.

Como se observa, la Rugosidad no es el único factor para definir la ejecución de conservación, pero en algunos países se utiliza el Índice de Rugosidad Internacional IRI para definir el instante en el cual se debe implementar la intervención de conservación periódica. Para el Perú se han fijado los valores de IRI que se muestran en el Cuadro siguiente:

Tabla 90.
Estado Vial según Rugosidad.

	Pavimentadas	No pavimentadas
Estado	Rugosidad	Rugosidad
Bueno	$0 < IRI \leq 2,8$	$IRI \leq 6$
Regular	$2,8 < IRI \leq 4,0$	$6 < IRI \leq 8$
Malo	$4,0 < IRI \leq 5,0$	$8 < IRI \leq 10$
Muy malo	$5 < IRI$	$10 \leq IRI$

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos.

De acuerdo a la Tabla 90 se afirma que:

El Tramo 01 y Tramo 02 se encuentran en **Regular** estado.

5.1.3.1. Del tipo de conservación

De los párrafos anteriores, podemos deducir que el tipo de mantenimiento será definido por la Condición Superficial del Pavimento Flexible, y se contrastará con los valores IRI de ambos tramos de la avenida en estudio.

Tabla 91.

Tipo de Conservación por Unidad de Muestra - Tramo 01.

TRAMO 01						
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CONDICIÓN	TIPO DE CONSERVACIÓN
1	1	0+000.00	0+035.00	62	Bueno	Conservación Rutinaria
	2	0+035.00	0+070.00	77	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
	3	0+070.00	0+105.00	54	Regular	Conservación Rutinaria
	4	0+105.00	0+140.00	71	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
	5	0+140.00	0+175.00	58	Bueno	Conservación Rutinaria
	6	0+175.00	0+210.00	55	Regular	Conservación Rutinaria
	7	0+210.00	0+245.00	46	Regular	Conservación Rutinaria
	8	0+245.00	0+280.00	67	Bueno	Conservación Rutinaria
	9	0+280.00	0+315.00	29	Malo	Conservación Periódica
	10	0+315.00	0+350.00	58	Bueno	Conservación Rutinaria
	11	0+350.00	0+378.00	50	Regular	Conservación Rutinaria
	12	0+378.00	0+399.00	43	Regular	Conservación Rutinaria
2	13	0+399.00	0+432.00	78	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
	14	0+432.00	0+453.00	94	Excelente	Conservación Rutinaria
3	15	0+453.00	0+488.00	49	Regular	Conservación Rutinaria
	16	0+488.00	0+523.00	70	Bueno	Conservación Rutinaria
	17	0+523.00	0+558.00	62	Bueno	Conservación Rutinaria
	18	0+558.00	0+590.50	72	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
4	19	0+590.50	0+613.05	75	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
5	20	0+613.05	0+648.05	26	Malo	Conservación Periódica
	21	0+648.05	0+683.05	63	Bueno	Conservación Rutinaria
	22	0+683.05	0+718.05	61	Bueno	Conservación Rutinaria
	23	0+718.05	0+744.05	81	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
	24	0+744.05	0+770.05	40	Malo	Conservación Periódica

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 92.

Tipo de Conservación por Unidad de Muestra - Tramo 02.

TRAMO 02						
SECCIÓN	U.M.	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CONDICIÓN	TIPO DE CONSERVACIÓN
1	1	0+770.05	0+814.15	77	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
2	2	0+814.15	0+849.15	68	Bueno	Conservación Rutinaria
	3	0+849.15	0+884.15	64	Bueno	Conservación Rutinaria
	4	0+884.15	0+922.05	67	Bueno	Conservación Rutinaria
3	5	0+922.05	0+950.25	33	Malo	Conservación Periódica
4	6	0+950.25	0+985.25	48	Regular	Conservación Rutinaria
	7	0+985.25	1+020.25	30	Malo	Conservación Periódica
	8	1+020.25	1+055.25	59	Bueno	Conservación Rutinaria
	9	1+055.25	1+080.75	55	Regular	Conservación Rutinaria
5	10	1+080.75	1+105.75	40	Malo	Conservación Periódica
	11	1+105.75	1+139.90	44	Regular	Conservación Rutinaria
6	12	1+139.90	1+174.90	24	Muy Malo	Conservación Periódica
	13	1+174.90	1+209.90	53	Regular	Conservación Rutinaria
	14	1+209.90	1+244.90	33	Malo	Conservación Periódica
	15	1+244.90	1+279.90	66	Bueno	Conservación Rutinaria
	16	1+279.90	1+314.90	58	Bueno	Conservación Rutinaria
	17	1+314.90	1+349.90	60	Bueno	Conservación Rutinaria
	18	1+349.90	1+384.90	61	Bueno	Conservación Rutinaria
	19	1+384.90	1+419.90	74	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
	20	1+419.90	1+454.90	75	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
	21	1+454.90	1+489.90	74	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
	22	1+489.90	1+515.10	75	Muy Bueno	Conservación Rutinaria
	23	1+515.10	1+540.10	66	Bueno	Conservación Rutinaria

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 93.

Opciones de Reparación de las Unidades de Muestra más dañadas - Tramo 01.

TRAMO 01						
SECCIÓN	U.M.	PCI	CONDICIÓN	DAÑO MÁS IMPORTANTE	OPCIONES DE REPARACIÓN	
					MANUAL INGEPAV (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA)	MANUAL DE CARRETERAS - CONSERVACION VIAL (MTC)
1	9	29	Malo	11. Parcheo / Acometidas de servicio público (M)	No se hace nada. Sustitución del parche.	No requieren medidas correctivas.
6	20	26	Malo	15. Ahuellamiento (H)	Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.	Reparaciones con mezcla en caliente. Carpeta asfáltica. Fresado y carpeta asfáltica. Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).
	24	40	Malo	4. Hundimiento (H)	Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.	Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente. Carpeta asfáltica. Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 94.

Opciones de Reparación de las Unidades de Muestra más dañadas - Tramo 02.

TRAMO 02						
SECCIÓN	U.M.	PCI	CONDICIÓN	DAÑO MÁS IMPORTANTE	OPCIONES DE REPARACIÓN	
					MANUAL INGEPAV (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA)	MANUAL DE CARRETERAS - CONSERVACION VIAL (MTC)
3	5	33	Malo	15. Ahuellamiento (M)	Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.	Reparaciones con mezcla en caliente. Carpeta asfáltica. Fresado y carpeta asfáltica. Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).
4	7	30	Malo	15. Ahuellamiento (H)	Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.	Reparaciones con mezcla en caliente. Carpeta asfáltica. Fresado y carpeta asfáltica. Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).
	10	40	Malo	13. Huecos (H)	Parcheo profundo.	Reparaciones por carpeta asfáltica con mezcla en caliente. Rehabilitación o reconstrucción.
6	12	24	Muy Malo	19. Meteorización / Desprendimiento (H)	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.	Reparaciones con mezcla en caliente o tratamiento superficial. Carpeta asfáltica, tratamiento superficial.
	14	33	Malo	15. Ahuellamiento (H)	Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.	Reparaciones con mezcla en caliente. Carpeta asfáltica. Fresado y carpeta asfáltica. Rehabilitación o reconstrucción parcial o total (incluyendo el drenaje si fuera necesario).

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 95.
Opciones de reparación según tipo de daño

OPCIONES DE REPARACIÓN SEGÚN TIPO DE DAÑO				
MÉTODO PCI PAVEMENT CONDITION INDEX			EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS	
			MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)	
TÍTULO: OPCIONES DE REPARACIÓN SEGÚN TIPO DE DAÑO				
ITEM	TIPO DE DAÑO	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	OPCIONES DE REPARACIÓN
1	Piel de Cocodrilo	m ²	L	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
			M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.
			H	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
2	Exudación	m ²	L	No se hace nada.
			M	Se aplica arena / agregados y cilindrado.
			H	Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).
3	Agrietamiento en Bloque	m ²	L	Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.
			M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
			H	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
4	Abultamientos y Hundimientos	ml	L	No se hace nada.
			M	Reciclado en frío. Parqueo profundo o parcial.
			H	Reciclado (fresado) en frío. Parqueo profundo o parcial. Sobrecarpeta.
5	Corrugación	m ²	L	No se hace nada.
			M	Reconstrucción.
			H	Reconstrucción.
6	Depresión	m ²	L	No se hace nada.
			M	Parqueo superficial, parcial o profundo.
			H	Parqueo superficial, parcial o profundo.
7	Grieta de Borde	ml	L	No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.
			M	Sellado de grietas. Parqueo parcial - profundo.
			H	Parqueo parcial – profundo.
8	Grieta de Reflexión de Junta	ml	L	Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
			M	Sellado de grietas. Parqueo de profundidad parcial.
			H	Parqueo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.
9	Desnivel Carril / Berma	ml	L	
			M	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
			H	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	ml	L	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
			M	Sellado de grietas.
			H	Sellado de grietas. Parqueo parcial.
11	Parqueo y acometidas de servicios	m ²	L	No se hace nada.
			M	No se hace nada. Sustitución del parche.
			H	Sustitución del parche.
12	Pulimentos de Agregados	m ²	L	
			M	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.
			H	
13	Huecos	und	L	No se hace nada. Parqueo parcial o profundo.
			M	Parqueo parcial o profundo.
			H	Parqueo profundo.
14	Cruce de Vía Férrea	m ²	L	No se hace nada.
			M	Parqueo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
			H	Parqueo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
15	Ahuellamiento	m ²	L	No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.
			M	Parqueo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
			H	Parqueo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
16	Desplazamiento	m ²	L	No se hace nada. Fresado.
			M	Fresado. Parqueo parcial o profundo.
			H	Fresado. Parqueo parcial o profundo.
17	Grietas Parabólicas o por deslizamiento	m ²	L	No se hace nada. Parqueo parcial.
			M	Parqueo parcial.
			H	Parqueo parcial.
18	Hinchamiento	m ²	L	No se hace nada.
			M	No se hace nada. Reconstrucción.
			H	Reconstrucción.
19	Meteorización / Desprendimiento de Agregados	m ²	L	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
			M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
			H	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Fuente: Manual Ingepav “Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras” y elaboración propia.

5.1.3.2. De las unidades de muestra para mantenimiento

Se propone realizar la Conservación Periódica en las unidades de muestra de Condición Mala y Muy Mala, y también ejecutar las actividades de conservación en los daños con severidad alta de las demás unidades de muestra.

Tabla 96.

Medidas de Conservación de las Unidades de Muestra más dañadas - Tramo 01.

TRAMO 01					
SECCIÓN	U.M.	PCI	CONDICIÓN	DAÑO MÁS IMPORTANTE	MEDIDA DE CONSERVACIÓN
1	9	29	Malo	11. Parcheo / Acometidas de servicio público (M)	Parchado Superficial
6	20	26	Malo	15. Ahuellamiento (H)	Parchado Profundo
	24	40	Malo	4. Hundimiento (H)	Recapado Asfáltico

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 97.

Medidas de Conservación de las Unidades de Muestra más dañadas - Tramo 01.

TRAMO 02					
SECCIÓN	U.M.	PCI	CONDICIÓN	DAÑO MÁS IMPORTANTE	MEDIDA DE CONSERVACIÓN
3	5	33	Malo	15. Ahuellamiento (M)	Parchado Superficial
4	7	30	Malo	15. Ahuellamiento (H)	Parchado Profundo
	10	40	Malo	13. Huecos (H)	Parchado Profundo
6	12	24	Muy Malo	19. Meteorización / Desprendimiento (H)	Recapado Asfáltico
	14	33	Malo	15. Ahuellamiento (H)	Parchado Profundo

Fuente: Elaboración Propia.

Parcheo Superficial. –

Mezclas asfálticas. En la reparación de pavimentos de concreto asfáltico en caliente se deben utilizar, de preferencia, mezclas asfálticas densas en caliente, ligadas con cemento asfáltico tipo CA 60-70 o CA 85-100. Su dosificación se deberá ajustar a lo señalado en la Sección 410.02, Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente, de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras vigente.

En la reparación de pavimentos constituidos por mezclas en frío, cuando se realice un bacheo mecanizado o cuando resulte impracticable colocar una mezcla en caliente, se podrá utilizar una mezcla en frío, utilizando como ligante una emulsión

de rotura lenta o media. La mezcla se preparará de conformidad con lo definido en el Expediente Técnico correspondiente.

Parqueo Profundo. –

Mezclas asfálticas. En la reparación de pavimentos de concreto asfáltico en caliente se deben utilizar, de preferencia, mezclas asfálticas densas en caliente, ligadas con cemento asfáltico tipo CA 60-70 o CA 85-100. Su dosificación se deberá ajustar a lo señalado en la Subsección 410.02 Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras vigente.

En la reparación de pavimentos constituidos por mezclas en frío, o cuando resulte impracticable colocar una mezcla en caliente, se podrá utilizar una mezcla en frío, utilizando como ligante una emulsión de rotura lenta o media. La mezcla se preparará en conformidad con lo definido en el Expediente Técnico correspondiente. En casos de emergencia también se podrán emplear mezclas en frío tipo almacenables (Stock Pile) o similares, predosificadas, las cuales se deberán ajustar, en lo que corresponda, a los requerimientos estipulados en las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras vigente.

Recapado Asfáltico. –

Los materiales a utilizar para la ejecución de esta actividad son esencialmente Riego de Liga y Mezcla de Concreto Asfáltico en Caliente que deben cumplir con los requerimientos establecidos en las Secciones 402 Riego de Liga y 410 Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras vigente.

CONCLUSIONES

- PRIMERA:** De la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, mediante la aplicación del método PCI se concluye que el estado de conservación del pavimento flexible del Tramo 01 y Tramo 02 se encuentra en Buena condición sin embargo las Unidades de Muestra N° 09, 20 y 24 del Tramo 01 y N° 05, 07, 10, 12 y 14 del Tramo 02, se encuentran en mala o muy mala condición.
- SEGUNDA:** Mediante el método Pavement Condition Index (PCI) se ha determinado que en la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, existen diez (10) tipos de daños, los cuales son piel de cocodrilo, exudación, abultamientos y hundimientos, grieta de borde, desnivel carril / berma, grietas longitudinales y transversales, parcheo / acometida de servicios, huecos, Ahuellamiento y meteorización / desprendimiento de agregados.
- TERCERA:** Aplicando el método Pavement Condition Index (PCI) en el pavimento flexible de av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, se ha calculado los valores del índice de condición del pavimento de 60 y 57 para los Tramos 01 y 02 respectivamente.
- CUARTA:** Se ha determinado la condición del pavimento flexible de la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, siendo para el Tramo 01 la Sección 01 de Buena Condición, Sección 02 de Excelente Condición, Sección 03 de Buena Condición, Sección 04 de Muy Buena Condición, Sección 05 de Regular Condición y para el Tramo 02 la Sección 01 de Muy Buena Condición, Sección 02 de Buena

Condición, Sección 03 de Mala Condición, Sección 04 de Regular Condición, Sección 05 de Regular Condición y la Sección 06 de Buena Condición.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** De la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, se ha determinado las unidades de muestra y sus medidas de conservación, por tanto, se exhorta a la entidad pública Provías Nacional Zonal Tacna Moquegua, unidad ejecutora de los mantenimientos y proyectos de la infraestructura vial, tener en consideración la presente tesis en la elaboración de los planes de mantenimiento rutinario en la ciudad de Tacna.
- SEGUNDA:** De los parámetros de evaluación, uno de los tipos de daños con mayor incidencia ha sido el parcheo / acometidas de servicio público, por ello, se recomienda a la Municipalidad Distrital de Pocollay, entidad encargada de la administración de la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero por situarse dentro de su jurisdicción, instar a Provías Nacional Zonal Tacna Moquegua las acciones de conservación vial, ya que de ejecutarse proyectos de instalación y/o renovación de tuberías de agua y desagüe u otro similar se agravará la condición de los tramos del pavimento 0+070.00 – 0+0315.00, 1+080.75 – 1+174.90 y 1+244.90-1+384.90.
- TERCERA:** El método PCI (Pavement Condition Index) no ha generado gastos excesivos durante su desarrollo ya sea en campo o gabinete, y ha proporcionado información confiable sobre la condición del pavimento flexible, aunque en la actualidad existen equipos y/o instrumentos que lo determinan con mayor optimización de tiempo, el método puede y podría ser adoptada bastante bien para las ciudades en desarrollo donde no se cuenten con laboratorios de pavimentos con los equipos sofisticados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apolinario Morales, E. W. (2012). *Innovación del método VIZIR en Estrategias de Conservación y Mantenimiento de Carreteras con Bajo Volumen de Tránsito*. Lima.
- Armijos Salinas, C. (2009). *Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja*. Loja.
- ASTM International. (2007). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index*.
- Camposano Olivera, J. E., & Garcia Cardenas, K. V. (Marzo de 2012). Diagnóstico del Estado Situacional de la vía: Av. Argentina – Av. 24 de junio por el Método PCI: Índice de Condición de Pavimentos – 2012. Huancayo, Perú.
- Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002). *M5.1. CATÁLOGO DE DETERIOROS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES*. Viña del Mar, Chile.
- Consortio Quillabamba. (2008). *Mantenimiento Rutinario y Periódico de la vía, Obra: "Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cusco - Quillabamba, Tramo: Alfamayo - Chauyllay - Quillabamba"*. Cusco.
- Industry, H. A. (2009, Diciembre). *Pavement Condition Index 101*. Retrieved from Hawaii: <http://hawaiiasphalt.org/wp/wp-content/uploads/PCI-101.pdf>
- Leguía Loarte, P. B., & Pacheco Risco, H. F. (2016). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huarua-Lima)*. Lima.
- Llosa Grau, J. (2006). *Propuesta Alternativa para la Distribución Racional del Presupuesto Anual Municipal para el Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos*. Lima.
- Medina Palacios, A., & De la Cruz Puma, M. (2015). *Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2007). *Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras - Conservación Vial*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). *Norma CE.010 Pavimentos Urbanos*. Lima: Industrial Gráfica Apolo S.A.C.
- Públicas, M. d. (2003). *Organización de aviación civil internacional*. Obtenido de <http://www.icao.int/SAM/Documents/2003/SGP/Kolbe.pdf>

Rodríguez Velasquez, E. D. (2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la av. Luis montero, Distrito de Castilla. Piura.*

Vásquez Varela, L. R. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales.*

Velasquez, E. D. (05 de Octubre de 2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la av. Luis Montero, Distrito de Castilla. Piura, Perú.*

Condición del Pavimento

8. ¿Se conocen datos para identificar en el rango de clasificación la condición del pavimento?

Sí ()

No (X)

9. ¿Será posible conocer el estado situacional de la condición del pavimento flexible?

Sí ()

No (X)

ANEXO 3. CARTA DE AUTORIZACIÓN



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POCOLLAY
Gerencia de Ingeniería y Desarrollo Urbano
"Año del buen servicio al ciudadano"



Pocollay, 7 de junio del 2017

CARTA N° 006-2017-GIDU-MDP-TACNA

Señor.
Bach. Ing. Marco A. Guzmán Navarro
Presente

**Asunto: AUTORIZACION DE INSPECCION OCULAR DE VIA CIRCUNVALACION
TRAMO ESTE**

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente y ha la vez indicarle que en referencia al documento en el cual nos solicita autorización para la inspección ocular de las condiciones del pavimento en la Av. Circunvalación Tramo Este, con motivo de realizar los estudios para la investigación tipo Tesis para optar el Título Profesional, es que esta Gerencia **AUTORIZA** dicha inspección, recomendado tomar todas las medidas de seguridad del caso, además respetar el tránsito vehicular y peatonal y por ende utilizar horarios fuera de las horas punta para dicha inspección.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POCOLLAY
Ing. JUAN CARLOS SANTOS DHARTE
GERENCIA DE INGENIERIA Y DESARROLLO URBANO

cc.
archivo

**ANEXO 4.
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

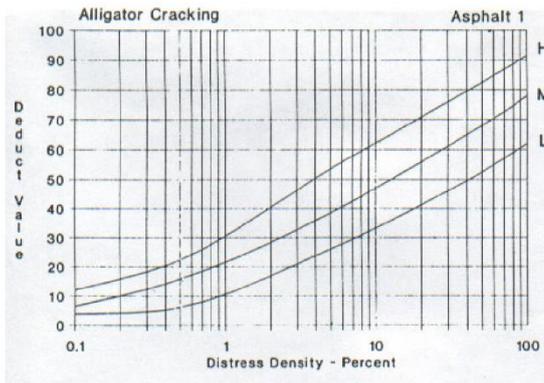
Planteamiento del problema	Objetivos de la investigación	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología de la investigación	Instrumentos	
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable dependiente: Evaluación superficial del pavimento flexible	- Parámetros de evaluación	Es aplicada porque tiene como objetivo resolver un determinado problema, en este caso es determinar la condición del pavimento flexible mediante el método PCI de la vía en estudio. El tipo de investigación según el enfoque, es mixta es decir cualitativa y cuantitativa El nivel de la investigación según la profundidad y objetivo, es descriptiva porque se ejecuta el levantamiento de información mediante la observación.	Cuestionario	
¿Cuál es el estado de conservación del pavimento flexible realizando la evaluación superficial aplicando el método PCI en la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero?	Determinar la evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método PCI para conocer el estado de conservación de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero.	Al determinar la evaluación superficial mediante el método PCI se conoce el estado de conservación de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.		- Índice de condición - Condición del pavimento			
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable independiente: Método Pavement Condition Index (PCI)	- Tipo - Severidad - Extensión			Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica
¿Cómo se determinan los parámetros de evaluación para realizar la evaluación superficial de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero?	Determinar los parámetros de evaluación aplicando el método PCI para realizar la evaluación superficial de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.	Al identificar los parámetros de evaluación según el método PCI se realiza la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.		- Cálculo de los valores deducidos. - Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m). - Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV). - Determinar PCI de unidades de muestra. - Determinar PCI de sección.			
¿Cómo se calcula el índice de condición de pavimento para la evaluación superficial de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero?	Aplicar el método PCI para calcular el índice de condición de pavimento de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.	Al aplicar el método PCI se calcula el índice de condición de pavimento que tiene la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.					
¿En qué condición de pavimento se encuentra la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero?	Determinar la condición del pavimento de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero.	Al determinar la condición actual del pavimento flexible se define si la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo av. Jorge Basadre Grohmann este – av. Basadre y Forero se encuentra en operando a los niveles de servicio óptimo.		- Identificar en el rango de clasificación PCI. - Determinar la condición.			

**ANEXO 5.
CURVAS DE VALOR DEDUCIDO**

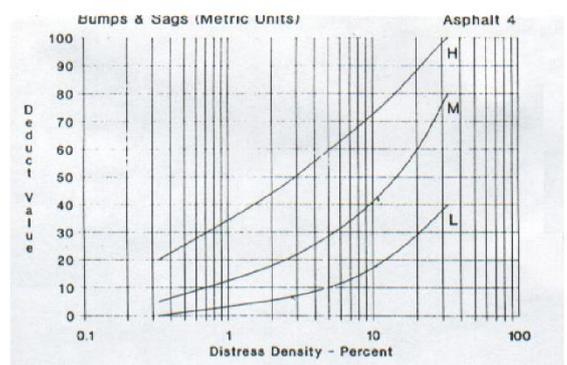
GLOSARIO INGLÉS - ESPAÑOL de los Tipos de Daños en Superficie Asfáltica

1	Alligator Cracking	Piel de Cocodrilo
2	Bleeding	Exudación
3	Block Cracking	Agrietamiento en Bloque
4	Bumps and Sags	Abultamientos y Hundimientos
5	Corrugation	Corrugación
6	Depression	Depresión
7	Edge Cracking	Grieta de Borde
8	Joint Reflection Cracking	Grieta de Reflexión De Junta
9	Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma
10	Longitudinal & Transversal Cracking	Grietas Longitudinales y Transversales
11	Patching & Utility Patching	Parcheo y acometidas de servicios
12	Polished Aggregates	Pulimento de Agregados
13	Potholes	Huecos
14	Railroad Crossing	Cruce de Vía Férrea
15	Rutting	Ahuellamiento
16	Shoving	Desplazamiento
17	Slippage Cracking	Grietas Parabólicas o por deslizamiento
18	Swell	Hinchamiento
19	Weathering / Raveling	Meteorización / Desprendimiento de Agregados

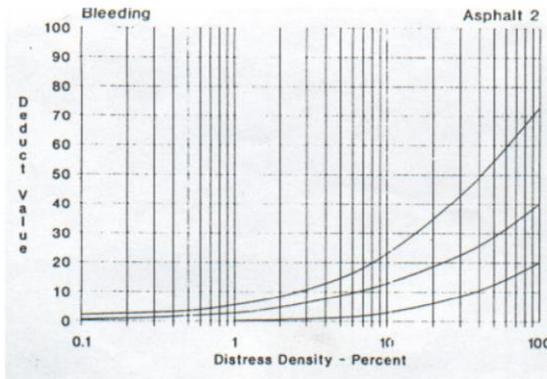
1. Piel de Cocodrilo



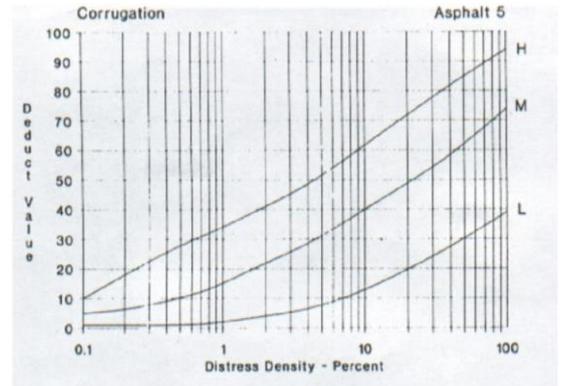
4. Abultamientos y Hundimientos



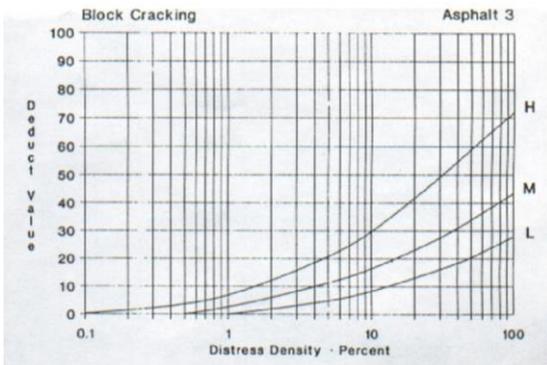
2. Exudación



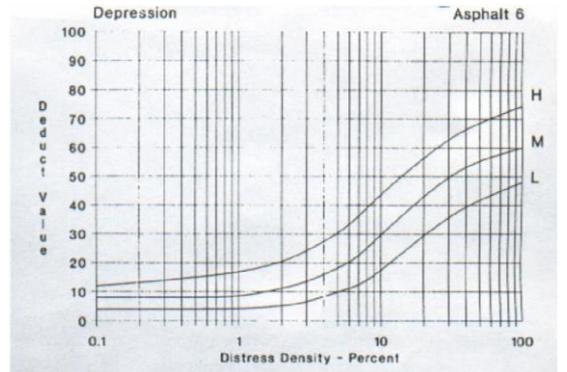
5. Corrugación



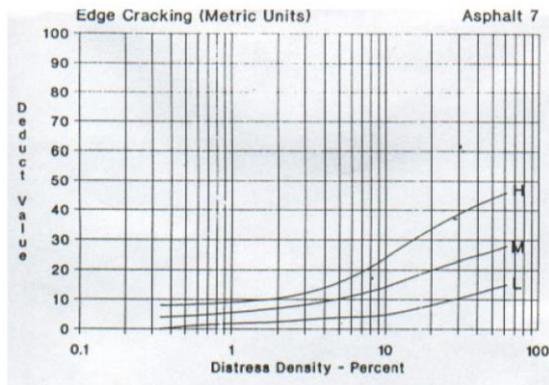
3. Agrietamiento en Bloque



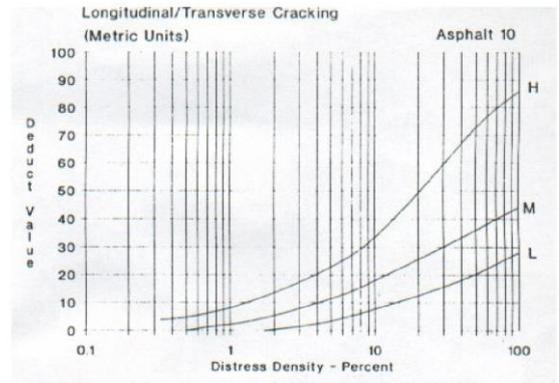
6. Depresión



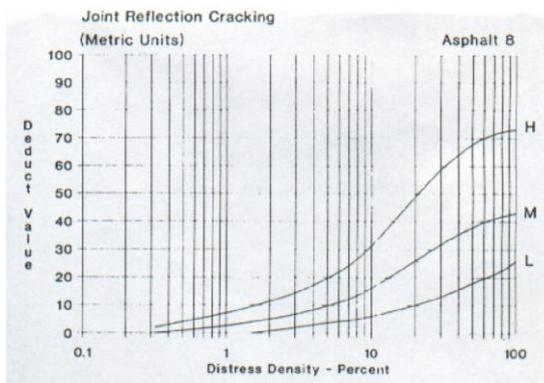
7. Grieta de Borde



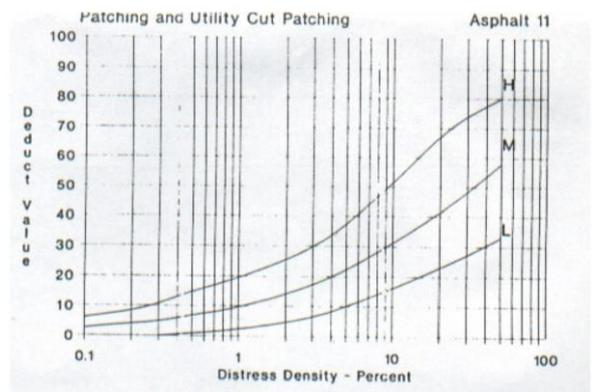
10. Grietas Longitudinales y Transversales



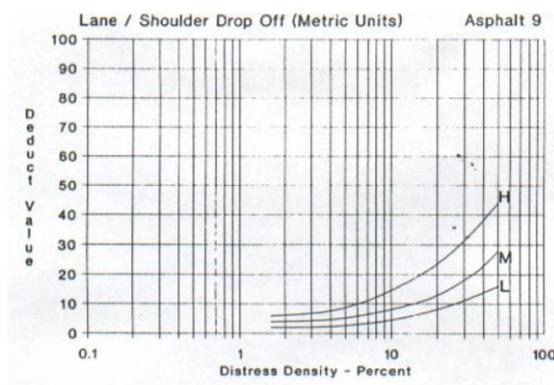
8. Grieta de Reflexión De Junta



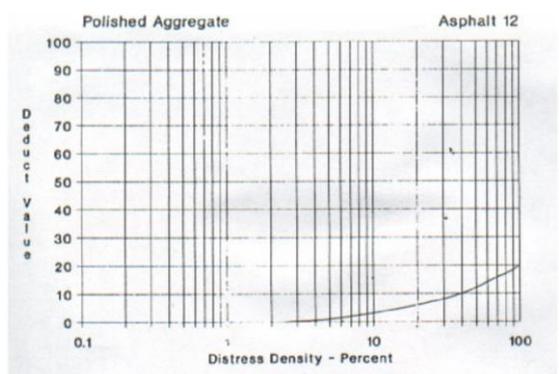
11. Parcheo y acometidas de servicios



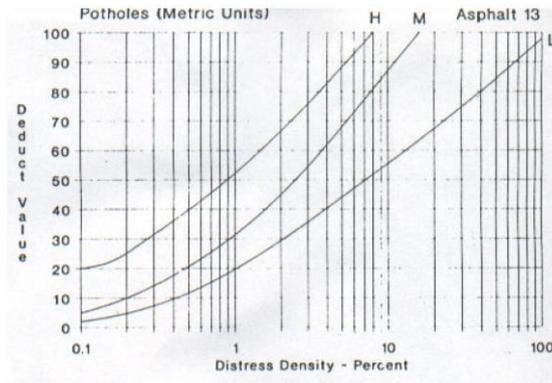
9. Desnivel Carril / Berma



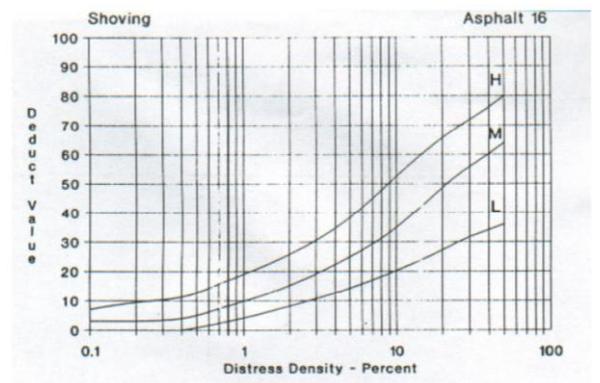
12. Pulimento de Agregados



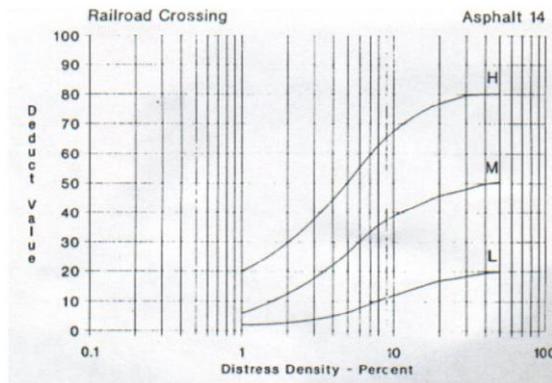
13. Huecos



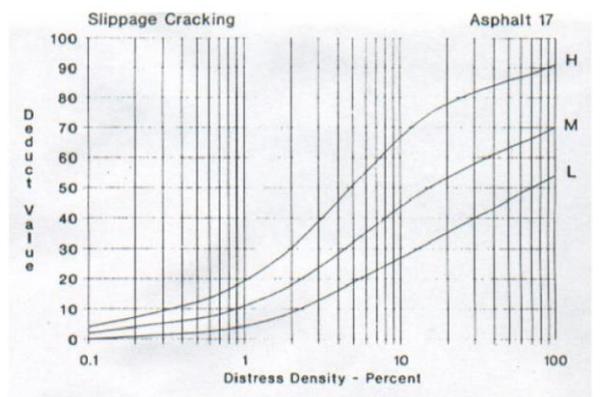
16. Desplazamiento



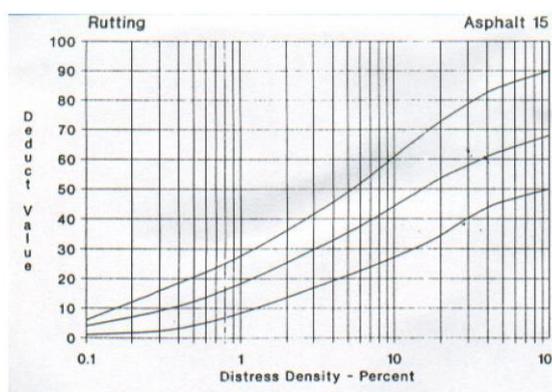
14. Cruce de Vía Férrea



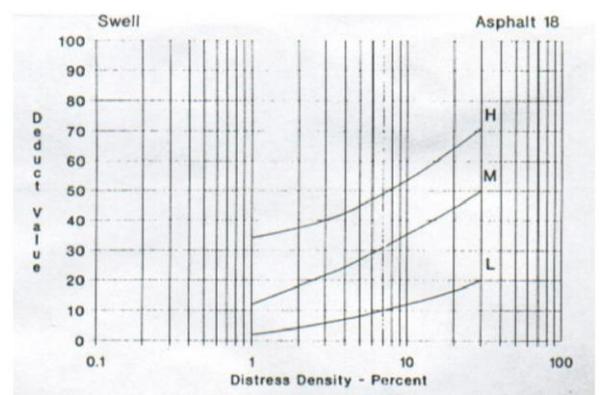
17. Grietas Parabólicas o por deslizamiento



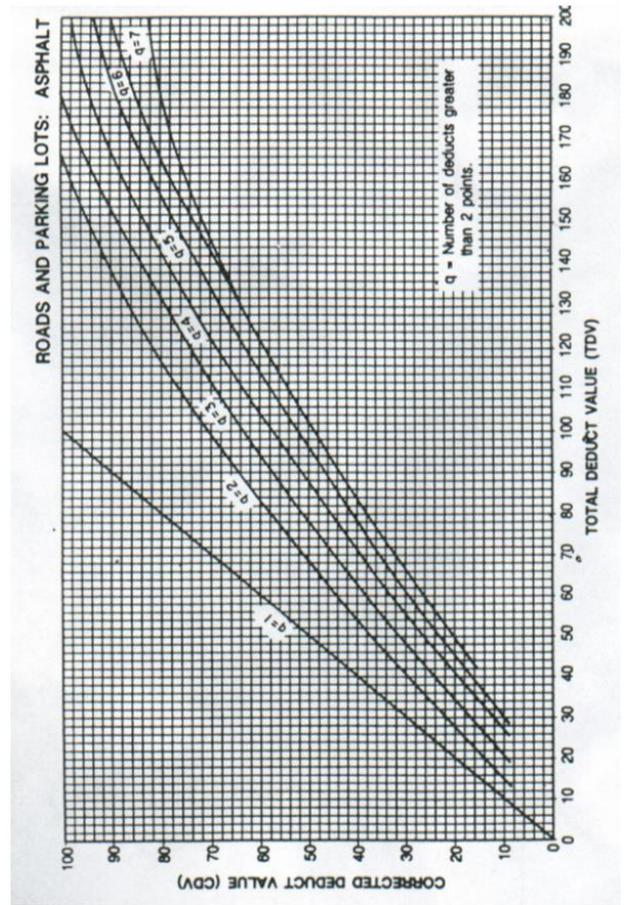
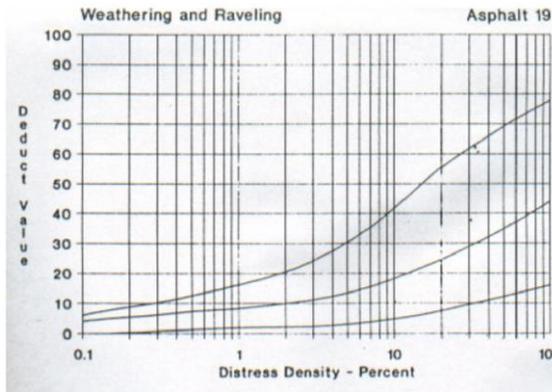
15. Ahuellamiento



18. Hinchamiento



19. Meteorización / Desprendimiento de Agregados



**ANEXO 6.
PLANO DE LOCALIZACIÓN**

ANEXO 7.
PLANO DE UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA

ANEXO 8. FOTOGRAFÍAS

A. RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y TOMA DE DATOS PRELIMINARES



Fotografía 01.- Vista general de tramos de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero.



Fotografía 02.- Toma de medida de ancho de la calzada de la av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay, tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero.

B. DIVISIÓN DE LAS SECCIONES Y UNIDADES DE MUESTRA



Fotografía 03.- Cambio de sección 01 a sección 02 debido a la condición del pavimento y señalización con conos de seguridad para realizar la evaluación superficial. La señalización fue a mitad de la calzada de tal manera no se interrumpa con el tránsito vehicular.



Fotografía 04.- Numeración y delimitación de la unidad de muestra N°18, de la sección 06 correspondiente al Tramo 02 de la avenida en estudio.

C. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO Y SEVERIDAD DEL DAÑO, TRAMO 01



Fotografía 05.- Delimitación de la unidad de muestra N°01 correspondiente a la sección 01, se identifica el daño 11. Parcheo / Acometidas de servicio público a lo largo de la unidad de muestra con un ancho promedio del parche de 0.85 m. con nivel de severidad bajo y medio.



Fotografía 06.- Delimitación de la unidad de muestra N°03 correspondiente a la sección 01, el daño 11. Parcheo / Acometidas de servicio público continúa presente con un ancho promedio de 0.92 m. con nivel de severidad bajo y medio. Además, se reconocen el daño 07. Grieta de borde y 09. Desnivel carril / berma.



Fotografía 07.- Delimitación de la unidad de muestra N°05 correspondiente a la sección 01, el daño 11. Parcheo / Acometidas de servicio público continúa presente con un ancho promedio de 0.85 m. con nivel de severidad medio.



Fotografía 08.- Delimitación de la unidad de muestra N°07 correspondiente a la sección 01, el daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados predomina en el área de la unidad de muestra con nivel de severidad baja y alta.



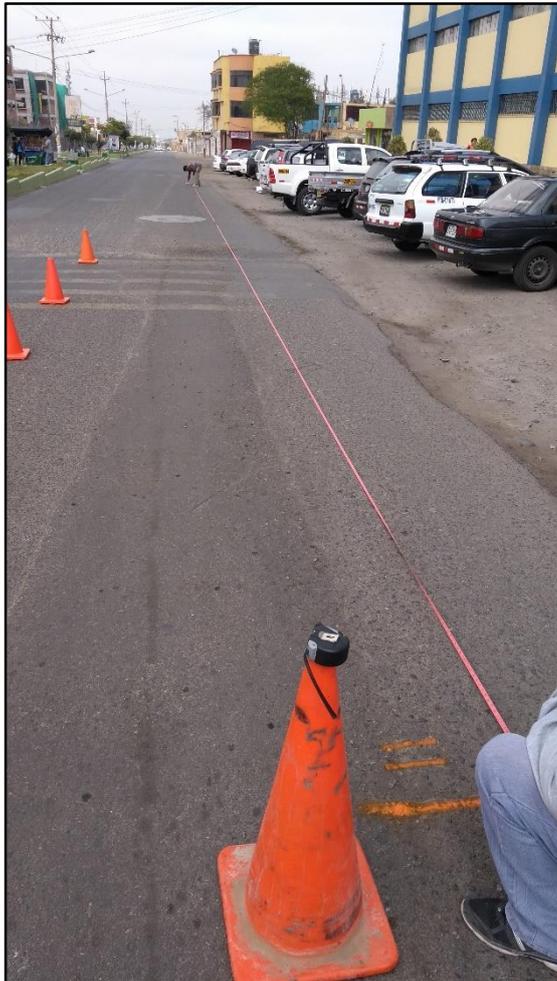
Fotografía 09.- Delimitación de la unidad de muestra N°09 correspondiente a la sección 01, el daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados continúa presente con nivel de severidad de media y alta.



Fotografía 10.- Vista de daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados con nivel de severidad alta en la unidad de muestra N°09.



Fotografía 11.- Delimitación de la unidad de muestra N°10 correspondiente a la sección 01, se identifica el daño 09. Desnivel carril / berma con 7.00 cm de diferencia es decir nivel de severidad medio.



Fotografía 12.- Delimitación de la unidad de muestra N°11 correspondiente a la sección 01, el daño 11. Parcheo / Acometidas de servicio público continúa presente con un ancho promedio de 1.20 m. con nivel de severidad bajo. Además, se reconoce el daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados con nivel de severidad bajo y medio.



Fotografía 13.- Vista del daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados con nivel de severidad alto en el badén de mal estado en la unidad de muestra N°11.



Fotografía 14.- Delimitación de la unidad de muestra N°13 correspondiente a la sección 02, el daño 11. Parcheo / Acometidas de servicio público continúa presente con un ancho variable con nivel de severidad bajo. El daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados ya no continúa presente.



Fotografía 15.- Delimitación de la unidad de muestra N°15 correspondiente a la sección 03, el daño 11. Parcheo / Acometidas de servicio público ya no continúa. El daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados ya no continúa presente.



Fotografía 16.- Vista del daño 15. Ahuellamiento con nivel de severidad media en la unidad de muestra N°15.



Fotografía 17.- Delimitación de la unidad de muestra N°19 correspondiente a la sección 04, el daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados ya no continúa presente en esta sección.



Fotografía 18.- Vista de daño 07. Grieta de borde y 09. Desnivel carril / berma con nivel de severidad media y alta en la unidad de muestra N°19.



Fotografía 19.- Delimitación de la unidad de muestra N°20 correspondiente a la sección 05, se observa el daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados con nivel de severidad baja y el daño 15. Ahuellamiento con nivel de severidad alta hasta con una diferencia de 4.00 cm. como se observa en la imagen.



Fotografía 20.- Las unidades de muestra 21,22 y 23 correspondientes a la sección 05 son similares entre sí y no presentan mayores daños aparte del Ahuellamiento por el carril izquierdo como se observa en la imagen.



Fotografía 21.- La unidad de muestra N°24 correspondiente a la sección 05 presenta al final de su longitud de acuerdo a la dirección de inspección el daño 04. Hundimientos y abultamientos con nivel de severidad alta y el daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados con nivel de severidad alta.

D. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO Y SEVERIDAD DEL DAÑO, TRAMO 02



Fotografía 22.- Delimitación de la unidad de muestra N°01 correspondiente a la sección 01, se observa el daño 13. Huecos con nivel de severidad bajo, sin embargo, no presenta mayores daños sobre la superficie.



Fotografía 23.- Delimitación de la unidad de muestra N°20 correspondiente a la sección 05, se observa el daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados con nivel de severidad baja y el daño 15. Ahuellamiento con nivel de severidad alta hasta con una diferencia de 4.00 cm. como se observa en la imagen.



Fotografía 24.- Vista de daño 07. Grieta de borde y 09. Desnivel carril / berma con nivel de severidad alta y media respectivamente en la unidad de muestra N°02 correspondiente a la sección 02.



Fotografía 25.- Delimitación de la unidad de muestra N°04 correspondiente a la sección 02, se observa el daño 15. Ahuellamiento con nivel de severidad baja en el carril izquierdo.



Fotografía 26.- Vista de daño 10. Fisuras longitudinales y transversales en la unidad de muestra N°05 correspondiente a la sección 03 con nivel de severidad bajo.



Fotografía 27.- Delimitación de la unidad de muestra N°06 correspondiente a la sección 04, se observa el daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados con nivel de severidad bajo.



Fotografía 28.- Vista de daño 04. Hundimiento en la unidad de muestra N°08 correspondiente a la sección 04 con nivel de severidad alto, tiene una profundidad de hasta 5.20 cm., debido al ancho del daño se distingue del daño de Ahuellamiento.



Fotografía 29.- Vista de la unidad de muestra N°11 correspondiente a la sección 05, se observa el daño 11. Parcheo / acometidas de servicio público con nivel de severidad bajo y medio. Se observa que se ha realizado mantenimiento en la unidad de muestra.



Fotografía 30.- Vista de daño 07. Grieta de borde con nivel de severidad bajo y alto; y el daño 09. Desnivel carril / berma con nivel de severidad bajo, medio y alto en la unidad de muestra N°011 correspondiente a la sección 05.



Fotografía 31.- Delimitación de la unidad de muestra N°12 correspondiente a la sección 06, se observa el daño 07. Grieta de borde con nivel de severidad alto; el daño 09. Desnivel carril / berma con nivel de severidad bajo, medio y alto; y el daño 19. Meteorización / desprendimiento de agregados con nivel de severidad bajo y alto.



Fotografía 32.- Vista de daño 15. Ahuellamiento de la unidad de muestra N°14 correspondiente a la sección 06 con nivel de severidad medio.



Fotografía 33.- Delimitación de la unidad de muestra N°16 correspondiente a la sección 06, se observa el daño 11. Parcheo / acometidas de servicio público en el carril derecho con nivel de severidad medio.



Fotografía 34.- Delimitación de la unidad de muestra N°18 correspondiente a la sección 06, se observa el daño 11. Parcheo / acometidas de servicio público en el carril derecho con nivel de severidad bajo y medio.



Fotografía 35.- Delimitación de la unidad de muestra N°20 correspondiente a la sección 06, se observa el daño 11. Parcheo / acometidas de servicio público en el carril derecho con nivel de severidad bajo.



Fotografía 36.- Delimitación de la unidad de muestra N°21 correspondiente a la sección 06, se observa el daño 11. Parcheo / acometidas de servicio público en el carril derecho con nivel de severidad bajo.