



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo:
Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Agreda Lopez, Billy Jackson (ORCID:[0000-0002-2973-8573](https://orcid.org/0000-0002-2973-8573))

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (ORCID: [0000-0002-9573-0182](https://orcid.org/0000-0002-9573-0182))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por guiarme por el camino correcto. A mis queridos padres Melania y Walter por su incondicional amor, confianza, apoyo y desear siempre lo mejor para mí.

A mi querida hermana Andrea por su cariño, constante apoyo, motivación y palabras de aliento.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme desarrollar mi investigación pese a la crisis por la que pasa el mundo actualmente.

Agradezco a mis queridos padres Melania y Walter por inculcarme valores, brindarme enseñanzas con cariño desde pequeño y apoyarme siempre.

Agradezco a mi querida hermana Andrea por siempre estar allí apoyándome, brindándome su cariño y palabras de aliento.

Agradezco al asesor Mg. Ing. Raúl Antonio Pinto Barrantes por los conocimientos y orientación brindados, lo cual me permitió culminar la presente tesis de manera satisfactoria.

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo y a sus docentes por los conocimientos brindados a lo largo de mi formación académica.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	xiv
Resumen	xvi
Abstract	xvii
I. INTRODUCCIÓN	p.1
II. MARCO TEÓRICO.	p.4
III.METODOLOGÍA	p.21
3.1. Tipo, y diseño de investigación	p.21
3.2. Variables y operacionalización	p.22
3.3. Población, muestra y muestreo	p.24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	p.26
3.5. Procedimientos	p.28
3.6. Método de análisis de datos	p.29
3.7. Aspectos éticos	p.34
IV. RESULTADOS	p.35
V. DISCUSIÓN	p.101
VI. CONCLUSIONES	p.105
VII. RECOMENDACIONES	p.107
REFERENCIAS	p.108
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Formato de registro y evaluación de fallas del pavimento flexible	p.26
Tabla 2. Formato del índice de condición del pavimento para carreteras con superficie asfáltica	p.27
Tabla 3. Cuadro para la obtención de CDV	p.32
Tabla 4. Registro y evaluación de fallas, muestra 01	p.37
Tabla 5. Registro y evaluación de fallas, muestra 02	p.38
Tabla 6. Registro y evaluación de fallas, muestra 03	p.38
Tabla 7. Registro y evaluación de fallas, muestra 04	p.39
Tabla 8. Registro y evaluación de fallas, muestra 05	p.39
Tabla 9. Registro y evaluación de fallas, muestra 06	p.40
Tabla 10. Registro y evaluación de fallas, muestra 07	p.40
Tabla 11. Registro y evaluación de fallas, muestra 08	p.41
Tabla 12. Registro y evaluación de fallas, muestra 09	p.41
Tabla 13. Registro y evaluación de fallas, muestra 10	p.42
Tabla 14. Registro y evaluación de fallas, muestra 11	p.42
Tabla 15. Registro y evaluación de fallas, muestra 12	p.43
Tabla 16. Registro y evaluación de fallas, muestra 13	p.43
Tabla 17. Registro y evaluación de fallas, muestra 14	p.44
Tabla 18. Registro y evaluación de fallas, muestra 15	p.44
Tabla 19. Registro y evaluación de fallas, muestra 16	p.45
Tabla 20. Registro y evaluación de fallas, muestra 17	p.45
Tabla 21. Registro y evaluación de fallas, muestra 18	p.46

Tabla 22. Registro y evaluación de fallas, muestra 19_____	p.46
Tabla 23. Registro y evaluación de fallas, muestra 20_____	p.47
Tabla 24. Registro y evaluación de fallas, muestra 21_____	p.47
Tabla 25. Registro y evaluación de fallas, muestra 22_____	p.48
Tabla 26. Registro y evaluación de fallas, muestra 23_____	p.48
Tabla 27. Registro y evaluación de fallas, muestra 24_____	p.49
Tabla 28. Registro y evaluación de fallas, muestra 25_____	p.49
Tabla 29. Registro y evaluación de fallas, muestra 26_____	p.50
Tabla 30. Registro y evaluación de fallas, muestra 27_____	p.50
Tabla 31. Porcentaje y Cantidad de Fallas del pavimento según sus tipos __	p.52
Tabla 32. Porcentaje y Cantidad de Fallas del pavimento según su severidad __ _____	p.52
Tabla 33. Opciones de reparación de fallas del pavimento flexible, Muestra 01 a 11_____	p.54
Tabla 34. Opciones de reparación de fallas del pavimento flexible, Muestra 12 a 21_____	p.55
Tabla 35. Opciones de reparación de fallas del pavimento flexible, Muestra 22 a 27_____	p.56
Tabla 36. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 1_____	p.57
Tabla 37. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 1 ___	p.58
Tabla 38. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 1_____	p.58
Tabla 39. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 1____ _____	p.58
Tabla 40. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 2 _____	p.59

Tabla 41. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 2_ _ _ _p.59

Tabla 42. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 2_ _ _ p.59

Tabla 43. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 2_ _ _
----- p.60

Tabla 44. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 3_ _ _ _ p.60

Tabla 45. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 3_ _ _ _ p.60

Tabla 46. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 3_ _ _ _ p.61

Tabla 47. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 3_ _ _
----- p.61

Tabla 48. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 4_ _ _ _ p.61

Tabla 49. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 4_ _ _ _ p.62

Tabla 50. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 4_ _ _ _ p.62

Tabla 51. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 4_ _ _
----- p.62

Tabla 52. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 5_ _ _ _ p.63

Tabla 53. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 5_ _ _ _p.63

Tabla 54. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 5_ _ _ _ p.63

Tabla 55. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 5_ _ _
----- p.64

Tabla 56. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 6_ _ _ _ p.64

Tabla 57. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 6_ _ _ _p.64

Tabla 58. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 6_ _ _ _ p.65

Tabla 59. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 6_ _ _
----- p.65

Tabla 60. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 7_ _ _ _ p.65

Tabla 61. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 7_ _ _ _ p.66

Tabla 62. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 7_ _ _ _ p.66

Tabla 63. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 7_ _ _
 ----- p.66

Tabla 64. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 8_ _ _ _ p.67

Tabla 65. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 8_ _ _ _ p.67

Tabla 66. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 8_ _ _ _ p.68

Tabla 67. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 8_ _ _
 ----- p.68

Tabla 68. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 9_ _ _ _ p.69

Tabla 69. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 9_ _ _ _ p.69

Tabla 70. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 9_ _ _ _ p.69

Tabla 71. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 9_ _ _
 ----- p.70

Tabla 72. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 10_ _ _ _ p.70

Tabla 73. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 10_ _ _ _ p.70

Tabla 74. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 10_ _ _ _ p.71

Tabla 75. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 10_ _ _
 ----- p.71

Tabla 76. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 11_ _ _ _ p.71

Tabla 77. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 11_ _ _ _ p.72

Tabla 78. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 11_ _ _ _ p.72

Tabla 79. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 11_	p.72

Tabla 80. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 12_ _ _ _	p.73
Tabla 81. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 12_ _ _ _	p.73
Tabla 82. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 12_ _ _	p.73
Tabla 83. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 12_	p.74

Tabla 84. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 13_ _ _ _	p.74
Tabla 85. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 13_ _ _ _	p.74
Tabla 86. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 13_ _ _	p.75
Tabla 87. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 13_	p.75

Tabla 88. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 14_ _ _ _	p.75
Tabla 89. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 14_ _ _ _	p.76
Tabla 90. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 14_ _ _	p.76
Tabla 91. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 14_	p.76

Tabla 92. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 15_ _ _ _	p.77
Tabla 93. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 15_ _ _ _	p.77
Tabla 94. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 15_ _ _	p.77
Tabla 95. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 15_	p.78

Tabla 96. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 16_ _ _ _	p.78
Tabla 97. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 16_ _ _ _	p.78

Tabla 98. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 16___ p.79

Tabla 99. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 16_----- p.79

Tabla 100. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 17___ p.79

Tabla 101. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 17___ p.80

Tabla 102. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 17_----- p.80

Tabla 103. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 17_----- p.80

Tabla 104. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 18___ p.81

Tabla 105. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 18___ p.81

Tabla 106. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 18_----- p.81

Tabla 107. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 18_----- p.82

Tabla 108. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 19___ p.82

Tabla 109. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 19___ p.82

Tabla 110. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 19_----- p.83

Tabla 111. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 19_----- p.83

Tabla 112. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 20___ p.83

Tabla 113. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 20___ p.84

Tabla 114. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 20_----- p.84

Tabla 115. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 20_	
-----	p.84
Tabla 116. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 21_ _ _	p.85
Tabla 117. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 21_ _ _	p.85
Tabla 118. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 21_ _ _ _	
-----	p.85
Tabla 119. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 21_	
-----	p.86
Tabla 120. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 22_ _ _	p.86
Tabla 121. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 22_ _ _	p.87
Tabla 122. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 22_ _ _ _	
-----	p.87
Tabla 123. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 22_	
-----	p.87
Tabla 124. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 23_ _ _	p.88
Tabla 125. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 23_ _ _	p.88
Tabla 126. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 23_ _ _ _	
-----	p.88
Tabla 127. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 23_	
-----	p.89
Tabla 128. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 24_ _ _	p.89
Tabla 129. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 24_ _ _	p.90
Tabla 130. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 24_ _ _ _	
-----	p.90

Tabla 131. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 24_	p.90
Tabla 132. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 25_ _ _	p.91
Tabla 133. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 25_ _ _	p.91
Tabla 134. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 25_ _ _ _	p.91
Tabla 135. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 25_	p.92
Tabla 136. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 26_ _ _ _	p.92
Tabla 137. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 26_ _ _	p.92
Tabla 138. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 26_ _	p.93
Tabla 139. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 26_	p.93
Tabla 140. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 27_ _ _	p.93
Tabla 141. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 27_ _ _	p.94
Tabla 142. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 27_ _	p.94
Tabla 143. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 27_	p.94
Tabla 144. Estado del pavimento flexible de muestras del tramo evaluado_ _ _	p.95
Tabla 145. Estado de muestras y tipo de intervención necesaria, Unidad de muestra 01 a 06_ _	p.96
Tabla 146. Estado de muestras y tipo de intervención necesaria, Unidad de muestra 07 a 23_ _	p.97
Tabla 147. Estado de muestras y tipo de intervención necesaria, Unidad de muestra 24 a 27_ _	p.98

Tabla 148. Identificación del estado actual del tramo de pavimento flexible___ p.99

Tabla 149. Estado actual y tipo de intervención del pavimento flexible, tramo avenida Casa Hacienda – jirón Comercio, Pachacamac_ p.100

Índice de figuras

Figura 1. Capas del pavimento flexible_____	p.7
Figura 2. Fallas en pavimentos flexibles_____	p.10
Figura 3. Clasificación de fallas_____	p.11
Figura 4. Falla Piel de Cocodrilo_____	p.12
Figura 5. Falla Grieta de Borde_____	p.13
Figura 6. Falla Parche_____	p.13
Figura 7. Falla Hueco_____	p.14
Figura 8. Falla Abultamientos y Hundimientos_____	p.15
Figura 9. Falla Exudación_____	p.15
Figura 10. Grietas longitudinales y transversales_____	p.16
Figura 11. Falla Desnivel Carril / Berma_____	p.17
Figura 12. Falla Desprendimiento de agregados_____	p.17
Figura 13. Rangos de calificación de estado del método PCI_____	p.19
Figura 14. Escala de clasificación de pavimentos del método PCI_____	p.19
Figura 15. Tipo de intervención según escala PCI_____	p.20
Figura 16. Longitud de muestreo en base al ancho de calzada_____	p.25
Figura 17. Curva de valores deducidos – Piel de cocodrilo_____	p.31
Figura 18. Curva de valores deducidos – grieta de borde_____	p.31
Figura 19. Curva para la obtención de valores deducidos corregidos (CDV) _____ _____	p.33
Figura 20. Tramo evaluado – Zona de estudio_____	p.35
Figura 21. Longitud del tramo evaluado _____	p.36

Figura 22. Calzada del pavimento evaluado_-----p.36

Figura 23. Gráfico de tipos de fallas del pavimento flexible del tramo evaluado_ _
----- p.51

Figura 24. Gráfico de severidad de fallas del pavimento flexible del tramo
evaluado_-----p.53

Figura 25. Gráfico de estado actual del pavimento flexible de muestras del tramo
evaluado_-----p.95

Resumen

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo evaluar las fallas y estado actual del pavimento flexible del tramo avenida Casa Hacienda – jirón Comercio, en el distrito de Pachacamac.

El trabajo presenta un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, diseño no experimental transversal y nivel descriptivo simple. Siendo realizada la evaluación de las fallas y estado actual del pavimento flexible tramo avenida Casa Hacienda – jirón Comercio, mediante la metodología PCI, siguiendo los procedimientos y parámetros establecidos por la norma ASTM D6433, la cual estandariza la aplicación de la metodología mediante la inspección, registro y evaluación de las fallas del pavimento para; posteriormente, procesar dichos datos y determinar el estado actual del pavimento flexible.

Los resultados obtenidos muestran que son 92 las fallas que afectan al pavimento flexible, las cuales se dividen en 10 tipos, siendo la falla de tipo hueco la que, en mayor cantidad afecta al pavimento, además de que el pavimento posee un valor PCI de 69 lo cuál de acuerdo a los rangos de calificación de estado de la metodología establece que el pavimento flexible del tramo se encuentra actualmente en un estado bueno.

Palabras clave: fallas, estado, pavimento flexible, PCI

Abstract

The objective of this research work was to evaluate the failures and current state of the flexible pavement of the section of Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, in the district of Pachacamac.

The work presents a quantitative approach, applied type, non-experimental cross-sectional design and simple descriptive level. Being carried out the evaluation of the faults and current state of the flexible pavement section Casa Hacienda avenue - Jirón Comercio, through the PCI methodology, following the procedures and parameters established by the ASTM D6433 standard, which standardizes the application of the methodology through inspection, registration and evaluation of pavement failures for; subsequently, process said data and determine the current state of the flexible pavement.

The results obtained show that there are 92 faults that affect the flexible pavement, which are divided into 10 types, being the hollow-type fault the one that affects the pavement the most, in addition to the pavement having a PCI value of 69 which, according to the status rating ranges of the methodology, establishes that the flexible pavement of the section is currently in a good condition.

Keywords: faults, condition, flexible pavement, PCI

I. INTRODUCCIÓN

Los pavimentos, ya sean flexibles o rígidos, son de vital importancia para la población en distintos aspectos, esto queda demostrado en la utilidad que le dan día a día a dichos pavimentos, principalmente para actividades económicas como el transporte de mercancía y el transporte urbano, además del aspecto social debido a la comodidad y seguridad que le deben de otorgar los pavimentos a la población para poder realizar sus actividades diarias de forma eficiente, con la tranquilidad, comodidad y seguridad que requieren.

Es por estas razones que es necesario que los pavimentos se encuentren en el mejor estado posible, aún más tomando en cuenta lo mencionado por el director del Instituto Boliviano del Cemento y Hormigón (IBCH), Alfaro M. (2015) el cuál acota que: “Los pavimentos rígidos, en comparación a los pavimentos flexibles, poseen distintas ventajas, entre las cuales se encuentran una mayor durabilidad y resistencia”. Pese a esto hay que tener en cuenta que la mayoría de pavimentos en el Perú son pavimentos flexibles, tal y como indica en la revista Perú Construye el ejecutivo de cuentas corporativas de Instrumentación y Procesamiento Electrónicos S.A. (IPESA), Gálvez G. (2018): “La gran mayoría de proyectos viales en Perú son de pavimentación flexible, es decir en base a asfalto”, ese caso aplica para el tramo de la vía ubicado entre la avenida Casa Hacienda y el jirón Comercio en el distrito de Pachacamac, el cual está compuesto de pavimento flexible en toda su extensión, posee fallas y se encuentra en un estado que causa incomodidad a sus usuarios, estos pavimentos deben mantenerse en un estado óptimo y tener la menor presencia posible de fallas que afecten al pavimento, además de un registro con el cual se pueda tener el conocimiento exacto de dichos datos, para que de ésta forma se puedan aplicar soluciones que mantengan en el mejor estado posible al pavimento y permitir a la población poder realizar sus actividades de forma eficiente.

De acuerdo a esto, se plantea el siguiente problema general de investigación:

¿Cuáles son las fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima - 2021?

Además de los siguientes problemas específicos:

¿Qué tipos de fallas afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima - 2021?

¿Qué severidad poseerán las fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima - 2021?

¿Qué tipo de intervención requiere el pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima - 2021?

Con respecto a la justificación teórica, la investigación se realizó, con la aplicación teorías y conceptos de ingeniería civil, con el propósito de evaluar las fallas que afectan al pavimento flexible y el estado actual en el que se encuentra el tramo: avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021, para que de esta manera se puedan establecer de forma más precisa, métodos o un plan de actividades que solucione problemas presentes en la extensión del pavimento flexible.

Con respecto a la justificación metodológica, para lograr cumplir con los objetivos de la investigación, se aplicó la metodología PCI (Pavement Condition Index o Índice de Condición del Pavimento) cuya norma es la ASTM D6433, además se realiza la clasificación e inspección de daños o fallas basadas en los parámetros establecidos por el mismo método, con ello se pretende evaluar la severidad de las fallas, su tipología, proponer soluciones y también establecer el estado del pavimento flexible ubicado en el tramo: avenida Casa Hacienda – jirón Comercio. De esta manera los resultados de la investigación se apoyan en normas, técnicas y métodos de investigación válidas en el rubro de la ingeniería civil.

Con respecto a la justificación práctica, se desarrolla la investigación porque existe la necesidad de evaluar las fallas y el estado actual de la vía comprendida entre el tramo avenida Casa Hacienda hasta Jirón Comercio, Pachacamac, con el fin de mostrar las fallas que posee el pavimento y establecer en qué estado se encuentra actualmente y de esta manera sea posible identificar ambos factores del pavimento que representan un aspecto importante del mismo, y de esta manera

poder proponer soluciones a los problemas que la afecten y pueda ejercer correctamente su función de otorgarle comodidad y confort a la población.

Debido a los motivos expuestos anteriormente el objetivo general de la investigación es el siguiente:

Evaluar las fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.

Además se establecen los objetivos específicos siguientes:

Identificar los tipos de fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.

Determinar la severidad que poseen las fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.

Establecer el tipo de intervención que requiere el pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.

De acuerdo a todo lo mencionado se establece la siguiente hipótesis general:

Al realizar la evaluación se pudieron conocer las fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.

La investigación poseerá además como hipótesis específicas:

Al realizar la evaluación se pudieron identificar los tipos de fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.

Al realizar la evaluación se pudo determinar la severidad que poseen las fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.

Al realizar la evaluación se pudo establecer el tipo de intervención que requiere el pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

El proyecto de investigación posee como antecedentes en el ámbito nacional las siguientes investigaciones:

Vargas, F. (2017), tuvo como **objetivo** evaluar las fallas y los factores que ocasionaban dichas patologías encontradas en el pavimento flexible en la zona de la investigación, el **método** utilizado fue descriptivo no experimental, sus **resultados** fueron que la falla con mayor porcentaje de incidencia en el pavimento que evaluó eran los baches o huecos con un 11.69%, seguido de agregado pulido con 10.31% y tuvo como **conclusión** que el deterioro del pavimento flexible fue causado por mal diseño, la calidad de los materiales, el proceso constructivo y por el clima.

Suárez, E. y Cerquín, G. (2018), tuvieron como **objetivo** determinar la relación del tipo de fallas con su severidad y el estado en el cual se encontraba el pavimento flexible aplicando la metodología PCI, el **método** utilizado para la investigación fue descriptiva no experimental, sus **resultados** fueron que las fallas más predominantes en la vía analizada eran los huecos, los cuales en su mayoría eran de severidad media, producidos por la deficiencia de resistencia a cargas del pavimento y llegaron a la **conclusión** que el estado del pavimento flexible es regular debido a que el resultado de la investigación se ubicaba en dicho rango en la escala de la evaluación PCI.

Díaz, M. (2019), cuyo **objetivo** fue la determinación del estado del pavimento flexible de acuerdo al índice de condición del pavimento del km. 142 a 148 de la carretera de Chota - Lajas, el **método** utilizado fue descriptivo – explicativo no experimental, sus **resultados** fueron que la calificación de condición PCI del pavimento era de 90 lo cual lo colocaba en la condición de estado excelente y llegó a la **conclusión** que la carretera Chota – Lajas, presenta un estado excelente y que las deficiencias que presenta no afectan al tránsito de los medios de transporte.

Con respecto al ámbito Internacional se tomaron como antecedentes las siguientes investigaciones:

Sanchez, R. e Ibarra, J. (2015), tuvieron como **objetivo** diagnosticar el estado de las ciclo rutas en la zona de la investigación mediante la metodología pavement condition index, el **método** utilizado fue descriptivo no experimental, tuvo como **resultado** que el promedio general de los segmentos de la cicloruta era el valor de 43 y tuvo como **conclusión** que el estado de las ciclorutas es regular según la información recopilada y la aplicación del método.

Romero, D. (2017), tuvo como **objetivo** desarrollar la caracterización de las fallas, sus tipos y niveles de incidencia en la estructura del pavimento, el **método** utilizado fue descriptivo no experimental, tuvo como **resultado** que el porcentaje de tipo de daño era en 4.26% hundimiento, en 54.69% fisuras longitudinales, en 2,36% baches, en 2,29% abultamiento, en 36,41% fisura de borde y tuvo como **conclusión** que de acuerdo a los datos obtenidos las fallas que tuvieron un mayor impacto en la vía son las fisuras longitudinales y fisuras de borde debido al porcentaje que representan en el total de fallas encontradas.

Alzate, S. (2019), tuvo como **objetivo** proponer una metodología que permita que a través del estado de las vías de pavimento flexible, se puedan clasificar las fallas, determinar el estado y la intervención más adecuada para la vía, el **método** utilizado fue descriptivo no experimental, sus **resultados** fueron que al aplicar la metodología PCI se clasificaron las fallas que afectaban al pavimento y determinó que el estado del pavimento era regular, lo cual no fue posible con la metodología VIZIR debido a que no toma en cuenta todas las fallas y llegó a la **conclusión** que al aplicar la metodología PCI el pavimento se encontraba en un estado regular con un valor de 46 y que necesitaba procesos considerables de rehabilitación para cada falla que afectaba al pavimento.

Ghouse M., Mirza A., Malik M., Jawed A. y Mohammed A. (2017), tuvieron como **objetivo** la mejora del pavimento Highway mediante la clasificación de fallas y sus factores, el **método** que utilizaron fue descriptivo no experimental, teniendo como **resultado** que las principales fallas que afectaban a este pavimento eran de tipo

grietas longitudinales, baches y grietas de borde, finalmente llegaron a la **conclusión** de que el tipo de intervención necesario era realizar un mantenimiento rutinario en distintas partes de la vía y repavimentación.

Majeed, A. y Gupta R. (2018), tuvieron como **objetivo** el desarrollo de la evaluación visual e inspección de las condiciones del pavimento flexible tomando en cuenta las fallas determinando sus causas, utilizaron el **método** no experimental descriptivo, sus **resultados** fueron que existía una gran cantidad de fallas que afectaban al pavimento que estaban evaluando, entre ellas desintegraciones, deformaciones y grietas longitudinales, y eran causadas por la constante circulación de vehículos pesados, finalmente tuvieron como **conclusión** que la mayoría de los daños y fallas son graves, siendo estos agrietamientos, deformaciones y desintegraciones, además de que sus causas fueron fatiga y la constante circulación de vehículos pesados.

Mohammed A., Rasha H. y Zainab K. (2017), tuvieron como **objetivo** estimar la condición del pavimento flexible a través de evaluaciones visuales utilizando el índice de condición del pavimento (PCI), el **método** utilizado fue no experimental descriptivo y sus **resultados** fueron que tres muestras se encontraban en un estado de deterioro muy malo mientras que las otras 13 se encontraban en buenas condiciones, finalmente llegaron a la **conclusión** que es importante aplicar mantenimiento constante al pavimento para que no empeore su condición.

Zoccali P., Loprencipe G. y Galoni A. (2017), tuvieron como **objetivo** proponer un nuevo criterio de evaluación basado en el método del índice de condición del pavimento (PCI) que permita evaluar pavimentos de bloques de piedra, utilizaron el **método** no experimental descriptivo y sus **resultados** fueron que el pavimento en bloque evaluado no poseía demasiadas fallas y se encontraba en un estado bueno, finalmente llegaron a la **conclusión** que el método PCI también sirve para la evaluación de pavimentos de bloques de piedra, debido a que su implementación fue exitosa.

Las teorías que apoyan la investigación son las siguientes:

El pavimento flexible, según Carrión, Cobeñas, Guerrero y Loyaga (2019, p. 11): “Es una estructura cuyo diseño es realizado con el objetivo de absorber las fuerzas que el tránsito provoca sobre la misma, durante el periodo de tiempo para el cual fue diseñado.”

Doroteo, P. (2016, p. 4) acota que: “Los pavimentos flexibles están constituidos por capas colocadas una encima de otra, diseñadas y construidas de forma técnica con los materiales adecuados y debidamente compactados.”

Es importante conocer las capas que constituyen el pavimento flexible, que de acuerdo a Ramírez, F. (2012) son:

- Carpeta Asfáltica
- Base
- Subbase
- Subrasante

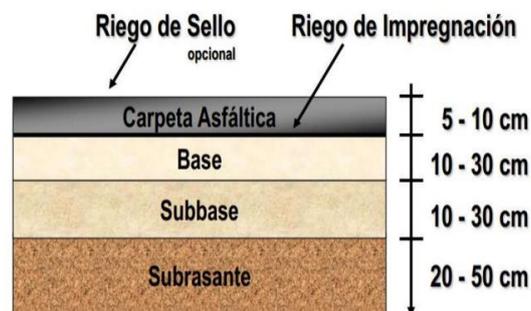


Figura 1. Capas del pavimento flexible

Fuente: Ramírez, F. (2012)

Subrasante. De acuerdo a Humpiri K. (2015) “se refiere a la capa del terreno encargada de soportar la estructura del pavimento, se debe extender a la profundidad que impida que sea afectado por la carga de diseño que tiene el tránsito previsto, el espesor del pavimento depende de su calidad por lo que debe cumplir con condiciones de resistencia a expansión y contracción por humedad”.

Subbase. De acuerdo a Humpiri K. (2015) “es la capa de la estructura del pavimento flexible que se encarga del soporte, transmisión y distribución de las cargas que se aplican a la carpeta asfáltica, de esta manera la subrasante puede absorber variaciones de cargas que puedan perjudicar a la subbase, además tiene la función de drenar y controlar de capilaridad, está constituido por materiales granulares”.

Base. De acuerdo a Humpiri K. (2015) “es la capa del pavimento flexible encargada de transmitir y distribuir las cargas a las capas inferiores del pavimento, a la sub base y subrasante, está conformada por piedra molida y que se mezcla con material de relleno o por combinaciones de grava o piedra con arena y suelo natural”.

Carpeta asfáltica. Según lo mencionado por Humpiri K. (2015) “se refiere a la capa que se coloca encima de la base y tiene como objetivo la protección de la superficie del pavimento, mediante la impermeabilización de la superficie y de esta forma evitando la filtración de agua que podría saturar las capas inferiores, está compuesto de materiales bituminosos y dependiendo del caso, aditivos”.

Los principales factores que se tienen en cuenta para el diseño de un pavimento de acuerdo a Proccsa – Ingeniería Civil y Vías Terrestres (2015) son:

- Tránsito o condiciones de carga.
- Características del suelo.
- Características de los materiales que constituyen las capas del pavimento.
- Agentes ambientales.

El pavimento flexible puede presentar distintas fallas que afecten a su funcionamiento, dichas fallas representan efectos perjudiciales para el pavimento, Cruz F. (2002) menciona que: “Fallas se refiere a condiciones que presenta un pavimento cuando este pierde las características de servicio para las que fue diseñado”.

Las características de servicio de un pavimento de acuerdo a Mendoza M. (2018) son:

- Capacidad de soportar cargas.
- Eliminación veloz del agua superficial.
- Regularidad superficial.
- Bajo nivel de ruido.
- Bajo nivel de desgaste de llantas.
- Apariencia agradable.

En este caso las fallas que afectan al pavimento se evalúan para poder determinar en qué escala se clasifican las fallas de acuerdo a las características que presentan, dicha escala de severidad de las mismas se especifica en el manual de la metodología PCI y de la misma forma en la norma ASTM D 6433, las cuales de acuerdo al manual INGEPAV – Pavement condition index (PCI) elaborado por Vásquez, L. (2002) son:

Low (L) – Bajo

Medium (M) – Medio

High (H) – Alto

La forma en la cual se clasifica en las escalas depende de cada tipo de falla que se encuentre, ya que la clasificación esta especificada en el manual y varía de acuerdo a la falla que se evaluará. Es de vital importancia para la evaluación de las fallas superficiales, proceder con la identificación y registro de las fallas que posee el pavimento, la cual se realiza mediante la cuantificación de los mismos siguiendo los parámetros del método.

La primera etapa del método PCI comprende la inspección y registro de las fallas que se encuentran durante la evaluación en campo realizada al pavimento, durante este proceso se obtiene el tipo de las fallas, las medidas y severidad de las fallas, esto en base a los parámetros de la norma ASTM D6433.

Las principales causas de la aparición de fallas en pavimentos flexibles, de acuerdo a Mendoza, M. (2018) son:

- Sobrecargas debido a las cargas totales de los vehículos.
- Efectos de las condiciones ambientales lo cual va deteriorando progresivamente el pavimento.
- Defectos en la construcción del pavimento que hacen que los materiales tengan una calidad menor a los supuestos en el diseño.
- Mantenimiento inadecuado, lo cual conduce a que se agraven progresivamente las fallas que afectan al pavimento flexible.

Con respecto a la identificación de fallas, de acuerdo a Llosa J. (2016): “Las fallas más comunes en pavimentos flexibles son piel de cocodrilo, bacheo, Huecos, Ahuellamientos, Exudación de Asfalto, Fallas de Borde, Grietas longitudinales y transversales.”

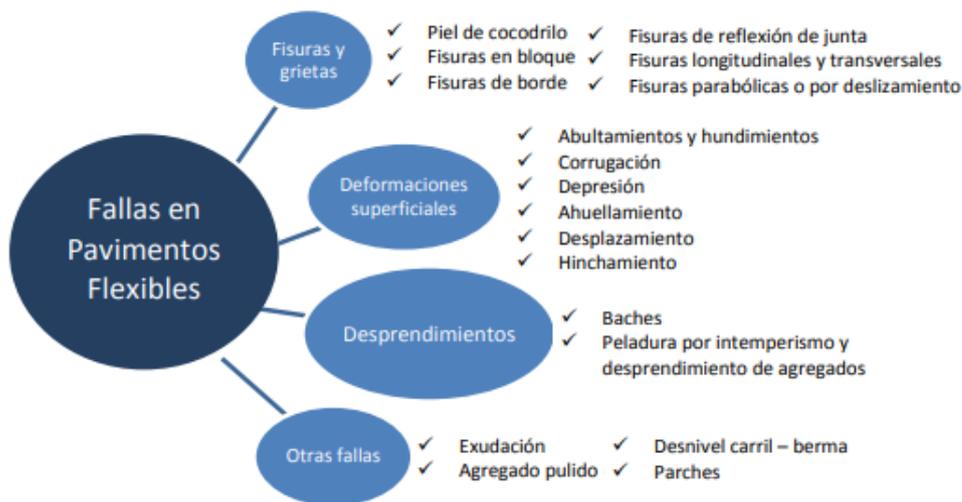


Figura 2. Fallas en pavimentos flexibles.

Fuente: Rodríguez E. (2009)

De acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC en el Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (2018): “Las fallas de los pavimentos flexibles pueden clasificarse en dos grandes categorías: las fallas estructurales y las fallas superficiales, las fallas estructurales afectan a las

capas superiores e inferiores del pavimento flexible y generalmente se asocian con obras de rehabilitación de costo alto, mientras que las fallas superficiales solo afectan a la capa de carpeta asfáltica del pavimento y se relacionan con obras de mantenimiento periódico.”

Clasificación de los deterioros/fallas	Código de deterioro/falla	Deterioro / Falla
Deterioros o fallas Estructurales	1	Piel de cocodrilo
	2	Fisuras longitudinales
	3	Deformación por deficiencia estructural
	4	Ahuellamiento
	5	Reparaciones o parchados
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y Desprendimiento
	7	Baches (Huecos)
	8	Fisuras transversales

Figura 3. Clasificación de fallas

Fuente: MTC (2018). Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial.

Las fallas que afectan al pavimento flexible pueden ser de distinto tipo y severidad, muchas de esas fallas varían en la forma de cómo identificar su severidad, a continuación se muestran los distintos tipos de fallas y como identificar su severidad en base a la metodología PCI (ASTM D6433):

Piel de Cocodrilo: Son grietas interconectadas, las cuales son causadas por fatiga de las capas asfálticas sometidas repetidas veces a cargas mayores a lo permisible, las grietas debido a las cargas que soporta forma polígonos de

diferentes tamaños que se juntan asemejándose a la piel de un cocodrilo, su unidad de medida es en metros cuadrados (m²).

Niveles de Severidad

Bajo: Grietas finas que se forman en la superficie del pavimento con pocas o ninguna interconectada y no se encuentran descascaradas.

Medio: Grietas de nivel bajo, en un patrón que puede presentarse ligeramente descascaradas.

Alto: Grietas bien definidas y descascaradas, algunos trozos de la vía pueden moverse con el tránsito.



Figura 4. Falla Piel de Cocodrilo

Fuente: ASTM D433 - 2007

Grieta de Borde: Se trata de fallas paralelas que aparecen en el borde externo del pavimento, es ocasionada por cargas de tránsito y puede ser originada por debilitamiento o condiciones del clima, se miden en metros lineales (m).

Niveles de Severidad

Bajo: Agrietamiento bajo sin fragmentación.

Medio: Presenta grietas medianas con poco desprendimiento y fragmentación.

Alto: Presenta fragmentación o desprendimiento en toda la longitud de la falla.



Figura 5. Falla Grieta de Borde

Fuente: ASTM D433 – 2007

Parche: Un parche se refiere a una zona del pavimento subsanada mediante el uso de un material nuevo, un parche es registrado como una falla sin importar que este bien o mal aplicado, se miden en metros cuadrados (m²).

Niveles de severidad

Bajo: Se encuentra en buena condición y es satisfactorio.

Medio: Se encuentra medianamente gastado.

Alto: El parche está muy dañado y no cumple su función.



Figura 6. Falla Parche

Fuente: ASTM D433 – 2007

Huecos: Los huecos son pequeñas fallas cóncavas y poseen generalmente un diámetro no mayor a 0.9 cm., son provocadas por sobrecargas de tránsito y crecen rápidamente por efecto del agua acumulada, se miden por unidad (und).

Niveles de severidad

Bajo: El hueco posee una profundidad menor a 2.54 cm.

Medio: El hueco posee una profundidad entre 2.54 cm. a 5.08 cm.

Alto: El hueco posee una profundidad mayor a 5.08 cm.



Figura 7. Falla Hueco

Fuente: ASTM D433 – 2007

Abultamientos y hundimientos: Son pequeños arqueos hacia arriba localizados en la capa de rodadura y los hundimientos son arqueos hacia abajo, ambas son causadas por infiltración en una grieta combinada con cargas de tránsito, se mide en metros lineales (m).

Niveles de severidad

Bajo: Generan un tránsito de severidad baja.

Medio: Generan un tránsito de media severidad.

Alto: Generan un tránsito de severidad alta.



Figura 8. Falla Abultamientos y Hundimientos

Fuente: ASTM D433 – 2007

Exudación de asfalto: Esta falla se refiere a la generación de una fina capa de material de asfalto en la superficie, creando un efecto reflectivo, es ocasionada por el exceso asfáltico en la mezcla y ocurre a temperaturas elevadas, se miden en metros cuadrados (m²).

Niveles de Severidad

Bajo: Ha ocurrido solamente de forma muy ligero y se presenta solo durante unos días del año.

Medio: Ha ocurrido de tal forma en que el asfalto se pega en los zapatos y neumáticos de los vehículos durante pocas semanas del año.

Alto: La exudación ha ocurrido de manera extensa y considerable cantidad del asfalto se pega a vehículos y zapatos, se presenta en varias semanas del año.



Figura 9. Falla Exudación

Fuente: ASTM D433 – 2007

Grietas longitudinales y transversales: Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento y las grietas transversales a través de ángulos rectos al eje del pavimento, son ocasionadas por juntas de carril mal construidas, contracción de la superficie asfáltica por bajas temperaturas o endurecimiento del asfalto, su unidad de medida es en metros lineales (m).

Niveles de Severidad

Bajo: Grieta de ancho menor a 1 cm.

Medio: Grietas de ancho de entre 1 cm. a 7.6 cm.

Alto: Grietas con un ancho mayor a 7.6 cm.



Figura 10. Grietas longitudinales y transversales

Fuente: ASTM D433 – 2007

Desnivel Carril/Berma: Se trata de diferencias de elevación entre el borde de pavimento y la berma. Es causada por erosión o asentamiento de la berma o la instalación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma, se miden en metros lineales (m).

Niveles de Severidad

Bajo: La diferencia de elevación está entre 5 cm. a 5.1 cm.

Medio: La diferencia se encuentra entre 5.1 cm. a 10.2 cm.

Alto: La diferencia supera los 10.2 cm.



Figura 11. Falla Desnivel Carril / Berma

Fuente: ASTM D433 – 2007

Desprendimientos de agregados: Esta falla se refiere a la pérdida de superficie del pavimento producida por pérdida del ligante asfáltico y partículas sueltas de agregado, es causada por una mezcla pobremente realizada o por el tránsito de cierto tipo de vehículos, como los vehículos de orugas, su miden en metros cuadrados (m²).

Niveles de Severidad

Bajo: Se han perdido en baja medida el ligante o agregados, además la superficie se ha deprimido en algunas áreas.

Medio: Perdida de ligante o agregados, la superficie presenta una textura rugosa o ahuecada moderadamente.

Alto: Perdida considerable de ligante o agregados, la superficie se encuentra extremadamente rugosa o severamente ahuecada.



Figura 12. Falla Desprendimiento de agregados

Fuente: ASTM D433 - 2007

Para poder realizar la investigación también se requiere determinar el área del pavimento, de acuerdo a Westreicher G. (2020): “El área es la medida de un espacio delimitado por un contorno”.

El área a evaluar estará marcada por límites, los cuales son la longitud del tramo o muestras y el ancho de la calzada del pavimento flexible de la av. Fernando Reusche la cual se ubica entre la avenida Casa Hacienda y Jirón Comercio.

El estado de acuerdo a Imaginario (2019): “Es la situación en la que se pueden encontrar personas, objetos, entidades o contextos en un momento determinado”. La investigación busca evaluar la situación en la que se encuentra actualmente el pavimento flexible del tramo, es por esto que la mejor forma de realizar o identificar esta situación es mediante la aplicación de la metodología PCI, se procesaran los datos obtenidos y registrados durante el trabajo en campo para poder determinar esto mediante los procedimientos que el método indica.

La clasificación de fallas se refiere a la organización de las fallas en la escala establecida por los parámetros de la metodología PCI, el cual establece las características de cada falla para la correcta identificación y clasificación de las mismas, debido a que la clasificación varía para cada tipo de falla.

El método PCI (Pavement Condition Index) o en español “índice de condición del pavimento”, de acuerdo a Vásquez (2002): “Es la metodología más completa para la evaluación y clasificación de pavimentos, ya sean flexibles o rígidos”, es una metodología desarrollada en Estados Unidos entre los años 1974 a 1976 por el Cuerpo de Ingeniería de la Fuerza Aérea de Estados Unidos y ejecutada por los ingenieros Mohamed Y. Shahin, Michael L. Darter y Starr D. Khon, está estandarizada por la norma internacional ASTM D6433 y fue desarrollada con el objetivo de evaluar las fallas que afectan al pavimento, sus características, tipología y severidad, para que de esta manera sea posible determinar de manera exacta el estado en el cuál se encuentra el pavimento, ésta metodología se basa en los resultados de la inspección visual y no requiere de ensayos o herramientas especializadas.

El valor PCI de acuerdo a Rivas A. y Vargas C. (2017): “Es un valor numérico que varía desde 0, para pavimentos fallados, a 100 para pavimentos en excelente estado”, además fue ideado para formular un índice que tuviera en cuenta los tres factores de deterioro de la estructura como son el tipo de daño, severidad o cantidad del mismo, de acuerdo a los resultados del PCI el estado del pavimento puede ubicarse entre los siguientes rangos de calificación:

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

Figura 13. Rangos de calificación de estado del método PCI.

Fuente: Vásquez (2002). INGEPAV –Pavement Condition Index (PCI).

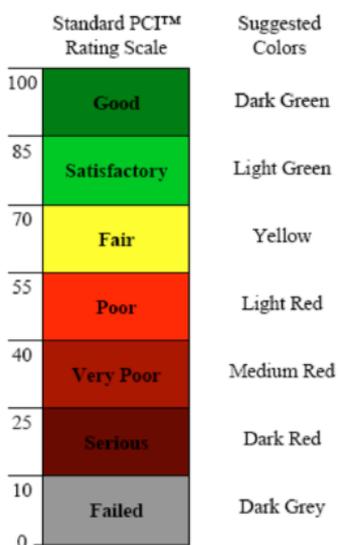


Figura 14. Escala de clasificación de pavimentos del método PCI

Fuente: ASTM D433 - 07, Escala de clasificación del pavimento.

El procedimiento para poder realizar la metodología PCI se divide principalmente en dos etapas, la primera etapa es el trabajo de campo, el cual consiste en identificar y registrar la clase, severidad y extensión de las fallas en un formato.

La severidad de las fallas es establecida por el catálogo o sección de fallas del manual INGEPAV – Pavement Condition Index (PCI) la cual es la misma de la norma ASTM D6433, en el cual de acuerdo a la profundidad y área de las mismas, entre otros factores y características se podrá identificar la severidad de cada falla, estas varían para cada falla de acuerdo a la metodología.

La segunda etapa consiste en realizar el cálculo del PCI de las unidades de muestreo, durante este cálculo se obtiene el máximo valor deducido corregido, el cuál es esencial para poder calcular el valor del PCI total del tramo de pavimento a evaluar y determinar su estado.

Finalmente el método PCI establece intervenciones de solución al estado del pavimento, esto con el objetivo de impedir que el pavimento siga empeorando su condición y cumpla con las necesidades de los usuarios, las intervenciones de solución son establecidas en base al valor PCI del pavimento flexible evaluado las cuales son las siguientes:

Figura N° 2.4. Escala de PCI y tipo de intervención.

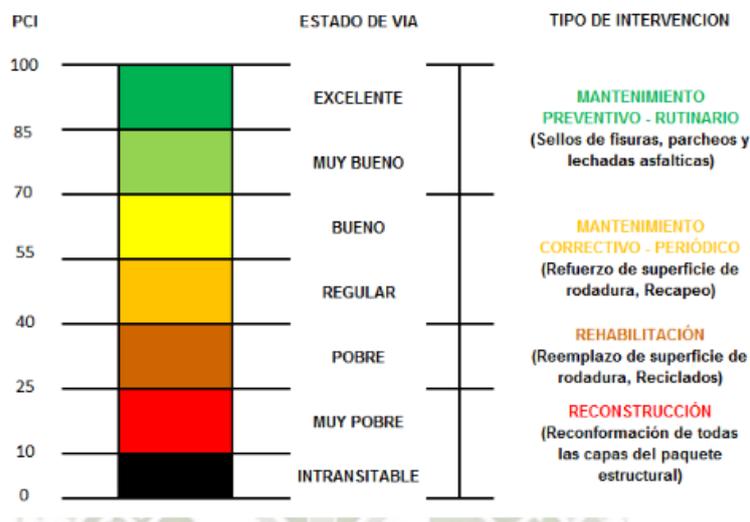


Figura 15. Tipo de intervención según escala PCI

Fuente: Meza H. (2017)

Este tipo de intervención varía en base al estado del pavimento y es lo más recomendable de acuerdo a la metodología PCI.

III. Metodología

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

La investigación es aplicada ya que tiene como objetivo la obtención de datos acerca de los fenómenos, propiedades o aspectos de un elemento, para que de ésta forma, sea posible ir construyendo una base de conocimientos que permita establecer soluciones a los prejuicios, problemas o fallas que tenga el pavimento.

De acuerdo a Vargas Z. (2009, p. 159): “La investigación aplicada está caracterizada por la búsqueda de la aplicación o uso de los conocimientos adquiridos, mientras se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en la investigación”.

3.1.2 Diseño de Investigación

La investigación es no experimental transversal, ya que no buscó modificar o manipular las variables, sino obtener datos e información de un elemento en un lapso de tiempo determinado.

Según Hernandez R. (2014, p. 189): “La investigación no experimental es realizada sin manipular las variables, además está conformada por estudios donde no se modifican las variables para ver su efecto sobre otras”.

De acuerdo a Montano J. (2019): “La investigación transversal es un método no experimental que consiste en el recojo y análisis de datos durante un tiempo determinado, además al contrario que otros tipos de investigaciones, limita la recogida de información a un periodo”.

3.1.3 Nivel de Investigación

La investigación es descriptiva simple debido a que buscó especificar las propiedades, características o fenómenos de un elemento además de los prejuicios o condiciones perjudiciales que afectan a dicho elemento.

De acuerdo a Hernandez R. (2014, p. 92): “Los estudios descriptivos simples tienen como objetivo especificar las propiedades, características, elementos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable independiente (X): Fallas del pavimento flexible

Definición Conceptual:

Cruz F. (2002) menciona: “Fallas son las condiciones que se presentan en un pavimento cuando este pierde las características de servicio para las que fue diseñado”.

Definición Operacional:

La variable se desarrolló mediante la evaluación de las fallas que afectan al tramo de pavimento flexible, datos, tipología y severidad de las mismas, en el formato realizado para cada muestra siguiendo los parámetros establecidos por la norma de la metodología PCI, luego se representó mediante gráficos la severidad de las fallas que afectan a toda la extensión del tramo del pavimento y la tipología de dichas fallas para que finalmente se realice un cuadro de opciones de reparación de las fallas evaluadas.

Dimensiones:

Inspección de fallas

Clasificación de Fallas

Indicadores:

Cantidad de fallas

Identificación del tipo de falla

Evaluación de fallas según parámetros PCI (Índice de condición del pavimento)

Escala de Medición:

Razón

Nominal

Instrumentos:

- Formato de registro y evaluación de fallas del pavimento flexible.
- INGEPAV – Pavement Condition Index (PCI).
- Norma ASTM D6433.

Variable dependiente (Y): Estado actual del pavimento flexible

Definición Conceptual:

Imaginario A. (2019) menciona: “Estado se refiere a la situación en la que se encuentran personas, objetos o contextos en un momento determinado, abarcando también los modos de ser en el transcurso del tiempo”.

Definición Operacional:

La variable fue evaluada mediante el método PCI tomando muestras por progresiva de acuerdo a la norma del método, en las cuales se evaluaron las fallas encontradas en cada muestra para luego procesarlas con el formato y mediante los cálculos que indica el método y obtener el valor PCI del tramo para que de esta forma fuera posible establecer el estado actual en el que se encuentra el pavimento flexible del tramo evaluado de acuerdo a los rangos de calificación del método PCI, además del tipo de intervención que el pavimento requiere.

Dimensiones:

Área de Tramo del Pavimento Flexible

Severidad de Fallas

Valor PCI del pavimento flexible

Indicadores:

Longitud del tramo

Ancho de calzada

Profundidad de falla

Ancho de falla

Longitud de falla

Máximo valor deducido corregido de muestras (Máx. CDV)

Escala de Medición:

Razón

Instrumentos:

- INGEPAV – Pavement Condition Index (PCI).
- Formato del índice de condición del pavimento para carreteras con superficie asfáltica
- Norma ASTM D6433

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según Wigodski J. (2010): “La población se refiere al conjunto total de elementos, individuos, medidas u objetos que comparten características comunes observables en un momento y lugar determinado”.

La población abarcó la extensión del tramo de la vía Fernando Reusche, comprendido entre la avenida Casa Hacienda hasta jirón Comercio, la cual posee una extensión de 1236.35m.

Criterios de inclusión: La población fue escogida en base a que el investigador considera que este tramo de la vía es la que se encuentra en peor estado.

3.3.2 Muestra

De acuerdo a Hernandez R. (2014, p. 173): “La muestra se refiere a subgrupos de la población de las que se recolectan datos y deben delimitarse de antemano con precisión, además debe representar a la población”.

La investigación comprendió 27 muestras, siendo 26 de ellas de 46m. y la última de 40.35m., dichas muestras fueron en las cuáles se dividió la extensión del tramo de la vía Fernando Reusche comprendida entre la avenida Casa Hacienda hasta jirón Comercio.

Para calcular la cantidad de muestras que se tomaron se utilizó la siguiente

ecuación:

$$N = L / T$$

Donde:

N: Cantidad de unidades de muestra del pavimento flexible.

L: Longitud total del tramo del pavimento flexible que se evaluará.

T: Longitud de unidades de muestreo indicada por el método PCI.

3.3.3 Muestreo

De acuerdo a Ochoa C. (2015): “El muestreo es el proceso de selección del conjunto de individuos que pertenecen a una población con el objetivo de realizar un análisis y caracterización del total de la población”.

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, debido a que el total de la población fue dividida en muestras para realizar la evaluación con mayor precisión, de acuerdo a lo establecido por la metodología PCI.

El método PCI establece la longitud de las muestras mediante el siguiente cuadro:

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

Figura 16. Longitud de muestreo en base al ancho de calzada

Fuente: Vásquez L. (2002). INGEPAV –Pavement Condition Index (PCI).

La vía posee dos carriles con un ancho de 2.50m., formando así un ancho de 5m. es por esto que las muestras de acuerdo al manual PCI deben ser de 46m.

Para determinar la cantidad de muestras totales se desarrollará la ecuación:

Longitud de la vía Fernando Reusche, tramo av. Casa Hacienda – Jr. Comercio:
1236.35m.

Longitud de muestras: 46m. (Según aplicación del manual PCI)

$N = 1236.35 / 46$

$N = 26.87 = 27$

El resultado es establecido como 27 muestras, de las cuales 26 poseerán una longitud de 46m. y la última, una longitud de 40.35m., debido a que de esa manera se abarcará la longitud total de la vía.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

De acuerdo a Documenta Perú (2019): “Los instrumentos de investigación son herramientas utilizadas por el investigador para la recolección de información de la muestra seleccionada con el fin de resolver los problemas propuestos”

- Formato de registro y evaluación de fallas del pavimento flexible:

Tabla 1. *Formato de registro y evaluación de fallas del pavimento flexible*

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra:		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad

Fuente: Elaboración Propia

- Formato del índice de condición del pavimento para carreteras con superficie asfáltica:

Tabla 2. *Formato del índice de condición del pavimento para carreteras con superficie asfáltica*

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
Inspeccionada por		Fecha				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parches (m2)			
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)			
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)			
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m2)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido

Fuente: Vásquez L. (2002). INGEPAV –Pavement Condition Index (PCI).

- INGEPAV – Pavement Condition Index (PCI):

INGEPAV – Pavement Condition Index (PCI) es un manual desarrollado por el ING. Luis Ricardo Vásquez Varela, ingeniero especialista en Vías y transporte, el manual está basado en la norma estadounidense ASTM D6433, en la cual se explica la adecuada aplicación de la metodología PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, siguiendo los parámetros establecidos por la norma, además posee un sección de catálogo de fallas, en el cuál se detalla la identificación del tipo de falla y la severidad que poseen de acuerdo a sus

características, para que de ésta forma se pueda realizar de manera eficaz la evaluación de las fallas que se encuentren en el pavimento a evaluar y se identifique el estado en el que se encuentra el pavimento flexible.

- Norma ASTM D6433 “Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys”:

La norma ASTM D6433 “Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys” o traducido al español: “Práctica estándar para el estudio del índice de condición del pavimento de carreteras y estacionamientos”, es la norma que estandariza y rige la aplicación de la metodología PCI en pavimentos flexibles y rígidos, además de establecer los parámetros, cálculos y fórmulas que se deben realizar y evaluar para poder obtener datos de fallas del pavimento y establecer el estado en el que se encuentra el mismo.

- Herramientas de medición utilizadas:

- Wincha
- Odómetro manual con rueda
- Regla Metálica
- Calibrador Vernier

3.5 Procedimientos

Primero se realizó una inspección visual del pavimento y la evaluación de las fallas superficiales que afectan al mismo, sus características, tipología y severidad, es por esto que se realizaron movilizaciones al lugar de estudio en la cual se encuentra el tramo de pavimento para poder realizar la evaluación de las fallas que se encuentren a lo largo de la extensión de la vía, en este caso, con el fin de obtener mayor precisión y siguiendo las indicaciones del manual de la metodología se realizó dicha evaluación por progresivas o muestras ya establecidas en base a los parámetros del método, dichos datos fueron anotados en el formato o instrumento que se utilizó para anotar las características, tipología y severidad de fallas de cada progresiva, para luego ser procesados.

Para la evaluación de fallas, se determinó el total de fallas además de la tipología y características de las mismas, de acuerdo a la clasificación de las fallas en base a los parámetros de severidad PCI, se evaluó la severidad que poseen las fallas que afectan al tramo de pavimento las cuales pueden ser de severidad bajo, medio y alto, esto en base a las características de cada falla y establecida por el método PCI, de esta manera se representó en un gráfico la severidad de las fallas que afectan al pavimento y en otro gráfico la tipología de las fallas que afectan al pavimento.

Para evaluar el estado actual del pavimento flexible, luego de la obtención de datos, se empezaron a realizar los cálculos para poder determinar el valor del PCI de cada una de las muestras, esto mediante el instrumento formato de evaluación del índice de condición del pavimento para carreteras con superficie asfáltica, de ésta forma se trabajó con las formulas especificadas en el manual para poder obtener el valor numérico PCI que varía entre 0 – 100 y determinar en qué estado se encuentra actualmente el pavimento flexible de cada muestra evaluada del tramo de la vía Fernando Reusche ubicado entre la avenida Casa Hacienda hasta el jirón Comercio de Pachacamac, luego se calculó un promedio del resultado de valor PCI de las muestras para que se pueda saber el estado de todo el tramo evaluado y finalmente de acuerdo al resultado también se pudo determinar el tipo de intervención recomendado por el método PCI para solucionar o mejorar el posible estado en el que se pueda encontrar el tramo de pavimento flexible.

3.6 Método de análisis de datos

Para la evaluación del pavimento se realizó la inspección de la superficie del pavimento y la obtención de los datos de cada falla, dichos datos fueron obtenidos en campo, anotándolos en el formato de registro y evaluación de fallas con el objetivo de registrarlas y de ésta manera evaluar los datos de dichas fallas, esta etapa es muy importante para la investigación, dicha evaluación se realizó muestras, cuya longitud o progresivas fueron establecidas siguiendo los parámetros del método PCI.

En la siguiente etapa, los datos de las fallas obtenidos fueron utilizados además para la creación de gráficos en los cuales se representen la tipología, cantidad y severidad de fallas evaluadas, que afectan al pavimento flexible, de esta forma se pudo representar de mejor forma la evaluación de las fallas superficiales que afectan al pavimento flexible.

Para la etapa siguiente los datos de las fallas fueron utilizados para realizar la segunda etapa de la metodología PCI, con el objetivo de evaluar el valor PCI de las muestras y determinar en qué estado se encuentra actualmente el tramo del pavimento flexible, dichos datos fueron procesados en el formato o instrumento del índice de condición del pavimento para carreteras con superficie asfáltica del método PCI en el cuál se obtuvo el dato de densidad dividiendo el área, longitud o unidad; dependiendo de la falla, entre el área de la muestra, tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$D = (A / A_m) * 100$$

Donde:

D: Densidad de falla.

A: Área, longitud o unidad dependiendo del tipo de falla.

A_m: Área de muestra.

En base a la densidad de cada falla se obtuvieron los valores deducidos de acuerdo a las curvas para cada falla del pavimento flexible establecidas por la norma del método PCI, algunas de las cuales mostraré a continuación y se encuentran en la norma ASTM D6433, la cual estandariza y rige la aplicación de la metodología PCI.

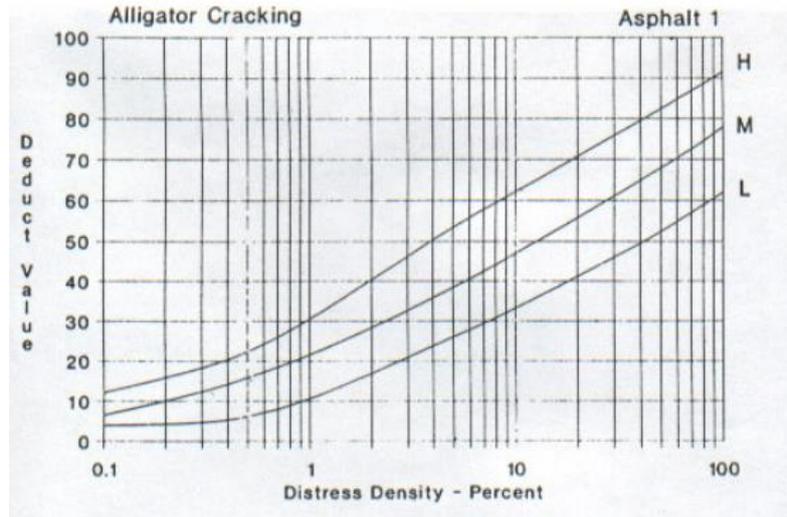


Figura 17. Curva de valores deducidos – Piel de cocodrilo

Fuente: Norma ASTM D6433 – Curva de valores deducidos para la falla piel de cocodrilo

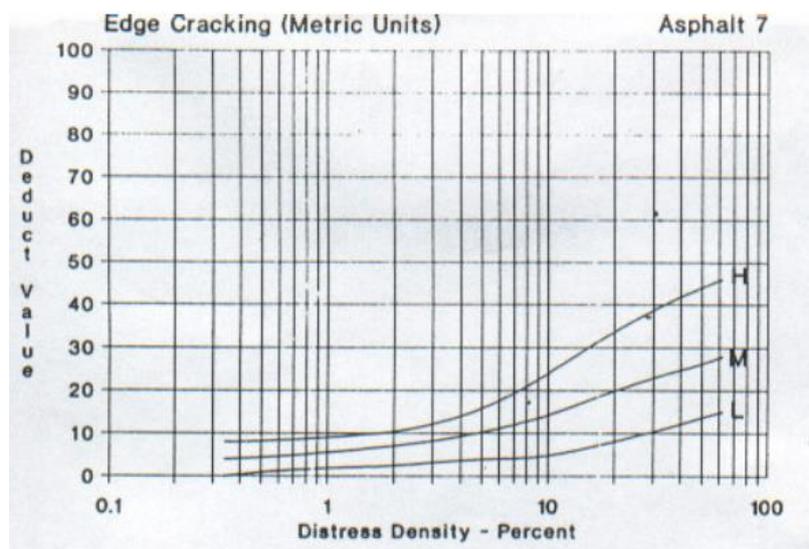


Figura 18. Curva de valores deducidos – grieta de borde

Fuente: Norma ASTM D6433 (2007). Curva de valores deducidos para la falla grieta de borde

Luego de obtener el valor deducido para cada falla se procedió con la obtención de los valores deducidos corregidos (CDV – Corrected deduct value) para esto se identificó el valor deducido más alto de la muestra (HDV – high value deduct value)

para poder determinar el máximo número admisible de valores deducidos para la muestra en base a los valores deducidos mayores a 2, dicho procedimiento se realiza mediante la fórmula presentada a continuación:

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

Donde:

m_i : número máximo admisible de “valores deducidos” para la unidad de muestreo

HDV (high deduct value): Mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo.

Seguidamente se utilizó el cuadro de valores deducidos corregidos para cada muestra:

Tabla 3. Cuadro para la obtención de CDV

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV

Fuente: Norma ASTM D6433, Calculo de valor PCI – Pavimento Flexible.

La cantidad de filas varía en base al resultado del cálculo del número máximo de valores deducidos admisibles, en la columna de Nro. se colocó el número de orden que tiene el valor colocado, seguidamente en las cuadrículas de valores deducidos se colocan en columnas los valores deducidos obtenidos en el formato del índice de condición del pavimento para carreteras con superficie asfáltica de mayor a menor siendo en la última columna la multiplicación del valor deducido por el decimal del valor obtenido en la fórmula del número máximo de valores admisibles, para luego completar las cuadrículas sobrantes con el valor de 2, el total fue la sumatoria de los valores deducidos de cada fila, en la columna (q) se colocan el número de la cantidad de valores deducidos

que son mayores a 2 para seguidamente obtener los valores deducidos corregidos (CDV - Corrected Deduct Value) con los valores de q y el total de la sumatoria de valores deducidos de cada fila en la siguiente curva de valores deducidos corregidos establecida por el método PCI para pavimentos asfálticos:

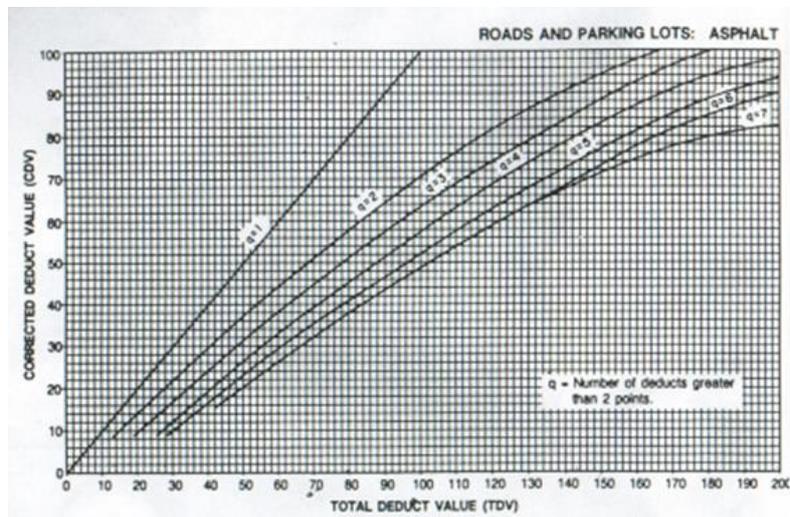


Figura 19. Curva para la obtención de valores deducidos corregidos (CDV)

Fuente: Norma ASTM D6433 - 2007, Curva de Valores deducidos Corregidos (CDV) para pavimentos asfálticos.

Luego de obtener los valores deducidos corregidos (CDV) se debe identificar el mayor de dichos valores, el cual es el máximo mayor deducido corregido (CDV_{max}) y seguidamente el valor PCI de la muestra se obtendrá mediante la siguiente fórmula establecida por el método:

$$PCI = 100 - CDV_{max}$$

Donde:

PCI: Valor del índice de condición del pavimento de la muestra.

CDV_{max}: Máximo valor deducido corregido.

Finalmente dicho valor servirá para ubicar el estado del pavimento de la muestra en los rangos de calificación PCI, para obtener el valor PCI del tramo evaluado se

calculó un promedio del valor PCI tal y como indica el método, mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{(\sum V_{pci})}{Nm}$$

Donde:

$\sum V_{pci}$: Sumatoria del valor PCI de todas las muestras

Nm: Número de muestras

Realizando la sumatoria de todos los valores y dividiendo dicho resultado entre el número de valores PCI de las muestras evaluadas, el resultado de dicho cálculo es con el que se establece el estado en el que se encuentra el pavimento flexible del tramo evaluado en base a los rangos de calificación PCI.

3.7 Aspectos Éticos

Con respecto a los aspectos éticos, puedo asegurar la vigencia de los mismos durante el desarrollo de toda la investigación.

La honestidad estuvo presente durante el desarrollo de toda la investigación, sobre todo al momento de realizar la indagación y referencias utilizadas en el proceso de la investigación.

El respeto por la propiedad teórica fue permanente a lo largo de la investigación debido a que las tesis, libros y antecedentes fueron correctamente citados, honrando los derechos de autor.

La investigación cumplió con la responsabilidad social debido al aporte que realizó a la obtención de datos y propuestas de solución a los problemas de un elemento vial de suma importancia, sin perjudicar en el proceso a la población.

IV. RESULTADOS

Datos generales del tramo evaluado

El tramo de vía evaluado se encuentra ubicado en el distrito de Pachacamac, provincia de Lima y comprende el pavimento flexible ubicado entre la avenida Casa Hacienda hasta el jirón Comercio, cuenta con dos carriles de 2.5 m. formando un ancho de calzada de 5 m, a continuación en la *figura 20* se muestra resaltado el tramo que se ha evaluado.

Longitud del tramo: 1236.35 m.

Área total del tramo: 6181.75 m²

Superficie de Pachacamac: 160.23 km²



Figura 20. Tramo evaluado – Zona de estudio.

Fuente: Google Maps

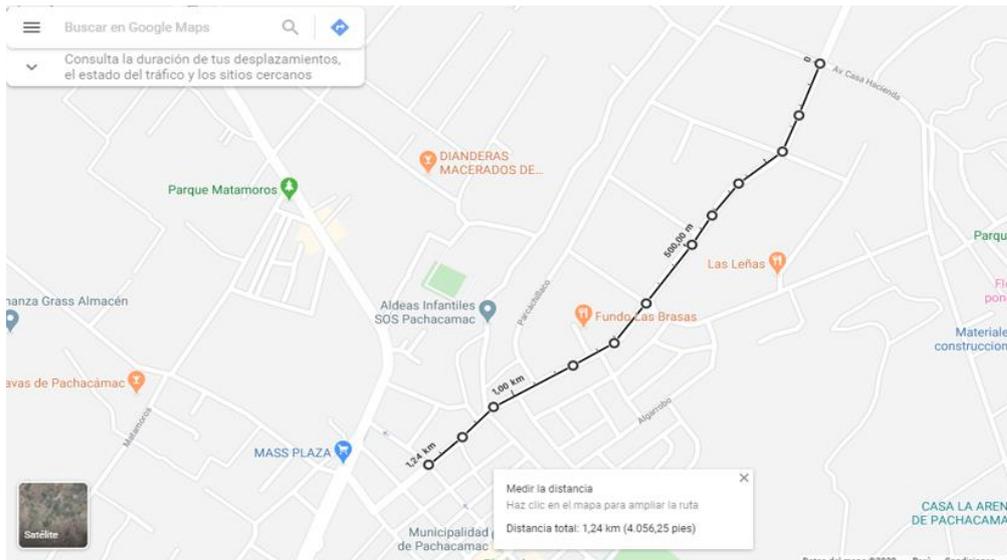


Figura 21. Longitud del tramo evaluado.

Fuente: Google Maps

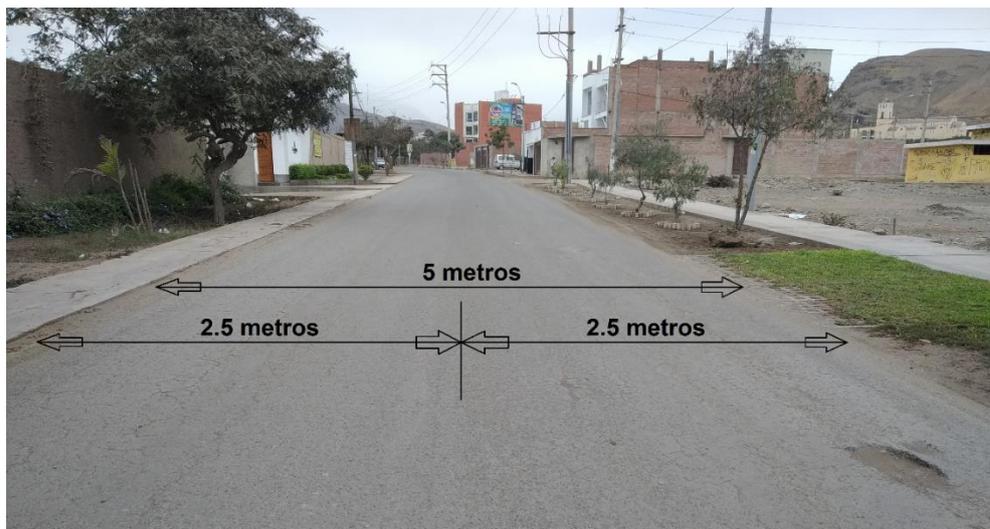


Figura 22. Calzada del pavimento evaluado.

Fuente: Elaboración propia

Ancho de Carril: 2.5 m.

Ancho de Calzada: 5 m.

Clima de Pachacamac: de acuerdo a Cuandovisitar.pe: “Pachacamac posee un clima árido con picos en febrero y marzo de 23°C, con precipitaciones media anual de 16 mm., humedad media de 77% y un índice UV de 6”.

Primera etapa, método PCI: Registro y evaluación de fallas del pavimento flexible tramo av. Casa Hacienda - Jr. Comercio

Para poder realizar el desarrollo del método PCI, se realizó la inspección visual de las fallas que afectan al tramo que se está evaluando, además de la toma de datos en el formato destinado para el registro de los mismos, dicha toma de datos se realizó en tres días, en los cuales se realizó el registro de cada falla, sus datos tales como tipo, ancho, longitud, profundidad, área y severidad en base a los parámetros establecidos por la norma internacional ASTM D6433, la cual estandariza la aplicación del método PCI así como su desarrollo.

Los resultados de la evaluación en campo de las fallas del pavimento flexible, sus características, tipo y severidad fueron evaluados siguiendo los parámetros establecidos por la norma ASTM D6433 – PCI, fueron separados en muestras para la evaluación de las fallas que afectan al tramo del pavimento flexible que se está evaluando y dan como resultado los siguientes cuadros de datos:

Tabla 4. Registro y evaluación de fallas, muestra 01

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 01		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+000	00+046	Hueco	0.24	0.27	3.6	-	Media
		Parche	0.66	1.11	-	0.73	Media
		Parche	1.23	1.72	-	2.12	Alta
		Hueco	0.56	0.58	5.3	-	Alta
		Grieta de Borde	-	2.37	-	-	Media
		Desprendimiento de agregados	1.55	1.69	-	2.62	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Registro y evaluación de fallas, muestra 02

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 02		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+046	00+092	Grieta Transversal	0.013	1.78	-	-	Media
		Grieta de Borde	-	2.97	-	-	Alta
		Hueco	0.55	0.60	7.2	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Registro y evaluación de fallas, muestra 03

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 03		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+092	00+138	Hueco	0.62	0.67	6.3	-	Alta
		Hueco	0.55	0.52	5.4	-	Alta
		Grieta de Borde	-	4.23	-	-	Alta
		Parche	0.53	0.58	-	0.31	Baja
		Desprendimiento de agregados	0.46	1.20	-	0.55	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Registro y evaluación de fallas, muestra 04

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 04		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+138	00+184	Piel de Cocodrilo	0.88	2.15	-	1.89	Media
		Grieta de Borde	-	4.36	-	-	Media

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Registro y evaluación de fallas, muestra 05

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 05		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+184	00+230	Parche	0.73	1.22	-	0.89	Baja
		Grieta Longitudinal	0.012	8.60	-	-	Media
		Exudación	0.21	1.37	-	0.29	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Registro y evaluación de fallas, muestra 06.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 06		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+230	00+276	Desprendimiento de Agregados	1.10	4.62	-	5.08	Alta
		Exudación	0.98	1.38	-	1.35	Media
		Grieta de Borde	-	3.43	-	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Registro y evaluación de fallas, muestra 07.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 07		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+276	00+322	Grieta Longitudinal	0.003	3.25	-	-	Baja
		Parche	0.60	0.72	-	0.43	Baja
		Hueco	0.25	0.26	3.00	-	Media

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Registro y evaluación de fallas, muestra 08.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 08		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+322	00+368	Hueco	0.59	0.63	7.2	-	Alta
		Grieta de Borde	-	1.30	-	-	Media
		Hueco	0.18	0.15	2.4	-	Baja
		Parche	0.20	0.25	-	0.05	Baja
		Desprendimiento de agregados	0.61	1.18	-	0.72	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Registro y evaluación de fallas, muestra 09.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 09		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+368	00+414	Grieta de Borde	-	14.83	-	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Registro y evaluación de fallas, muestra 10.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 10		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+414	00+460	Abultamiento	-	1.32	-	-	Alta
		Desnivel Carril / Berma	-	4.45	11.3	-	Alta
		Parche	0.29	0.35	-	0.10	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Registro y evaluación de fallas, muestra 11.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 11		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+460	00+506	Hueco	0.26	0.28	3.3	-	Media
		Grieta de Borde	-	7.13	-	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Registro y evaluación de fallas, muestra 12.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 12		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+506	00+552	Parche	2.5	2.15	-	5.38	Media
		Parche	2.5	2.23	-	5.58	Media
		Grieta Longitudinal	0.002	2.63	-	-	Baja
		Exudación	0.42	0.93	-	0.39	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Registro y evaluación de fallas, muestra 13

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 13		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+552	00+598	Hueco	0.11	0.16	2.10	-	Baja
		Hueco	0.25	0.29	3.70	-	Media
		Grieta de Borde	-	1.38	-	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Registro y evaluación de fallas, muestra 14.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 14		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+598	00+644	Hueco	0.24	0.25	3.7	-	Media
		Desprendimiento de agregados	0.56	1.12	-	0.63	Alta
		Parche	0.47	0.88	-	0.41	Baja
		Parche	0.63	3.76	-	2.37	Media

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Registro y evaluación de fallas, muestra 15.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 15		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+644	00+690	Parche	0.27	0.30	-	0.08	Baja
		Hueco	0.52	0.55	5.2	-	Alta
		Grieta de Borde	-	0.63	-	-	Alta
		Hueco	0.64	0.60	7.1	-	Alta
		Grieta de Borde	-	1.28	-	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Registro y evaluación de fallas, muestra 16.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 16		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+690	00+736	Hueco	0.32	0.38	4.70	-	Media
		Grieta Transversal	0.004	1.77	-	-	Baja
		Grieta de Borde	-	0.36	-	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Registro y evaluación de fallas, muestra 17.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 17		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+736	00+782	Hueco	0.64	0.65	5.32	-	Alta
		Parche	0.36	0.43	-	0.15	Baja
		Piel de Cocodrilo	0.65	0.97	-	0.63	Baja
		Hueco	0.50	0.57	6.20	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Registro y evaluación de fallas, muestra 18.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 18		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+782	00+828	Grieta Longitudinal	0.021	4.41	-	-	Media
		Grieta de Borde	-	9.20	-	-	Alta
		Grieta Longitudinal	0.014	4.32	-	-	Media
		Desnivel Carril / Berma	-	0.30	3.1	-	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Registro y evaluación de fallas, muestra 19.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 19		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+828	00+874	Grieta de Borde	-	2.62	-	-	Alta
		Hueco	0.59	0.55	5.7	-	Alta
		Parche	0.26	0.29	-	0.07	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Registro y evaluación de fallas, muestra 20.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 20		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+874	00+920	Piel de Cocodrilo	0.82	2.71	-	2.22	Alta
		Desprendimiento de agregados	0.35	0.97	-	0.34	Media
		Grieta Longitudinal	0.012	4.43	-	-	Media
		Grieta de Borde	-	0.92	-	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Registro y evaluación de fallas, muestra 21.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 21		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+920	00+966	Desnivel Carril / Berma	-	1.63	6.4	-	Media
		Hueco	0.32	0.26	3.8	-	Media
		Piel de Cocodrilo	0.65	1.78	-	1.16	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Registro y evaluación de fallas, muestra 22.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 22		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
00+966	01+012	Piel de Cocodrilo	0.71	2.48	-	1.76	Alta
		Exudación	0.23	1.44	-	0.33	Media
		Hueco	0.62	0.68	6.38	-	Alta
		Grieta Transversal	0.024	4.21	-	-	Media
		Abultamiento	-	1.47	-	-	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Registro y evaluación de fallas, muestra 23

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 23		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
01+012	01+058	Piel de Cocodrilo	1.21	3.67	-	4.44	Media
		Grieta de Borde	-	0.79	-	-	Media

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Registro y evaluación de fallas, muestra 24.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 24		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
01+058	01+104	Hueco	0.27	0.23	3.22	-	Media
		Hueco	0.19	0.15	1.12	-	Baja
		Grieta Transversal	0.014	4.26	-	-	Media
		Piel de Cocodrilo	0.37	1.10	-	0.41	Alta
		Grieta Longitudinal	0.042	3.12	-	-	Media

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Registro y evaluación de fallas, muestra 25.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 25		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
01+104	01+150	Parche	0.79	2.90	-	2.29	Media

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Registro y evaluación de fallas, muestra 26.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 26		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
01+150	01+196	Piel de Cocodrilo	0.72	2.46	-	1.77	Media
		Exudación	0.24	0.63	-	0.15	Baja
		Piel de Cocodrilo	0.83	2.88	-	2.39	Media
		Grieta Longitudinal	0.004	2.30	-	-	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Registro y evaluación de fallas, muestra 27.

FORMATO DE REGISTRO Y EVALUACIÓN DE FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
N° de Muestra: 27		Datos de Fallas					
Progresiva inicial	Progresiva final	Tipo de Falla	Ancho (m)	Longitud (m)	Profundidad (cm)	Área (m2)	Severidad
01+196	01+236.35	Grieta de Borde	-	3.64	-	-	Alta
		Hueco	0.11	0.17	2.19	-	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla y Gráfico general de la tipología de las fallas del pavimento flexible del tramo evaluado:

Tabla 31. Porcentaje y Cantidad de Fallas del pavimento según sus tipos.

Tipología de Fallas del pavimento flexible, tramo: avenida Casa Hacienda - jirón Comercio, Pachacamac, Lima		
Tipo de Falla	Cantidad	Porcentaje
Hueco	23	25%
Parche	15	16%
Grieta de Borde	17	19%
Desprendimiento de agregados	6	7%
Grieta Transversal	4	4%
Grieta Longitudinal	8	9%
Piel de Cocodrilo	9	10%
Exudación	5	5%
Abultamiento	2	2%
Desnivel Carril / Berma	3	3%
TOTAL	92	100%

Fuente: Elaboración Propia

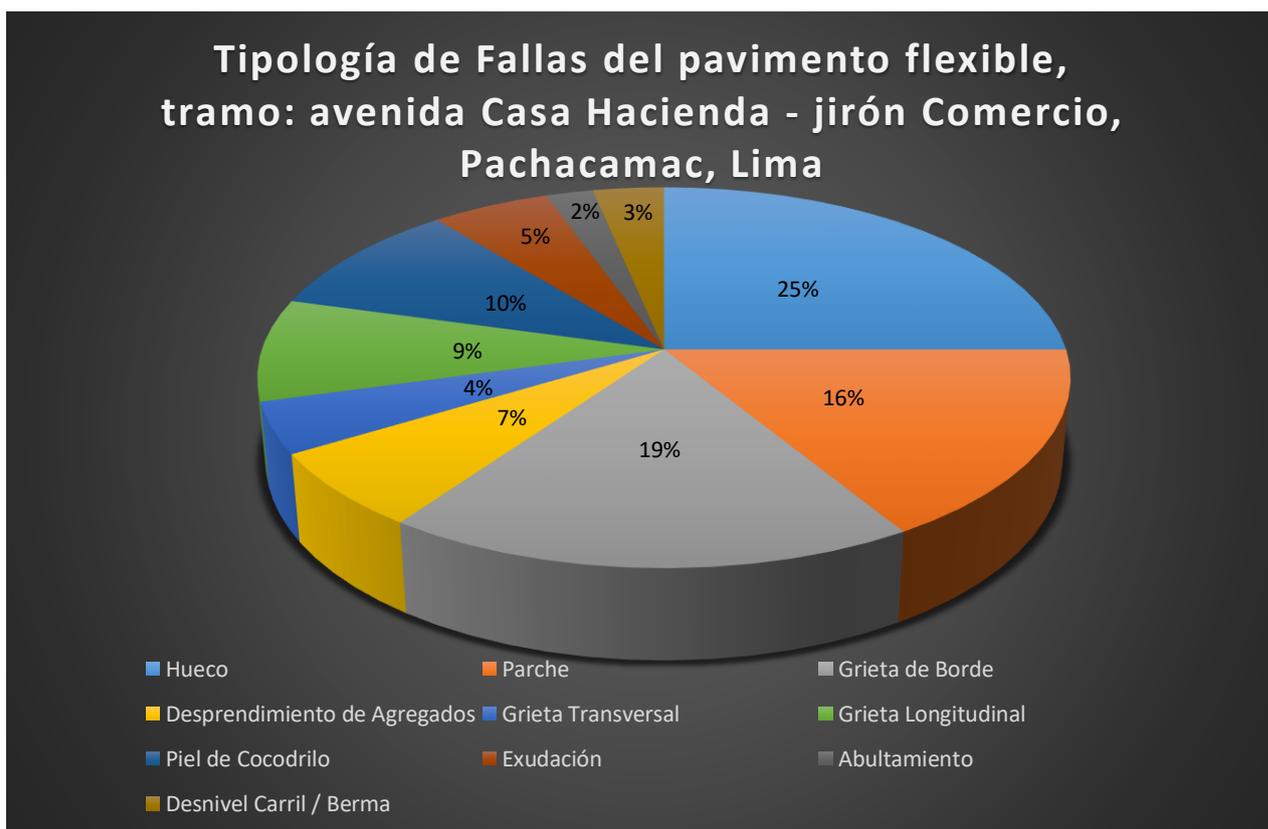


Figura 23. Gráfico de tipos de fallas del pavimento flexible del tramo evaluado.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de gráfico: En base a los datos obtenidos de la evaluación de fallas y representados en la figura 23 y tabla 31 se interpreta que la cantidad de fallas que afectan al pavimento flexible en base a la tipología de cada una de ellas, además en el gráfico circular de la figura 23 se muestra que porcentaje del total de fallas representa cada tipo de falla evaluada en toda la extensión del tramo del pavimento ubicado entre la av. Casa Hacienda hasta Jirón Comercio. De acuerdo a esto se puede afirmar que el tipo de falla que más predomina en el pavimento flexible es la falla hueco ya que hay 23 fallas de este tipo y representa un 25% del total de tipo de fallas que afectan al pavimento flexible del tramo además que la falla que afecta en menos cantidad es la falla de abultamiento, debido a que solo hay 2 fallas de este tipo en la extensión del pavimento y representa un 2% del total de fallas registradas.

Tabla y Gráfico general de severidad de las fallas del pavimento flexible del tramo evaluado:

Tabla 32. *Porcentaje y Cantidad de Fallas del pavimento según su severidad.*

Severidad de Fallas del pavimento flexible, tramo: avenida Casa Hacienda - jirón Comercio, Pachacamac, Lima		
Severidad	Cantidad	Porcentaje
Severidad Alta	36	39%
Severidad Media	33	36%
Severidad Baja	23	25%
TOTAL	92	100%

Fuente: Elaboración propia

36 fallas de severidad alta: 11 Huecos, 13 grietas de borde, 1 parche, 4 piel de cocodrilo, 4 desprendimientos de agregados, 1 desnivel carril / berma, 2 abultamientos. 33 fallas de severidad media: 8 Huecos, 4 grietas de borde, 5 parches, 4 piel de cocodrilo, 5 grietas longitudinales, 1 desprendimiento de agregados, 2 exudaciones, 3 grietas transversal, 1 desnivel carril / berma. 23 fallas de severidad baja: 4 Huecos, 9 parches, 1 piel de cocodrilo, 3 grietas longitudinales, 1 desprendimiento de agregados, 3 exudaciones, 1 grieta transversal, 1 desnivel carril / berma.

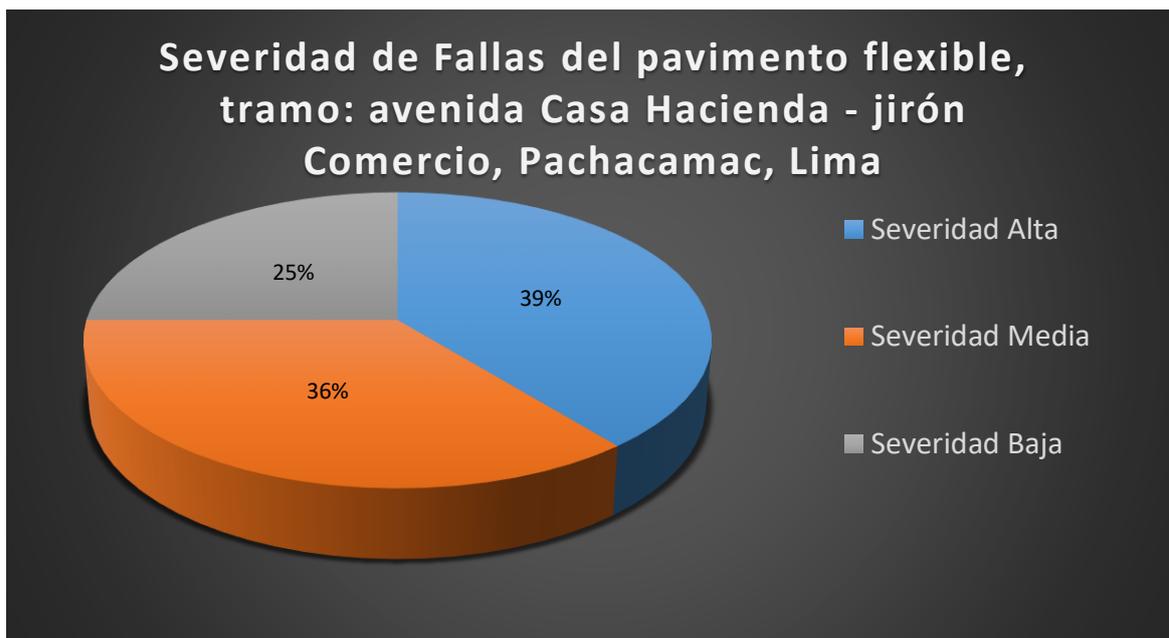


Figura 24. Gráfico de severidad de fallas del pavimento flexible del tramo evaluado.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de gráfico: En base a los datos obtenidos de la evaluación de fallas y representados en la figura 24 y Tabla 32 se puede interpretar que la severidad de fallas que más predominio posee en el tramo del pavimento flexible ubicado desde la avenida Casa Hacienda hasta jirón Comercio es la severidad alta, ya que representa un 39% del total de severidad de fallas, además de contar con 36 fallas en todo el pavimento, también se puede notar que la severidad que menor predominio posee es la severidad Baja, ya que 23 del total de fallas son de dicha severidad y representa un 25% del total de severidad de fallas que afectan al pavimento evaluado.

Opciones de reparación de fallas del tramo de pavimento flexible evaluado

Luego de haber evaluado las fallas del tramo del pavimento flexible, mediciones, su tipología y severidad, finalmente realicé estos cuadro de opciones de reparación establecidas por la norma ASTM D6433 en base la severidad y tipología de cada una de ellas, es de esta manera que se otorgan soluciones a las fallas que afectan al tramo de pavimento flexible ubicado entre la avenida Casa Hacienda y jirón Comercio:

Tabla 33. Opciones de reparación de fallas del pavimento flexible, Muestra 01 a 11

Progresiva Inicial - Final	N° de Muestra	Tipo de fallas	Severidad	Opciones de reparación
00+000 – 00+046	01	Hueco	Media	Parqueo parcial o profundo.
		Parche	Media	No se hace nada o sustitución del parche.
		Parche	Alta	Sustitución del parche.
		Hueco	Alta	Parqueo profundo.
		Grieta de borde	Media	Sellado de grietas, parqueo parcial o profundo.
		Desprendimiento de agregados	Alta	Tratamiento superficial o sobrecarpeta.
00+046 – 00+092	02	Grieta transversal	Media	Sellado de grietas.
		Grieta de borde	Alta	Parqueo parcial o profundo.
		Hueco	Alta	Parqueo profundo.
00+092 – 00+138	03	Hueco	Alta	Parqueo profundo.
		Hueco	Alta	Parqueo profundo.
		Grieta de borde	Alta	Parqueo parcial o profundo.
		Parche	Baja	No se hace nada.
		Desprendimiento de agregados	Baja	No se hace nada o tratamiento superficial.
00+138 – 00+184	04	Piel de cocodrilo	Media	Parqueo parcial o en toda la profundidad.
		Grieta de borde	Media	Sellado de grietas, parqueo parcial o profundo.
00+184 – 00+230	05	Parche	Baja	No se hace nada.
		Grieta longitudinal	Media	Sellado de grietas.
		Exudación	Baja	No se hace nada o se aplica arena / agregados.
00+230 – 00+276	06	Desprendimiento de agregados	Alta	Tratamiento superficial o sobrecarpeta.
		Exudación	Media	Se aplica arena / agregados.
		Grieta de borde	Alta	Parqueo parcial o profundo.
00+276 – 00+322	07	Grieta longitudinal	Baja	No se hace nada o se sellan las grietas.
		Parche	Baja	No se hace nada.
		Hueco	Media	Parqueo parcial o profundo.
00+322 – 00+368	08	Hueco	Alta	Parqueo profundo.
		Grieta de borde	Media	Sellado de grietas, parqueo parcial o profundo.
		Hueco	Baja	No se hace nada o parqueo parcial o profundo.
		Parche	Baja	No se hace nada.
00+368 – 00+414	09	Desprendimiento de agregados	Alta	Tratamiento superficial o sobrecarpeta.
		Grieta de borde	Alta	Parqueo parcial o profundo.
00+414 – 00+460	10	Abultamiento	Alta	Reciclado en frío, parqueo profundo o parcial.
		Desnivel carril / berma	Alta	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
		Parche	Baja	No se hace nada.
00+460 – 00+506	11	Hueco	Media	Parqueo parcial o profundo.
		Grieta de borde	Alta	Parqueo parcial o profundo.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Opciones de reparación de fallas del pavimento flexible, Muestra 12 a 21

Progresiva Inicial - Final	N° de Muestra	Tipo de fallas	Severidad	Opciones de reparación
00+506 – 00+552	12	Parche	Media	No se hace nada o sustitución del parche.
		Parche	Media	No se hace nada o sustitución del parche.
		Grieta longitudinal	Baja	No se hace nada o se sellan las grietas.
		Exudación	Baja	No se hace nada o se aplica arena.
00+552 – 00+598	13	Hueco	Baja	No se hace nada o parcheo parcial o profundo.
		Hueco	Media	Parcheo parcial o profundo.
		Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial o profundo.
00+598 – 00+644	14	Hueco	Media	Parcheo parcial o profundo.
		Desprendimiento de agregados	Alta	Tratamiento superficial o sobrecarpeta.
		Parche	Baja	No se hace nada.
		Parche	Media	No se hace nada o sustitución del parche.
00+644 – 00+690	15	Parche	Baja	No se hace nada.
		Hueco	Alta	Parcheo profundo.
		Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial o profundo.
		Hueco	Alta	Parcheo profundo.
		Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial o profundo.
00+690 – 00+736	16	Hueco	Media	Parcheo parcial o profundo.
		Grieta transversal	Baja	No se hace nada o se sellan las grietas.
		Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial o profundo.
00+736 – 00+782	17	Hueco	Alta	Parcheo profundo.
		Parche	Baja	No se hace nada.
		Piel de cocodrilo	Baja	No se hace nada o se coloca sello superficial.
		Hueco	Alta	Parcheo profundo.
00+782 – 00+828	18	Grieta longitudinal	Media	Sellado de grietas.
		Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial o profundo.
		Grieta longitudinal	Media	Sellado de grietas.
		Desnivel carril / berma	Baja	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
00+828 – 00+874	19	Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial o profundo.
		Hueco	Alta	Parcheo profundo.
		Parche	Baja	No se hace nada.
00+874 – 00+920	20	Piel de cocodrilo	Alta	Parcheo en toda la profundidad o reconstrucción.
		Desprendimiento de agregados	Media	Tratamiento superficial.
		Grieta longitudinal	Media	Sellado de grietas.
		Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial o profundo.
00+920 – 00+966	21	Desnivel carril / berma	Media	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril
		Hueco	Media	Parcheo parcial o profundo
		Piel de cocodrilo	Alta	Parcheo en toda la profundidad o reconstrucción.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Opciones de reparación de fallas del pavimento flexible, Muestra 22 a 27

Progresiva Inicial - Final	N° de Muestra	Tipo de fallas	Severidad	Opciones de reparación
00+966 – 01+012	22	Piel de cocodrilo	Alta	Parqueo en toda la profundidad o reconstrucción.
		Exudación	Media	Se aplica arena / agregados.
		Hueco	Alta	Parqueo profundo.
		Grieta transversal	Media	Sellado de grietas.
		Abultamiento	Alta	Reciclado en frío, parqueo profundo o parcial.
01+012 – 01+058	23	Piel de cocodrilo	Media	Parqueo parcial o en toda la profundidad.
		Grieta de borde	Media	Sellado de grietas, parqueo parcial o profundo.
01+058 – 01+104	24	Hueco	Media	Parqueo parcial o profundo.
		Hueco	Baja	No se hace nada o parqueo parcial o profundo.
		Grieta transversal	Media	Sellado de grietas.
		Piel de cocodrilo	Alta	Parqueo en toda la profundidad o reconstrucción.
		Grieta longitudinal	Media	Sellado de grietas.
01+104 – 01+150	25	Parche	Media	No se hace nada o sustitución del parche.
01+150 – 01+196	26	Piel de cocodrilo	Media	Parqueo parcial o en toda la profundidad.
		Exudación	Baja	No se hace nada o se aplica arena / agregados.
		Piel de cocodrilo	Media	Parqueo parcial o en toda la profundidad.
		Grieta longitudinal	Baja	No se hace nada o se sellan las grietas.
01+196 – 01+236.35	27	Grieta de Borde	Alta	Parqueo parcial o profundo.
		Hueco	Baja	No se hace nada o parqueo parcial o profundo.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 33, 34 y 35 se representan las fallas que tienen cada muestra y la severidad que poseen de acuerdo al registro realizado en campo en base a la norma ASTM D6433 de la metodología PCI, para que de esta forma sea posible establecer las opciones de reparación indicadas para cada falla identificada en la extensión del pavimento flexible comprendida entre la avenida Casa Hacienda hasta Jirón Comercio.

Los valores deducidos fueron obtenidos con los datos de densidad de cada falla en las Curvas de valores deducidos o DV (Deduct Value) de la norma ASTM D6433, las cuales se encuentran en la parte de anexos de la presente tesis, además de las curvas utilizadas y ya desarrolladas para el proceso de cada una de las muestras.

Tabla 37. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 1

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	5.41

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 1

Nro.	Valores Deducidos							Total	q	CDV
	52	20	19	18	6	2.05				
1	52	20	19	18	6	2.05		117.05	6	58
2	52	20	19	18	6	2		117	5	62
3	52	20	19	18	2	2		113	4	65
4	52	20	19	2	2	2		97	3	62
5	52	20	2	2	2	2		80	2	58
6	52	2	2	2	2	2		62	1	63

Fuente: Elaboración Propia

Los Valores deducidos corregidos o CDV (Corrected Deduct Value) fueron obtenidos mediante la curva de obtención de CDV con los datos de Total de sumatoria de DV de fallas y los valores de q los cuales son la contabilización de los valores mayores a 2, las curvas de CDV utilizadas están adjuntada con las curvas de valores deducidos de falla (DV) para cada muestra en la parte de anexos.

Tabla 39. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 1

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
35	Malo	Rehabilitación - Reemplazo de superficie de Rodadura

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente para poder identificar el estado en el que se encuentra el pavimento flexible de la muestra se resta el valor máximo de estado de acuerdo a los rangos de calificación PCI, el valor máximo de estado es 100 dicho valor se le resta el mayor CDV resultante de la obtención de valores deducidos corregidos, de acuerdo al resultado de dicha operación se establece el valor PCI de la muestra, el estado en el que se encuentra y el tipo de intervención en base al método PCI.

Tabla 40. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 2

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+046		UM - 2				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+092		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		23/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
10	M	1.78		1.78	0.8%	1
7	H	2.97		2.97	1.3%	9
13	H	1		1	0.4%	38

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 2

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	6.69

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 2

Nro.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	38	9							47	2	35
2	38	2							40	1	40

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 2

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
60	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 3

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+092		UM - 3				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+138		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		23/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
13	H	1 + 1		2	0.9%	50
7	H	4.23		4.23	1.8%	14
11	L	0.31		0.31	0.1%	0
19	L	0.55		0.55	0.2%	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 3

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	5.59

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 3

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	50	14								64	2	46
2	50	2								52	1	52

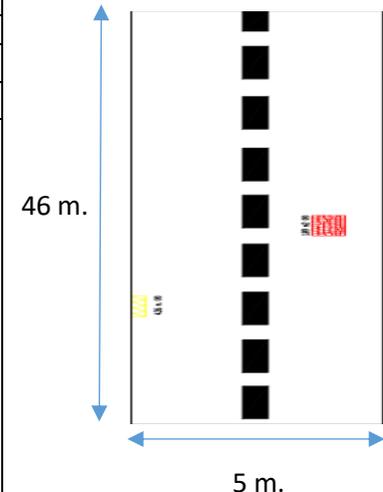
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 3

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
48	Regular	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 4

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+138		UM - 4				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+184		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		23/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	M	1.89		1.89	0.8%	20
7	M	4.36		4.36	1.9%	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 4

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	8.35

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 4

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	20	10									30	2	22
2	20	2									22	1	22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 4

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
78	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 5

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+184		UM - 5				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+230		230 m2				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		23/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parches (m2)			
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)			
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)			
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m2)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
11	L	0.89		0.89	0.4%	0
10	M	8.60		8.60	3.7%	10
2	L	0.29		0.29	0.12%	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 5

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$	9.26

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 5

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	10										10	1	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 5

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
90	Excelente	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 6

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+230		UM - 6				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+276		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		23/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
19	H	5.08		5.08	2.2%	21
2	M	1.35		1.35	0.6%	1
7	H	3.43		3.43	1.5%	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 6

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	8.25

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 6

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	21	10								31	2	22
2	21	2								23	1	23

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 6

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
77	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 7

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+276		UM - 7				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+322		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha		46 m.		
Billy Jackson Agreda Lopez		23/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño	5 m.		
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
10	L	3.25		3.25	1.4%	0
11	L	0.43		0.43	0.2%	0
13	M	1		1	0.4%	18

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 7

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	8.53

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 7

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	18									18	1	18

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 7

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
82	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 8

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+322		UM - 8				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+368		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		23/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
13	H	1		1	0.4%	37
7	M	1.30		1.30	0.6%	5
13	L	1		1	0.4%	10
11	L	0.05		0.05	0.02%	0
19	H	0.72		0.72	0.3%	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 8

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	6.79

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 8

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	37	10	10	5						62	4	35
2	37	10	10	2						59	3	38
3	37	10	2	2						51	2	38
4	37	2	2	2						43	1	43

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 8

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
57	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 68. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 9

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+368		UM - 9				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+414		230 m2				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		23/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parches (m2)			
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)			
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)			
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m2)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
7	H	14.83		14.83	6.5%	19

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 9

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	8.44

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 9

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	19									19	1	19

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 9

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
81	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 10

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+414		UM - 10				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+460		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		23/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
4	H	1.32		1.32	0.6%	29
9	H	4.45		4.45	1.9%	7
11	L	0.10		0.10	0.04%	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 10

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$	7.52

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 10

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	29	7								36	2	26
2	29	2								31	1	31

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 10

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
69	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 11

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+460		UM - 11				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+506		230 m2				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parches (m2)			
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)			
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)			
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m2)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
13	M	1		1	0.4%	18
7	H	7.13		7.13	3.1%	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 77. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 11

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	8.53

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 11

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	18	12									30	2	22
2	18	2									20	1	20

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 79. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 11

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
78	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 12

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+506		UM - 12				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+552		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
11	M	5.38 + 5.58		10.96	4.8%	21
10	L	2.63		2.63	1.1%	0
2	L	0.39		0.39	0.2%	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 81. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 12

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$	8.25

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 82. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 12

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	21										21	1	21

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 83. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 12

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
79	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 84. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 13

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+552		UM - 13				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+598		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
Nº	Daño	Nº	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
13	L	1		1	0.4%	10
13	M	1		1	0.4%	18
7	H	1.38		1.38	0.6%	8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 85. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 13

Fórmula	Nº Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$	8.53

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 86. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 13

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	18	10	8							36	3	21
2	18	10	2							30	2	22
3	18	2	2							22	1	22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 87. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 13

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
78	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 88. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 14

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+598		UM - 14				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+644		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
13	M	1		1	0.4%	18
19	H	0.63		0.63	0.3%	10
11	L	0.41		0.41	0.2%	0
11	M	2.37		2.37	1.0%	9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 89. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 14

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	8.53

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 14

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	18	10	9							37	3	22
2	18	10	2							30	2	22
3	18	2	2							22	1	22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 14

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
78	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 92. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 15

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+644		UM - 15				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+690		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales				
11	L	0.08		0.08	0.03%	0
13	H	1 + 1		2	0.9%	50
7	H	0.63 + 1.28		1.91	0.8%	9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 93. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 15

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	5.59

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 94. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 15

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	50	9									59	2	44
2	50	2									52	1	52

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 95. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 15

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
48	Regular	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 96. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 16

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+690		UM - 16				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+736		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
13	M	1		1	0.4%	18
10	L	1.77		1.77	0.8%	0
7	H	0.36		0.36	0.2%	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 97. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 16

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$	8.53

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 98. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 16

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	18										18	1	18

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 99. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 16

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
82	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 100. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 17

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+736		UM - 17				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+782		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
13	H	1 + 1		2	0.03%	50
11	L	0.15		0.15	0.07%	0
1	L	0.63		0.63	0.8%	9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 101. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 17

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	5.59

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 102. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 17

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	50	9									59	2	44
2	50	2									52	1	52

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 103. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 17

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
48	Regular	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 104. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 18

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+782		UM - 18				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+828		230 m2				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parches (m2)			
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)			
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)			
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m2)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
10	M	4.41 + 4.32		8.73	3.8%	10
7	H	9.20		9.20	4.0%	13
9	L	0.30		0.30	0.1%	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 105. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 18

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	8.99

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 106. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 18

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	13	10									23	2	16
2	13	2									15	1	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 107. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 18

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
84	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 108. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 19

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+828		UM - 19				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+874		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
7	H	2.62		2.62	1.1%	9
13	H	1		1	0.4%	37
11	L	0.07		0.07	0.03%	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 109. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 19

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$	6.79

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 110. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 19

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	37	9								46	2	34
2	37	2								39	1	39

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 111. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 19

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
61	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 112. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 20

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+874		UM - 20				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+920		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		24/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	H	2.22		2.22	1.0%	31
19	M	0.34		0.34	0.2%	6
10	M	4.43		4.43	1.9%	6
7	H	0.92		0.92	0.4%	8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 113. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 20

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	7.34

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 114. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 20

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	31	8	6	6							51	4	27
2	31	8	6	2							47	3	29
3	31	8	2	2							43	2	32
4	31	2	2	2							37	1	37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 115. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 20

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
63	Bueno	Mantenimiento correctivo - Refuerzo de superficie de Rodadura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 116. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 21

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+920		UM - 21				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
00+966		230 m2				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		25/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parches (m2)			
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)			
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)			
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m2)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
9	M	1.63		1.63	0.7%	0
13	M	1		1	0.4%	18
1	H	1.16		1.16	0.5%	32

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 117. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 21

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	7.24

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 118. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 21

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	32	18								50	2	37
2	32	2								34	1	34

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 119. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 21

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
63	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 120. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 22

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
00+966		UM - 22				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
01+012		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		25/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	H	1.76		1.76	0.8%	28
2	M	0.33		0.33	0.1%	0
13	H	1		1	0.4%	37
10	M	4.21		4.21	1.8%	5
4	H	1.47		1.47	0.6%	28

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 121. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 22

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	6.79

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 122. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 22

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	37	28	28	5							98	4	56
2	37	28	28	2							95	3	61
3	37	28	2	2							69	2	50
4	37	2	2	2							43	1	43

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 123. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 22

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
39	Malo	Rehabilitación - Reemplazo de superficie de Rodadura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 124. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 23

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
01+012		UM - 23				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
01+058		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		25/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	M	4.44		4.44	1.9%	29
7	M	0.79		0.79	0.3%	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 125. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 23

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	7.52

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 126. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 23

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	29									29	1	29

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 129. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 24

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	8.53

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 130. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 24

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	18	16	10	5	4						53	5	25
2	18	16	10	5	2						51	4	27
3	18	16	10	2	2						48	3	30
4	18	16	2	2	2						40	2	29
5	18	2	2	2	2						26	1	26

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 131. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 24

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
70	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 132. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 25

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
01+104		UM - 25				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
01+150		230 m2				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		25/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parches (m2)			
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de agregados (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m2)			
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)			
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m2)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m2)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
11	M	2.29		2.29	1.0%	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 133. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 25

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	9.26

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 134. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 25

Nro.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1	10									10	1	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 135. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 25

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
90	Excelente	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 136. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 26

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
01+150		UM - 26				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
1+196		230 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		25/04/2021				
Nº	Daño	Nº	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
1	M	1.77 + 2.39		4.16	1.8%	28
2	L	0.15		0.15	0.1%	0
10	L	2.30		2.30	1.0%	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 137. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 26

Fórmula	Nº Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$	7.6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 138. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 26

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	28										28	1	28

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 139. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 26

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
72	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 140. Condición del pavimento por unidad de muestreo, Muestra 27

Exploración de la condición por unidad de muestreo				Esquema		
Progresiva Inicial		Unidad de Muestreo				
01+196		UM - 27				
Progresiva Final		Área de Muestreo				
1+236.35		201.75 m ²				
Inspeccionada por		Fecha				
Billy Jackson Agreda Lopez		25/04/2021				
N°	Daño	N°	Daño			
1	Piel de cocodrilo (m ²)	11	Parches (m ²)			
2	Exudación (m ²)	12	Pulimento de agregados (m ²)			
3	Agrietamiento en bloque (m ²)	13	Huecos (Und)			
4	Abultamientos y hundimientos (m)	14	Cruce de vía férrea (m ²)			
5	Corrugación (m ²)	15	Ahuellamiento (m ²)			
6	Depresión (m ²)	16	Desplazamiento (m ²)			
7	Grieta de borde (m)	17	Grieta Parabólica (slippage) (m ²)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m ²)			
9	Desnivel carril /berma (m)	19	Desprendimiento de agregados (m ²)			
10	Grietas longitudinales y transversales (m)					
Daño	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad (%)	Valor Deducido
7	H	3.64		3.64	1.8%	10
13	L	1		1	0.5%	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 141. Número máximo de valores deducidos admisibles, Muestra 27

Fórmula	N° Máx. de V.D. admisibles
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	9.08

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 142. Obtención de Valores deducidos corregidos (CDV), Muestra 27

Nro.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1	12	10									22	2	16
2	12	2									14	1	14

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 143. Identificación del estado del pavimento según rangos PCI, Muestra 27

Valor PCI (100 – Max. CDV)	Estado	Tipo de Intervención
84	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla y Gráfico general de estado actual del pavimento flexible de muestras del tramo evaluado según rangos PCI:

Tabla 144. Estado del pavimento flexible de muestras del tramo evaluado

ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE MUESTRAS		
Estado	Cantidad de muestras	Porcentaje
Estado Excelente	2	8%
Estado Muy Bueno	14	52%
Estado Bueno	6	22%
Estado Regular	3	11%
Estado Malo	2	7%
Total	27	100%

Fuente: Elaboración Propia

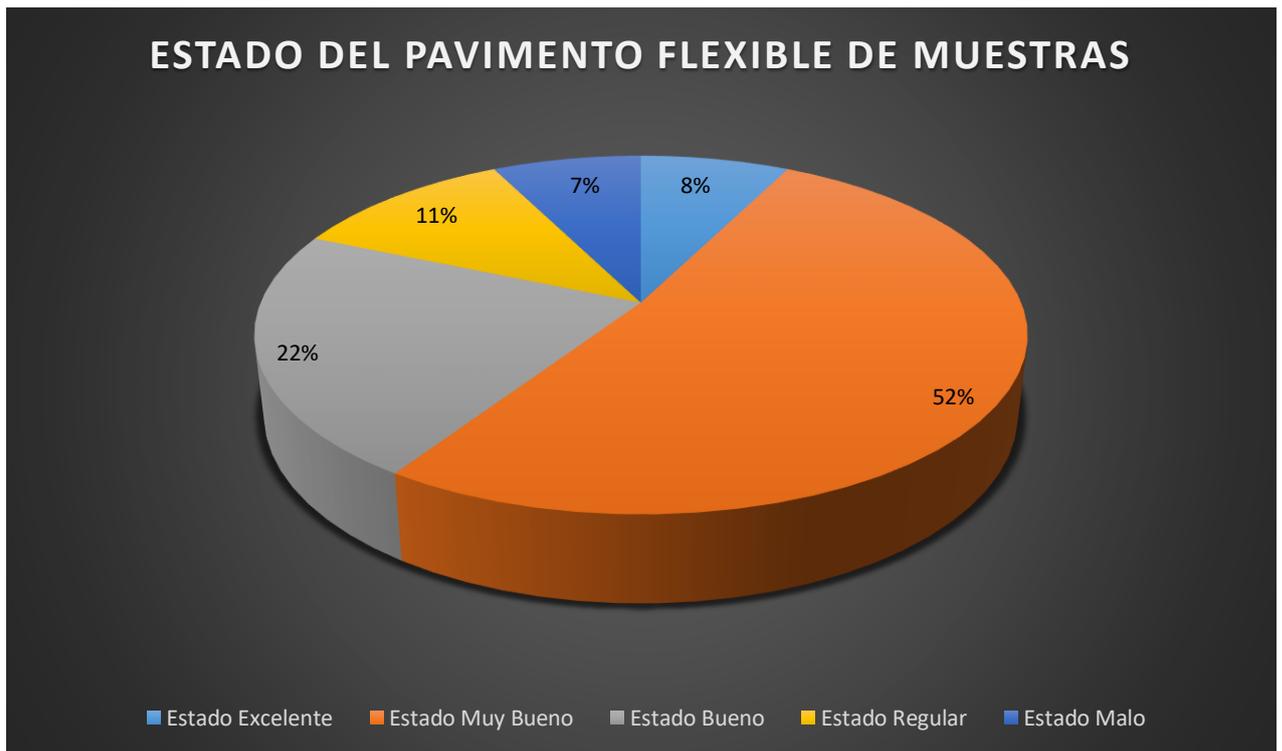


Figura 25. Gráfico de estado actual del pavimento flexible de muestras del tramo evaluado

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de gráfico: En base a los datos obtenidos del procesamiento de los datos de fallas mediante el formato y formulas establecidas por el método PCI, fueron representados en la figura 25 y tabla 144 el estado de las muestras y la cantidad de muestras que pertenecen a ese estado, de esto se puede interpretar que la mayoría de muestras se encuentran en estado muy bueno, ya que 14 de ellas dieron como resultado este estado de acuerdo a su valor PCI y los rangos del método, lo cual representa un 52% del total de muestras del tramo del pavimento flexible, además se puede interpretar que el estado de muestras que menor proporción posee del pavimento son las muestras en estado malo y estado excelente teniendo ambas solo 2 unidades de muestreo, pero el estado excelente representa un 8% de las muestras y el estado malo, tan solo un 2%.

Al haber determinado el estado en el que se encuentran las muestras del tramo del pavimento flexible, es posible establecer el tipo de intervención necesaria para la mejora de dicho estado, dicho tipo de intervención es establecida en base al método PCI de acuerdo al estado de cada muestra:

Tabla 145. Estado de muestras y tipo de intervención necesaria, Unidad de muestra 01 a 06

Unidad de Muestreo	Progresiva Inicial - Final	Valor PCI de las muestras	Estado del pavimento flexible de las muestras	Tipo de Intervención
UM – 01	00+000 – 00+046	35	Malo	Rehabilitación - Reemplazo de superficie de Rodadura.
UM – 02	00+046 – 00+092	60	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.
UM – 03	00+092 – 00+138	48	Regular	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.
UM – 04	00+138 – 00+184	78	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 05	00+184 – 00+230	90	Excelente	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 06	00+230 – 00+276	77	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 146. Estado de muestras y tipo de intervención necesaria, Unidad de muestra 07 a 23

Unidad de Muestreo	Progresiva Inicial - Final	Valor PCI de las muestras	Estado del pavimento flexible de las muestras	Tipo de Intervención
UM – 07	00+276 – 00+322	82	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 08	00+322 – 00+368	57	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.
UM – 09	00+368 – 00+414	81	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 10	00+414 – 00+460	69	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.
UM – 11	00+460 – 00+506	78	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 12	00+506 – 00+552	79	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 13	00+552 – 00+598	78	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 14	00+598 – 00+644	78	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 15	00+644 – 00+690	48	Regular	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.
UM – 16	00+690 – 00+736	82	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 17	00+736 – 00+782	48	Regular	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.
UM – 18	00+782 – 00+828	84	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 19	00+828 – 00+874	61	Bueno	Mantenimiento correctivo - Refuerzo de superficie de Rodadura.
UM – 20	00+874 – 00+920	63	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.
UM – 21	00+920 – 00+966	63	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico - Refuerzo de superficie de Rodadura.
UM – 22	00+966 – 01+012	39	Malo	Rehabilitación - Reemplazo de superficie de Rodadura.
UM – 23	01+012 – 01+058	71	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 147. Estado de muestras y tipo de intervención necesaria, Unidad de muestra 24 a 27

Unidad de Muestreo	Progresiva Inicial - Final	Valor PCI de las muestras	Estado del pavimento flexible de las muestras	Tipo de Intervención
UM – 24	01+058 – 01+104	70	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 25	01+104 – 01+150	90	Excelente	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 26	01+150 – 01+196	72	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.
UM – 27	01+196 – 01+236.35	84	Muy Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario – sellos de fisuras, parches y lechadas asfálticas.

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma en los cuadros 145, 146 y 147 se establece el tipo de intervención que requiere la muestra para poder mejorar el estado en el que se encuentra, otorgando soluciones y permitiendo mejorar la vía para los usuarios de la misma.

Tabla 148. Identificación del estado actual del tramo de pavimento flexible

Unidad de Muestreo	Progresiva Inicial - Final	Valor PCI de muestras	Valor PCI total del tramo evaluado	Estado actual total del pavimento flexible del tramo evaluado según rangos PCI
UM – 01	00+000 – 00+046	35	69	Bueno
UM – 02	00+046 – 00+092	60		
UM – 03	00+092 – 00+138	48		
UM – 04	00+138 – 00+184	78		
UM – 05	00+184 – 00+230	90		
UM – 06	00+230 – 00+276	77		
UM – 07	00+276 – 00+322	82		
UM – 08	00+322 – 00+368	57		
UM – 09	00+368 – 00+414	81		
UM – 10	00+414 – 00+460	69		
UM – 11	00+460 – 00+506	78		
UM – 12	00+506 – 00+552	79		
UM – 13	00+552 – 00+598	78		
UM – 14	00+598 – 00+644	78		
UM – 15	00+644 – 00+690	48		
UM – 16	00+690 – 00+736	82		
UM – 17	00+736 – 00+782	48		
UM – 18	00+782 – 00+828	84		
UM – 19	00+828 – 00+874	61		
UM – 20	00+874 – 00+920	63		
UM – 21	00+920 – 00+966	63		
UM – 22	00+966 – 01+012	39		
UM – 23	01+012 – 01+058	71		
UM – 24	01+058 – 01+104	70		
UM – 25	01+104 – 01+150	90		
UM – 26	01+150 – 01+196	72		
UM – 27	01+196 – 01+236.35	84		

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 148 se puede ver el procedimiento realizado para la identificación del estado actual del tramo de pavimento flexible evaluado, el cual se realizó de acuerdo a lo indicado por la norma ASTM D6433 del método PCI, la cual establece que si se han evaluado la totalidad de las muestras, para hallar el valor PCI del tramo total evaluado se deben sumar todos los valores PCI de muestras y dividirlo entre el número de muestras evaluadas.

Tabla 149. Estado actual y tipo de intervención del pavimento flexible, tramo avenida Casa Hacienda – jirón Comercio, Pachacamac

Valor PCI total del tramo evaluado	Estado actual total del pavimento flexible del tramo evaluado según rangos PCI	Tipo de Intervención total para el tramo evaluado
69	Bueno	Mantenimiento correctivo y periódico – Refuerzo de superficie de rodadura, recapeo.

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente con todos los datos ya obtenidos y procesados se pudo identificar que el pavimento flexible, tramo: avenida Casa Hacienda – jirón Comercio posee un valor PCI de 69 que de acuerdo a los rangos PCI lo coloca en un estado bueno, además que el tipo de intervención que requiere es un mantenimiento correctivo y periódico y el refuerzo de la superficie de rodadura mediante un recapeo.

V. DISCUSIÓN

En la investigación se cumplió la hipótesis general e hipótesis específicas, debido a que al realizar la evaluación se pudieron conocer las fallas y estado actual del pavimento flexible, identificación del tipo de fallas, severidad de las fallas y el tipo de intervención que el pavimento requiere, mediante la aplicación de la metodología PCI, también se logró cumplir con el objetivo general y objetivos específicos, determinando que son 92 fallas las que afectan al pavimento flexible, 36 de ellas de severidad alta, 33 de severidad media y 23 de severidad baja, además son 10 tipos de fallas los que afectan al pavimento, las cuales son: 23 huecos que representan un 25% del total de fallas, 17 grietas de borde representando un 19%, 15 parches representando un 16%, 9 piel de cocodrilo representando un 10%, 8 grietas longitudinales representando un 9%, 6 desprendimientos de agregados representando un 7%, 5 de exudación representando un 5%, 4 grietas transversales representando un 4%, 3 de desnivel carril/berma representando un 3% y finalmente 2 abultamientos representando un 2% del total de fallas. Con respecto al estado actual del pavimento, al procesar los datos de acuerdo a lo establecido por el método PCI, se obtiene que el valor PCI del pavimento es 69, lo cual de acuerdo a los rangos del método establece que el pavimento se encuentra en un estado bueno y requiere un mantenimiento correctivo y periódico, además de un refuerzo de la superficie de rodadura mediante recapeo.

Los resultados obtenidos se pueden contrastar con los resultados de otras investigaciones que trataban temas, variables y teorías iguales o similares a las que se desarrollaron, como la de Vargas F. (2017), quien en su investigación evaluó las fallas que afectaban al pavimento flexible y los factores que las ocasionaban, llegando a identificar que la falla que afectaba en mayor medida al pavimento fue la de huecos o baches con un porcentaje de 11.69%, ocasionados por deterioro del pavimento debido al mal diseño, deficiente calidad de los materiales o factores climáticos, esto en contraste al 25% de huecos que he identificado en el desarrollo de la investigación, el

que además es la falla con mayor proporción identificada, esto demuestra que las fallas de huecos son comunes en los pavimentos flexibles, principalmente por los factores que identificó Vargas, tales como deficiencias en el diseño lo cual reduce la resistencia del pavimento a cargas de tránsito y da paso a la aparición de los huecos o baches en la extensión del pavimento flexible.

De la misma manera, Suárez, E. y Cerquín, G. (2018), en su investigación determinaron el tipo y severidad de fallas en base a los parámetros del método PCI; establecidos por la norma ASTM D6433 y el estado en el que se encontraba el pavimento, determinando que la falla más predominante en el pavimento flexible eran los huecos, además que en su mayoría las fallas del pavimento eran de severidad media y el estado del pavimento era regular con un valor PCI de 47, esto en contraste con los resultados de la investigación en la que de acuerdo a la evaluación de las fallas que afectan al pavimento, el tipo de falla que se identificó en mayor medida fueron los huecos con 23 de 92 fallas totales, además que la severidad de las fallas evaluadas en su mayoría fue alta ya que 36 de las 92 fallas evaluadas fueron de severidad alta, todo esto realizado en base a los parámetros establecidos por la norma ASTM D6433 la cual estandariza el método PCI, además se estableció que el tramo del pavimento flexible se encontraba en un estado bueno con un valor PCI de 69 lo cual lo ubicaba en dicho rango de acuerdo al método pavement condition index.

De la misma manera, Romero D. (2017), en su investigación realizó la caracterización de las fallas de acuerdo a sus tipos y niveles de incidencia, determinando que la falla que mayor incidencia tuvo en el pavimento en el que realizó la caracterización, fueron las fisuras longitudinales con una incidencia de 54.69% y la falla que menor incidencia tuvo fueron los abultamientos con una incidencia de 2.29%, esto en contraste a los resultados de la investigación en los que se determinó que la falla que mayor incidencia tiene en el pavimento evaluado son los huecos contando con 23 de ellos lo cual representa un 25% de incidencia del total de fallas del

pavimento flexible y la falla que menor incidencia tiene en el pavimento que se ha evaluado son los abultamientos con 2 de ellos representando un 2% de las fallas que hay en el pavimento.

Por su parte, Díaz M. (2019), en su investigación determinó el estado del pavimento flexible de acuerdo al índice de condición del pavimento, llegando a determinar que aplicando la metodología PCI el estado del pavimento flexible; de acuerdo a los rangos de calificación del método, era excelente debido a que el valor obtenido era 90, esto en contraste de los resultados de la investigación en la cual al aplicar la metodología PCI determiné que el valor PCI del tramo evaluado es de 69, lo cual de acuerdo a los rangos de calificación del método ubica al pavimento en el estado de bueno, luego de realizar la evaluación de las muestras mediante los procedimientos indicados por la norma ASTM D6433.

Así mismo, Alzate S. (2019), en su investigación aplicó la metodología PCI para determinar el estado, evaluar las fallas y el tipo de intervención que requería el pavimento, determinando que el pavimento de acuerdo a la aplicación de la metodología PCI se encontraba en un estado regular debido a que poseía un valor de 46 y que necesitaba procesos considerables de rehabilitación, además de mantenimiento correctivo, esto en contraste con los resultados de la investigación en la que apliqué la metodología PCI para evaluar el estado en el que se encuentra el tramo del pavimento flexible, obteniendo un valor de 69 lo cual de acuerdo a los rangos de calificación PCI coloca al pavimento en un estado bueno, además que el tipo de intervención que requiere es mantenimiento correctivo y periódico, también se podría aplicar un refuerzo de la superficie de rodadura mediante recapeo para poder mejorar el estado en el que se encuentra el pavimento.

De la misma manera, Ghouse M., Mirza A., Malik M., Jawed A. y Mohammed A. (2017), en su investigación clasificó las fallas y estableció el tipo de intervención que requería el pavimento, determinando que las principales fallas que afectaban al pavimento eran de tipo grietas longitudinales, baches y grietas de borde. Además que el pavimento requería mantenimiento

rutinario en distintas secciones y repavimentación, esto en contraste a los resultados obtenidos de la evaluación de las fallas realizada en la investigación, en la cual se determinó que las fallas que afectaban al pavimento en mayor medida son huecos, grietas de borde y parches, además que el tipo de intervención que requiere el pavimento para poder mejorar su estado es un mantenimiento correctivo y el refuerzo de la superficie de rodadura mediante recapeo, esto de acuerdo a la metodología PCI.

Por su parte, Mohammed A., Rasha H. y Zainab K. (2017), en su investigación estimaron la condición del pavimento mediante el índice de condición del pavimento (PCI), determinando que tres muestras evaluadas se encontraban en un estado muy malo y las otras trece se encontraban en un estado bueno y el tipo de intervención necesaria era un mantenimiento constante del pavimento flexible para evitar que su condición empeore, esto en contraste con los resultados de la investigación en la que mediante el método PCI se determinó que el estado del tramo del pavimento flexible era bueno, el tipo de intervención que requiere el pavimento es un mantenimiento correctivo periódico para evitar que su condición empeore y para mejorar su condición es necesario realizar un refuerzo de la superficie de rodadura mediante un recapeo, de esta manera aumentando la resistencia del pavimento.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General: Evaluar las fallas y estado actual del pavimento flexible.

Al realizar la evaluación de las fallas y estado actual del pavimento flexible mediante la metodología PCI y la norma ASTM D6433 se lograron identificar 92 fallas en toda la extensión del tramo, además de que el estado actual en el que se encuentra el pavimento es un estado bueno debido a que posee un valor PCI de 69, de acuerdo a los procedimientos realizados y rangos establecidos por el método.

Objetivo específico 1: Identificar los tipos de fallas que afectan al pavimento flexible.

Los tipos de fallas que afectan al tramo de pavimento flexible; ubicado entre la av. Casa Hacienda hasta jr. Comercio, son 10, entre ellos se encuentran: 23 huecos que representan un 25% del total de fallas, 17 grietas de borde representando un 19%, 15 parches representando un 16%, 9 piel de cocodrilo representando un 10%, 8 grietas longitudinales representando un 9%, 6 desprendimientos de agregados representando un 7%, 5 de exudación representando un 5%, 4 grietas transversales representando un 4%, 3 de desnivel carril/berma representando un 3% y finalmente 2 abultamientos representando un 2% del total de fallas, cabe recalcar que el total de fallas es 92.

Objetivo específico 2: Determinar la severidad que poseen las fallas que afectan al pavimento flexible.

La severidad de las fallas que afectan al pavimento flexible; ubicado entre la av. Casa Hacienda hasta jr. Comercio, son:

Severidad alta (36): Huecos (11), grieta de borde (13), parche (1), piel de cocodrilo (4), desprendimiento de agregados (4), desnivel carril / berma (1), abultamiento (2).

Severidad media (33): Huecos (8), grieta de borde (4), parche (5), piel de cocodrilo (4), grieta longitudinal (5), desprendimiento de agregados (1), exudación (2), grieta transversal (3), desnivel carril / berma (1).

Severidad baja (23): Huecos (4), parche (9), piel de cocodrilo (1), grieta longitudinal (3), desprendimiento de agregados (1), exudación (3), grieta transversal (1), desnivel carril / berma (1).

Objetivo específico 3: Determinar el tipo de intervención que requiere el pavimento flexible.

De acuerdo a la evaluación realizada mediante la metodología PCI, el pavimento flexible ubicado entre la av. Casa Hacienda hasta jr. Comercio, se encuentra en un estado bueno, en base a esto, el tipo de intervención que requiere el pavimento es un mantenimiento correctivo y periódico, además del refuerzo de la superficie de rodadura mediante recapeo, de ésta forma se evitará que el pavimento empeore el estado en el que se encuentra actualmente y aumente la resistencia que posee.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuras investigaciones brindarle la misma importancia y relevancia a ambas etapas del método PCI, la evaluación, inspección y registro de las fallas en campo y el trabajo de gabinete en el que se procesan dichos datos, esto en referencia a que en algunos antecedentes se identificó que no se colocaron los formatos llenados con los datos tomados en campo, en contraste a como se ha hecho en la investigación para mostrar dichos resultados de manera más clara.

Se recomienda aplicar las opciones de reparación especificadas en la investigación; de acuerdo a la normativa ASTM D6433, para cada una de las fallas evaluadas que afectan al pavimento flexible de acuerdo a su tipo y severidad, las cuales abarcan parcheo parcial o profundo, sellado de grietas, sustituciones de parches, sobrecarpetas y renivelaciones.

Se recomienda aplicar una intervención con mantenimiento correctivo y periódico al pavimento flexible del tramo av. Casa Hacienda – jr. Comercio, con el objetivo de evitar que empeore el estado en el que se encuentra, el cual es bueno, para que de esta manera los usuarios de la vía no se vean afectados.

Se recomienda a la Municipalidad de Pachacamac, tener como precedente los resultados de la investigación para la aplicación de soluciones e intervenciones al pavimento flexible ubicado entre la av. Casa Hacienda – jr. Comercio, y de esta manera solucionar adecuadamente las necesidades de mantenimiento y rehabilitación de la vía.

REFERENCIAS

ALFARO, Marcelo. Ventajas comparativas entre pavimentos de concreto y pavimentos de asfalto. Revista ASOCCEM, 2015. (Fecha de consulta 11 de Mayo de 2020). Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/noticias-internacionales/ventajas-comparativas-entre-pavimentos-de-concreto-y-pavimentos-de-asfalto>

ALZATE, Sair. Sistema de clasificación de severidad de daños en pavimentos flexibles para determinar posibles intervenciones. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Medellín, Colombia: Universidad EIA, 2019. Disponible en: https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2344/AlzateSair_2019_SistemaClasificaci%F3nDa%F1os.pdf;jsessionid=26E580F11506A3380E754F73DAF814C6?sequence=1

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM D6433. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. 2007.

ATIKA, Meilinda; RAHMAN, Harmein; SUGENG, Bambang; HENDARTO, Sri. Study of flexible pavement structure maintenance in runways with pavement condition index (PCI) method. Artículo de Investigación. Indonesia, 2020. ISSN: 0853-2982. Disponible en: <https://journals.itb.ac.id/index.php/jts/article/view/12234>

CARRIÓN, Juan, COBEÑAS, Alexander, GUERRERO Irwin y LOYAGA Mirko. Factores que generan fisuras en los principales pavimentos de la urbanización Paseo del Mar, ciudad de Nuevo Chimbote – 2019. Tesina (Bachiller en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33764>

CRUZ, Francisca. Conservación de caminos de pavimento flexible. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Hermosillo, México: Universidad de Sonora, 2002. Disponible en: <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=3024>

CUANDOVISITAR.pe. Clima de Pachacamac. 2021. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2021]. Recuperado de: <https://www.cuandovisitar.pe/peru/pachacamac-2987063/>.

DÍAZ, Marco. Índice de condición del pavimento flexible del km 142 al km 148 de la carretera Chota – Lajas, Región Cajamarca, 2017. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37104>

DOCUMENTA Perú. Instrumentos de Investigación. 2019. /. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2020]. Recuperado de: <https://www.documenta.pe/instrumentos/>.

DOROTEO, Pedro. La red Vial en el Perú y el mejor uso de los pavimentos flexibles y pavimentos rígidos. Trabajo de Investigación. Ica: Universidad San Luis Gonzaga, 2016. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/163686565/La-Red-Vial-en-El-Peru-y-Mejor-Uso-de-Los-Pavimento-Flexibles-y-Pavimentos-Rigidos>

FAREED, Karim; KHALED, Rubasi; ALI, Saleh. The road pavement condition index (PCI) evaluation and maintenance: A case study of Yemen. Artículo de Investigación. Yemen, 2016. ISSN: 1847-5450. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/310815822_The_Road_Pavement_Condition_Index_PCI_Evaluation_and_Maintenance_A_Case_Study_of_Yemen

GALVEZ, Guillermo. Pavimentos: soluciones flexibles y rígidas. Revista Perú Construye (En Línea). 2018. N° 51. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020]. Recuperado de: <https://peruconstruye.net/2018/11/16/pavimentos-soluciones-flexibles-y-rigidas/>

GHOUSE Mali, MIRZA Abaig, MALIK Mark, JAWED Alam y MOHAMMED Abdul. Failures in flexible pavements and remedial measures. Informe de Investigación. India, 2017. Disponible en: <https://journals.pen2print.org/index.php/ijr/article/view/7441>

GOOGLE maps. Distrito de Pachacamac. Fecha de consulta 13 de Mayo de 2021.

HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6ta Edición. México: Editorial Graw Hill, 2014. 589pp. ISBN: 9781456223960

HUMPIRI, Katia. Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2015. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/426>

IMAGINARIO, Andrea. 2019. Significado de estado. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.significados.com/estado/>

LLOSA, Joaquín. Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/273573>

LOPE, Sergio. Evaluación superficial del pavimento flexible por método índice de condición del pavimento, Avenida El Sol – Villa María del Triunfo, 2018. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34889>

MAJEED, Ashpaq y GUPTA Rakesh. A review paper on evaluation of flexible pavement failures. Artículo de Investigación. India, 2018. e-ISSN: 2395-0056. Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V5/i8/IRJET-V5I8261.pdf>

MENDOZA, Marie, 2018. Características de un pavimento. En: *Slideshare* [en línea]. [Fecha de consulta: 04 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mariejmendoza/caracteristicas-un-pavimento>.

MEZA, Harold. Evaluación deflectométrica obtenida con la viga benkelman y diseño de estructuras del pavimentos por el método AASHTO 2008 en la avenida Hartley del distrito de José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María,

2017. Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_3d7a3bd48d807b7ac38544b8f5e49921/Details

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. 2018. Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf

MOHAMMED, Abdullateef; RASHA, Hassan; ZAINAB, Kareem. Evaluation of pavement condition index for roads of Al-Kut City. Artículo de Investigación. Irak, 2017. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/328611822_Evaluation_of_Pavement_Condition_Index_for_Roads_of_Al-Kut_City

MONTANO, Joaquin. Investigación Transversal: Características y Metodología. 2019. [Fecha de consulta: 17 de junio del 2020]. Recuperado de:
<https://es.scribd.com/document/402792699/investiga-tranversal-docx>.

NACEVILLA, Luis. Evaluación funcional y estructural de pavimentos flexibles mediante tecnología termográfica y método UAV. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, 2018. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15050>

OCHOA, Carlos. El muestreo: Qué es y por qué funciona. México, 2015. Recuperado de: <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-que-es-porque-funciona>

PROCCSA. 2015. Diseño de Pavimentos [en línea]. [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Recuperado de: <https://www.proccsa.com.mx/disenio-de-pavimentos.html>

PÉREZ, Julián y MERINO, María. Publicado: 2018. [Fecha de consulta: 17 de junio del 2020]. Definición de grado. Recuperado de: <https://definicion.de/grado/>

RAMÍREZ, Fernanda. Pavimento flexible y rígido. [Fecha de consulta: 15 de junio del 2020]. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/nievesiita/pavimento-flexible-y-rigido>

RIVAS, Aída y VARGAS, Nadal. Aplicación de la metodología PCI para minimizar costos y tiempo en la rehabilitación del pavimento de la Avenida Domingo Orué Surquillo - Lima. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2017. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4164>

RODRÍGUEZ, Edgar. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, 2009. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1350>

ROMERO, Daniela. Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia – Tenjo en la sabana de Bogotá. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2017. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15274>

SANCHEZ, Raúl e IBARRA, Jhon. Diagnóstico del estado actual de la red de ciclorutas delimitada entre las zonas de bosa, las Margaritas, av. Ciudad de Villavicencio, intersección con Auto Sur y ciudad Bolívar. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2015. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/2791>

SUÁREZ, Edilberto. y CERQUÍN, Gonzalo. Análisis del estado del pavimento flexible, tipo de fallas y su severidad de la av. Mártires de Uchuraccay, entre el jr. Emancipación y el psje. Libertad utilizando el método del índice de condición del pavimento, en la ciudad de Cajamarca – 2018. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13402>

VARGAS, Fred. Causas de las patologías del pavimento flexible en el Pueblo Joven Programa Piloto de Asentamientos Orientados del distrito de Nuevo Chimbote – 2017. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10236>

VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación. Costa Rica: Red de revistas científicas, 165pp, 2009. ISSN: 03797082

VÁSQUEZ, Luis. INGEPAV – Pavement Condition Index (PCI). 2002. Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

WESTREICHER, Guillermo, 2020. Área. En: *Economipedia* [en línea]. [Fecha de consulta: 05 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/area.html>

WIGODSKI, Jacqueline. Metodología de la Investigación. Colombia, 2010. Recuperado de: <http://jacqueline-wigodski.blogspot.com/> Jacqueline Wigodski

ZOCALLI, Pablo; LEOPRENCIPE, Giuseppe; GALONI, Andrea. Sampietrini stone pavements: distress analysis using pavement condition index method. Artículo de Investigación. Italia, 2017.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

Matriz de Consistencia						
Título: “Evaluación de fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021”						
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
¿Cuáles son las fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima - 2021?	Evaluar las fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.	Al realizar la evaluación se pudieron conocer las fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.	Variable Independiente (X): Fallas del pavimento flexible	Inspección de Fallas	Cantidad de fallas	- Formato de registro y evaluación de fallas del pavimento flexible - INGEPAV – Pavement Condition Index (PCI) - Norma ASTM D6433
					Identificación del tipo de falla	
				Clasificación de Fallas	Evaluación de fallas según parámetros PCI (Índice de condición del pavimento)	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
¿Qué tipos de fallas afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima - 2021?	Identificar los tipos de fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.	Al realizar la evaluación se pudieron identificar los tipos de fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.		Área de Tramo del Pavimento Flexible	Longitud del tramo	- INGEPAV – Pavement Condition Index (PCI)
					Ancho del calzada	
¿Qué severidad poseerán las fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima - 2021?	Determinar la severidad que poseen las fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.	Al realizar la evaluación se pudo determinar la severidad que poseen las fallas que afectan al pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda – Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.	Variable Dependiente (Y): Estado actual del pavimento flexible	Severidad de fallas	Profundidad de falla	- Formato del índice de condición del pavimento para carreteras con superficie asfáltica
					Ancho de falla	
					Longitud de falla	
¿Qué tipo de intervención requiere el pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima - 2021?	Establecer el tipo de intervención que requiere el pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.	Al realizar la evaluación se pudo establecer el tipo de intervención que requiere el pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021.		Valor PCI del pavimento flexible	Máximo valor deducido corregido de muestras (Máx. CDV)	- Norma ASTM D6433

Anexo 2 Matriz de operacionalización de variable

Matriz de Operacionalización de Variables					
Título: “Evaluación de fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021”					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (X)	Cruz F. (2002) menciona que: “Fallas son las condiciones que se presentan en un pavimento cuando este pierde las características de servicio para las que fue diseñado”.	La variable se desarrolló mediante la evaluación de las fallas que afectan al tramo de pavimento flexible, datos, tipología y severidad de las mismas, en el formato realizado para cada muestra siguiendo los parámetros establecidos por la norma de la metodología PCI, luego se representó mediante gráficos la severidad de las fallas que afectan a toda la extensión del tramo del pavimento y la tipología de dichas fallas para que finalmente se realice un cuadro de opciones de reparación de las fallas evaluadas.	Inspección de Fallas	Cantidad de fallas	Razón
Fallas del pavimento flexible				Identificación del tipo de falla	Nominal
			Clasificación de Fallas	Evaluación de fallas según parámetros PCI (índice de condición del pavimento)	
Variable Dependiente (Y)	Imaginario A. (2019) menciona que: “Estado se refiere a la situación en la que pueden encontrarse personas, objetos, entidades o contextos en un determinado momento, esto abarca también los modos de ser o estar en el transcurso del tiempo”.	La variable fue evaluada mediante el método PCI tomando muestras por progresiva de acuerdo a la norma del método, en las cuales se evaluaron las fallas encontradas en cada muestra para luego procesarlas con el formato y mediante los cálculos que indica el método y obtener el valor PCI del tramo para que de esta forma sea posible establecer el estado actual en el que se encuentra el pavimento flexible del tramo evaluado de acuerdo a los rangos de calificación del método PCI, además del tipo de intervención que el pavimento requiere.	Área del Tramo del Pavimento Flexible	Longitud del tramo	Razón
Estado actual del pavimento flexible				Ancho de calzada	
			Severidad de Fallas	Profundidad de falla	
				Ancho de falla	
				Longitud de falla	
Valor PCI del pavimento flexible	Máximo valor deducido corregido de muestras (Máx. CDV)				

Validación de Instrumento de Recolección de Datos

Datos Generales:

- **Nombre del Instrumento motivo de la validación:** Formato de registro y evaluación de fallas del pavimento flexible
- **Título de la investigación:** "Evaluación de fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021"
- **Solicitante / Autor del instrumento:** Agreda Lopez, Billy Jackson
- **Fecha:** 20/04/2021

Aspectos de Validación:

Criterios	Indicadores	Deficiente	Regular	Buena	Muy Buena	Excelente
		0 – 20%	20 – 40%	40 – 60%	60 – 80%	80 – 100%
1. Pertinencia	Es funcional para el propósito de la investigación.					98%
2. Claridad	Está formulado con lenguaje adecuado y específico.					98%
3. Relevancia	Posee importancia en la toma de datos de la investigación.					98%
4. Coherencia	Tiene relación con las variables, dimensiones e indicadores.					99%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					96%
6. Modernidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					96%
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos y científicos.					98%
8. Intencionalidad	Adecuado para evaluar datos de la investigación.					99%
Promedio de la Validación						98%

Opinión de aplicación de instrumento

¿Qué aspectos se tendrían que modificar, mejorar o suprimir del instrumento de investigación?

Promedio de Validación: 98%

Opinión de aplicabilidad: El instrumento puede ser aplicado tal y como está elaborado.
 El instrumento debe ser modificado antes de ser aplicado.

Apellidos y Nombres del validador:

Mg. Ing. Roman Rodas Edwin

Especialidad: Mg. Gestión Pública



EDWIN ROMAN RODAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 229732

Firma del experto validador

DNI. N° 46092887

Validación de Instrumento de Recolección de Datos

Datos Generales:

- **Nombre del Instrumento motivo de la validación:** Formato de registro y evaluación de fallas del pavimento flexible

- **Título de la investigación:** "Evaluación de fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021"

- **Solicitante / Autor del instrumento:** Agreda Lopez, Billy Jackson

- **Fecha:** 20/04/2021

Aspectos de Validación:

Criterios	Indicadores	Deficiente 0 – 20%	Regular 20 – 40%	Buena 40 – 60%	Muy Buena 60 – 80%	Excelente 80 – 100%
1. Pertinencia	Es funcional para el propósito de la investigación.					99%
2. Claridad	Está formulado con lenguaje adecuado y específico.					98%
3. Relevancia	Posee importancia en la toma de datos de la investigación.					99%
4. Coherencia	Tiene relación con las variables, dimensiones e indicadores.					99%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					96%
6. Modernidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					95%
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos y científicos.					97%
8. Intencionalidad	Adecuado para evaluar datos de la investigación.					99%
Promedio de la Validación						98%

Opinión de aplicación de instrumento

¿Qué aspectos se tendrían que modificar, mejorar o suprimir del instrumento de investigación?

Promedio de Validación: 98%

Opinión de aplicabilidad: El instrumento puede ser aplicado tal y como está elaborado.

El instrumento debe ser modificado antes de ser aplicado.

Apellidos y Nombres del validador:

Mg. Ing. Contreras Lavado Vanessa Fiorella

Especialidad: Magister en Gestión Pública


 VANESSA FIORELLA
 CONTRERAS LAVADO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 188973

Firma del experto validador

DNI. N° 71747165

Validación de Instrumento de Recolección de Datos

Datos Generales:

- **Nombre del Instrumento motivo de la validación:** Formato de registro y evaluación de fallas del pavimento flexible
- **Título de la investigación:** "Evaluación de fallas y estado actual del pavimento flexible, tramo: Avenida Casa Hacienda - Jirón Comercio, Pachacamac, Lima – 2021"
- **Solicitante / Autor del instrumento:** Agreda Lopez, Billy Jackson
- **Fecha:** 20/04/2021

Aspectos de Validación:

Crterios	Indicadores	Deficiente 0 – 20%	Regular 20 – 40%	Buena 40 – 60%	Muy Buena 60 – 80%	Excelente 80 – 100%
1. Pertinencia	Es funcional para el propósito de la investigación.					100%
2. Claridad	Está formulado con lenguaje adecuado y específico.					100%
3. Relevancia	Posee importancia en la toma de datos de la investigación.					100%
4. Coherencia	Tiene relación con las variables, dimensiones e indicadores.					100%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					100%
6. Modernidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					100%
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos y científicos.					100%
8. Intencionalidad	Adecuado para evaluar datos de la investigación.					100%
Promedio de la Validación						100%

Opinión de aplicación de instrumento

¿Qué aspectos se tendrían que modificar, mejorar o suprimir del instrumento de investigación?

Promedio de Validación: 100%

Opinión de aplicabilidad: El instrumento puede ser aplicado tal y como está elaborado.

El instrumento debe ser modificado antes de ser aplicado.

Apellidos y Nombres del validador:

Mg. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ

Especialidad: MAESTRIA GESTIÓN PÚBLICA


 CARMEN BEATRIZ
 RODRIGUEZ SOLIS
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 50202

Firma del experto validador

DNI. N° 08599106

Anexo 4 Autorización para inspección del tramo



Gerencia de Desarrollo Urbano
Sub Gerencia de Proyectos y Obras Públicas

AUTORIZACIÓN PARA INSPECCIÓN DE VÍA PÚBLICA

El Sub Gerente de Proyectos y Obras Públicas de la Municipalidad de Pachacamac,

AUTORIZA:

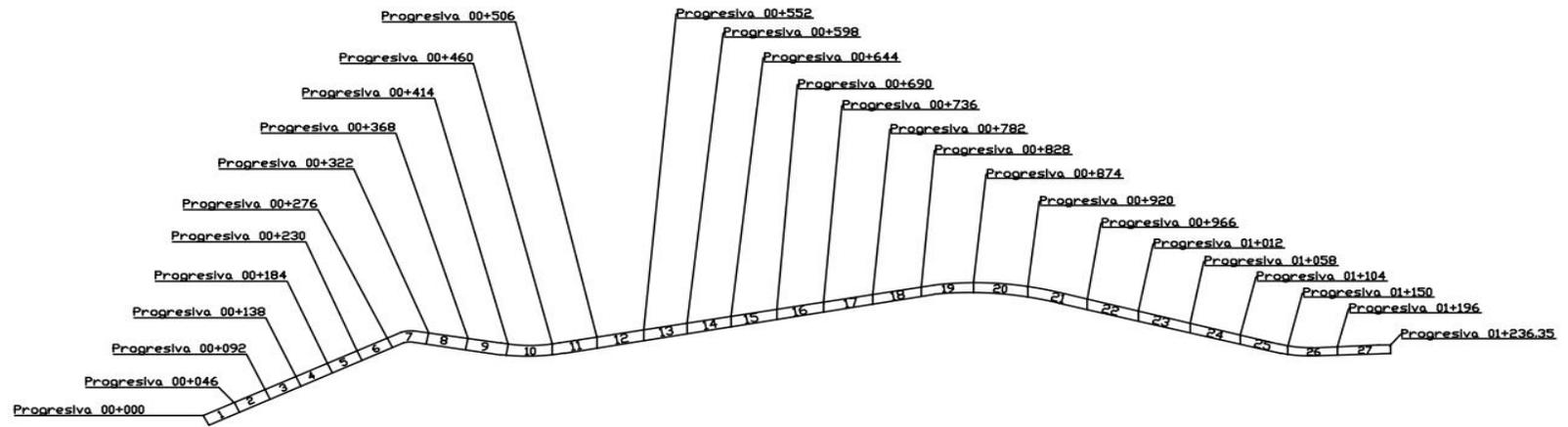
Al Sr. BILLY JACKSON AGREDA LOPEZ, Identificado con DNI, N°74837789, alumno del décimo ciclo de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, a realizar labores de medición e inspección de fallas del pavimento flexible de la avenida Fernando Reusche comprendida entre el tramo de la avenida Casa Hacienda hasta el jirón Comercio, con la finalidad de recaudar información para la elaboración de su tesis denominada: "EVALUACIÓN DE FALLAS Y ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA – JIRÓN COMERCIO, PACHACAMAC, LIMA – 2021", dichas actividades se realizarán en el periodo de tiempo entre el 23 al 25 de Abril del 2021.

Se expide la presente para el trabajo solicitado.

Pachacamac, 22 de Abril del 2021.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
PACHACAMAC
ING. RUBEN DANIEL JUJENÉZ GÓMEZ
SUB GERENTE DE PROYECTOS Y OBRAS PÚBLICAS

Anexo 5 Distribución de muestras del tramo evaluado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	" DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO"		DEPARTAMENTO LIMA	U-01
	ESPECIALIDAD INGENIERIA CIVIL		PROVINCIAS LIMA	
	ELABORADO POR BILLY JACKSON AGREDA LOPEZ		DISTRITOS PACHACAMAC	
			ZONAS CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO PUNTA	
			FECHA ABRIL - 2021	

Anexo 6 Fotografías de trabajo en campo

Falla: Grieta de Borde – Severidad Alta
Muestra: 02
Progresiva: 00+046 – 00+092



Falla: Abultamiento – Severidad Alta
Muestra: 10
Progresiva: 00+414 – 00+460



Falla: Parche – Severidad Media
Muestra: 12
Progresiva: 00+506 – 00+552



Falla: Parche y Huevo – Severidad Media
Muestra: 14
Progresiva: 00+598 – 00+644



Falla: Piel de Cocodrilo – Severidad Media
Muestra: 23
Progresiva: 01+012 – 01+058



Falla: Huevo – Severidad Alta
Muestra: 15
Progresiva: 00+644 – 00+690



Falla: Exudación – Severidad Media
Muestra: 06
Progresiva: 00+230 – 00+276



Falla: Huevo – Severidad Media
Muestra: 16
Progresiva: 00+690 – 00+736



Falla: Parche – Severidad Media
Muestra: 25
Progresiva: 01+104 – 01+150



Falla: Desnivel Carril / Berma – Severidad Media
Muestra: 21
Progresiva: 00+920 – 00+966



Falla: Desprendimiento de agregados – Severidad Alta
Muestra: 14
Progresiva: 00+598 – 00+644



Falla: Grieta Longitudinal – Severidad Media
Muestra: 24
Progresiva: 01+058 – 01+104



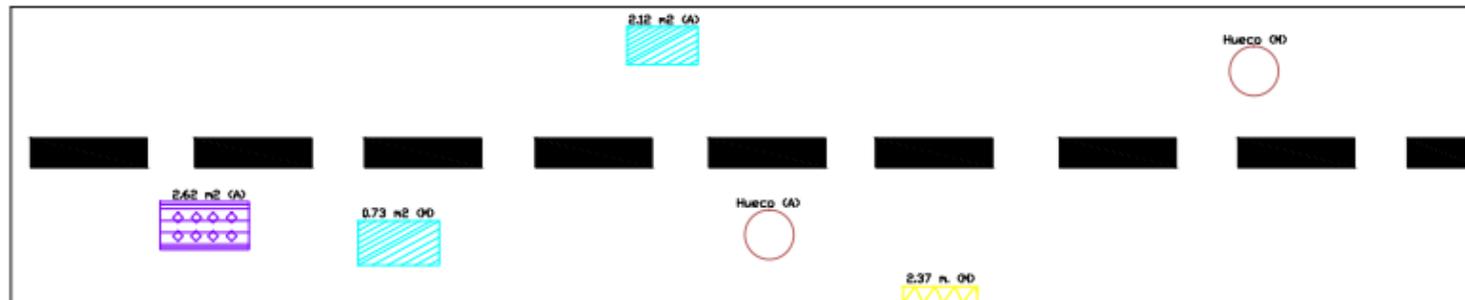
Falla: Grieta de Borde – Severidad Alta
Muestra: 13
Progresiva: 00+552 – 00+598



Toma de fotografías y anotaciones de fallas



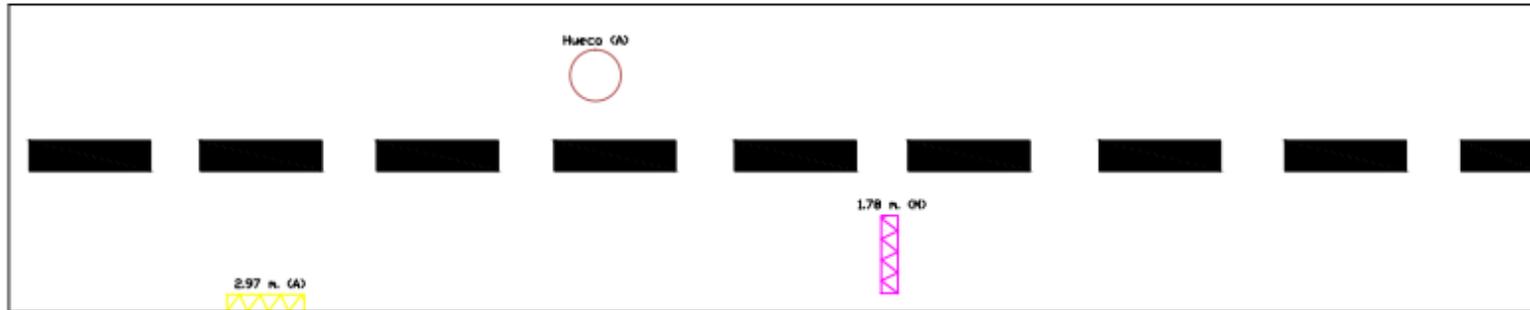
Anexo 7 Esquemas de fallas del pavimento en muestras del tramo



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

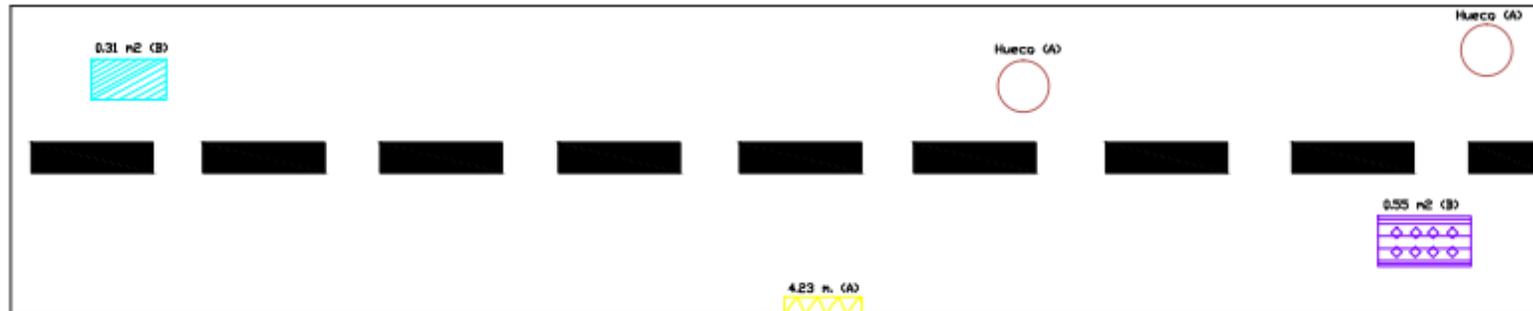
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 01 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		INSTITUCIÓN UCV	U-01
	PROCESO I.E.A.			
	SERVICIO PACHACAMAC			
	TÍTULO INGENIERÍA CIVIL			
AUTOR JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	FECHA Abril - 2021			



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 02 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LIMA	U-02
			PROCESO LIMA	
			SITIO PACHACAMAC	
			TÍTULO PAV. CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO	
	ELABORADO POR BILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	INGENIERIA CIVIL	FECHA Abril - 2021	



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



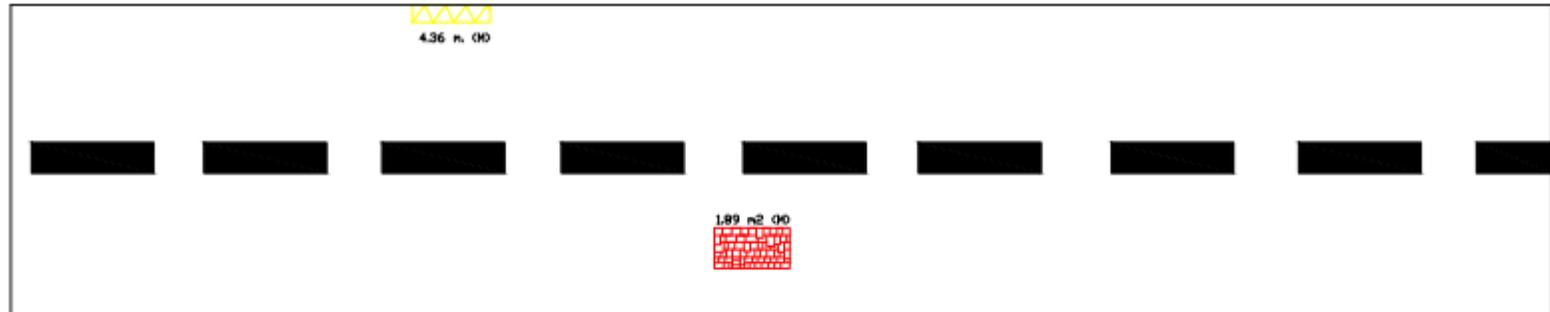
* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 03 DEL TRAMO:
AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*

ESPECIALIDAD: INGENIERIA CIVIL

ELABORADO POR: JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ

DEPARTAMENTO: LIMA
PROVINCIA: LIMA
DISTRITO: PACHACAMAAC
FECHA: 14/04/2021

U-03



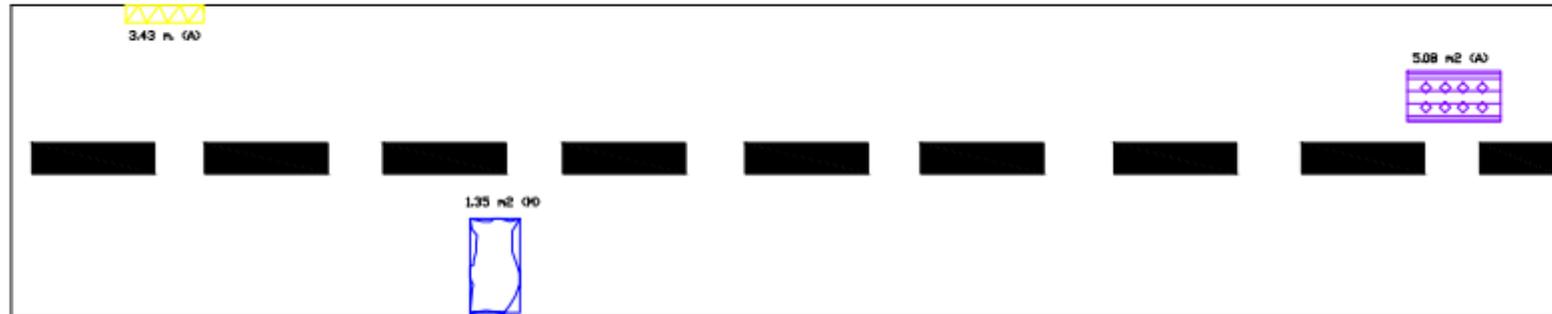
Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



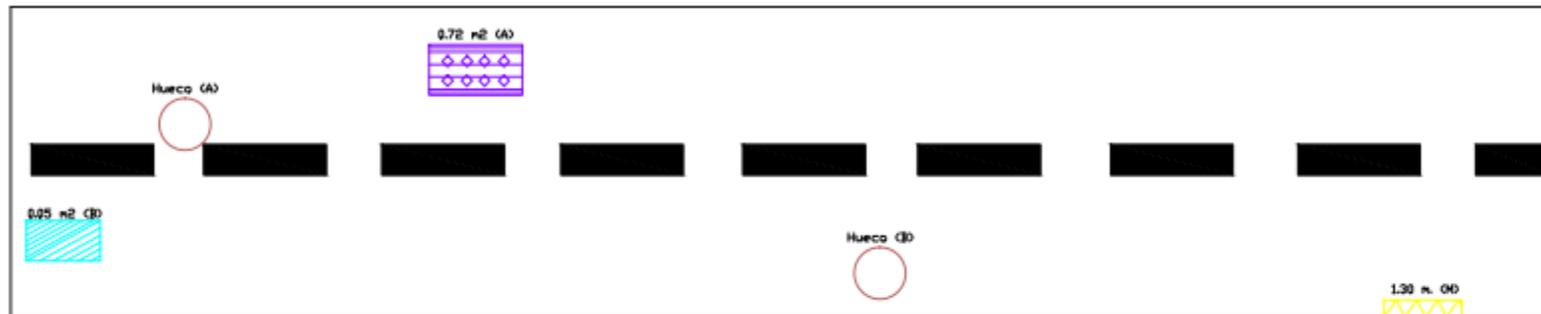
* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 07 DEL TRAMO:
 AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*

ESPECIALIDAD: INGENIERIA CIVIL

ELABORADO POR: JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ

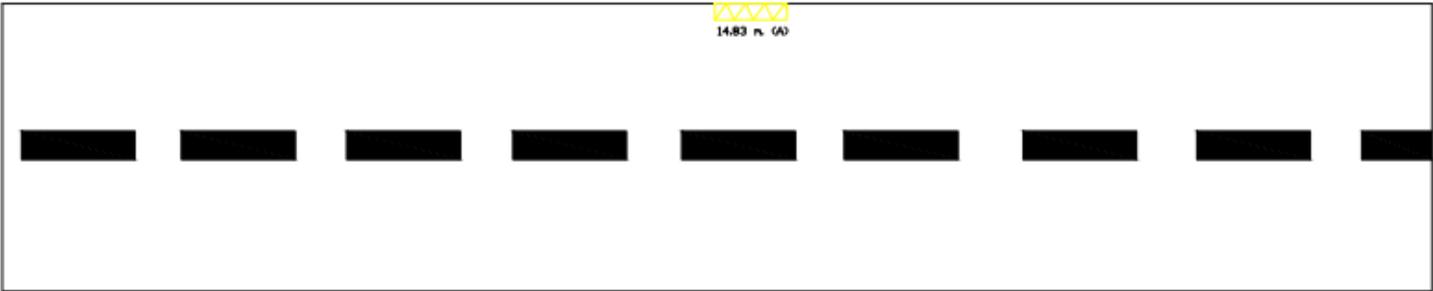
DEPARTAMENTO: LIMA
 PROCESO: LIMA
 SERVICIO: PASADISAMAC
 TRAMO: AV. CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO
 FECHA: ABR - 2021

U-07



Leyenda

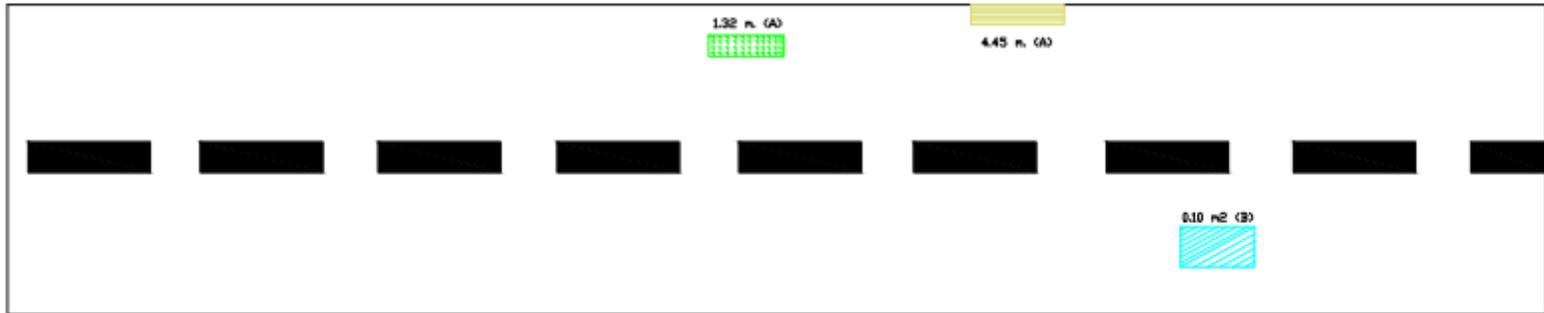
Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



Leyenda

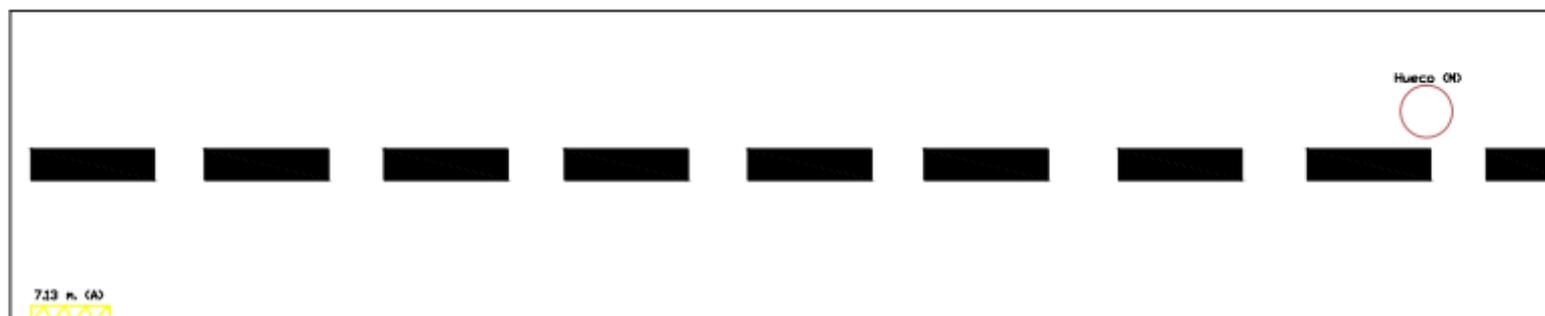
Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 09 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LIMA	U-09
	PROCESO TEMA		PROVINCIAS PACHACAMAC	
	ESPECIALIDAD INGENIERIA CIVIL		TALLER PACHACAMAC - LIMA - JIRÓN COMERCIO	
	ELABORADO POR JELLY JACKSON AGREDA LOPEZ		FECHA Abr - 2021	



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

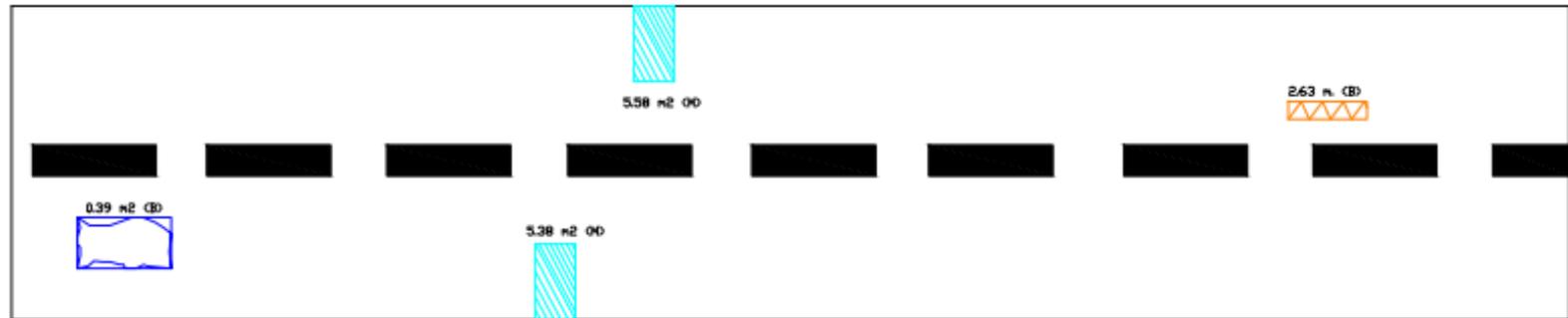


Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

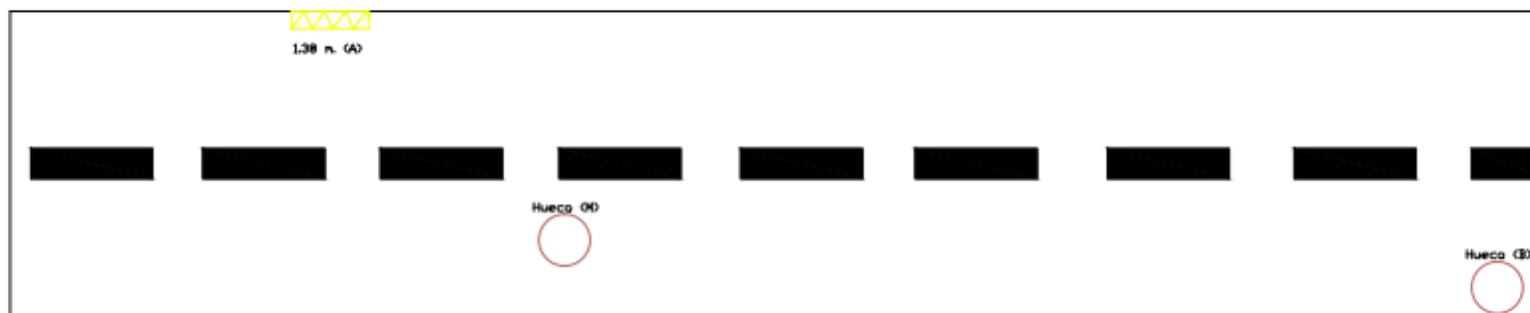
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 11 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LIMA
	ESPECIALIDAD	INGENIERIA CIVIL	PROYECTO LIMA
	ELABORADO POR	JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	SISTEMA PACHACAMAC
			FECHA Abril 2021

U-11



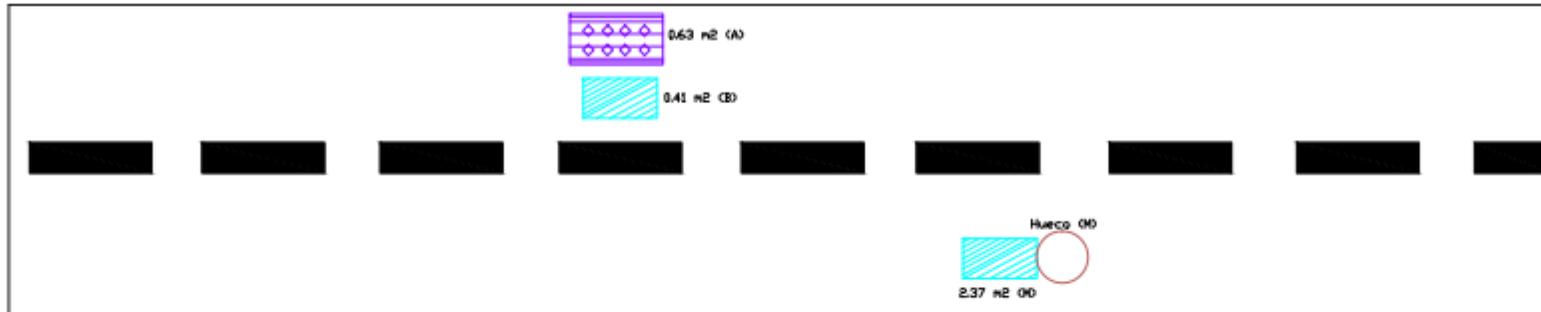
Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



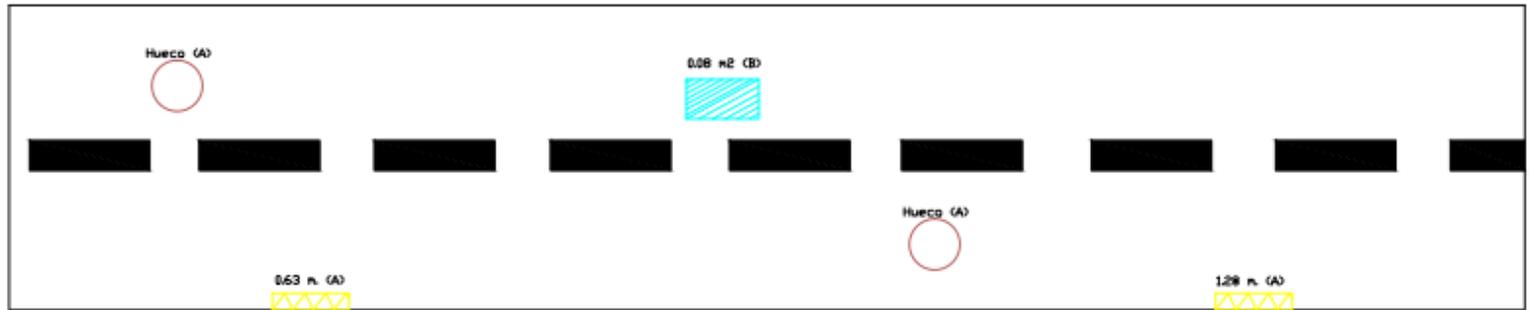
Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



Leyenda

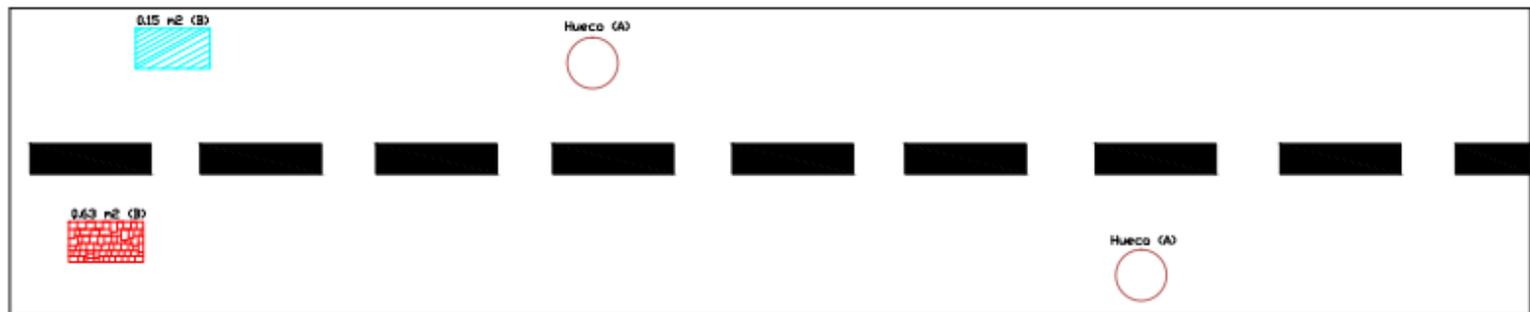
Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 15 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LEIMA	<h1>U-15</h1>
	ESPECIALIDAD INGENIERIA CIVIL		PROCESO LEIMA	
EJECUCION POR JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ		MUNICIPIO PACHACAMAC	TRAZO AV. CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO	
		FECHA Abril - 2021		



Leyenda

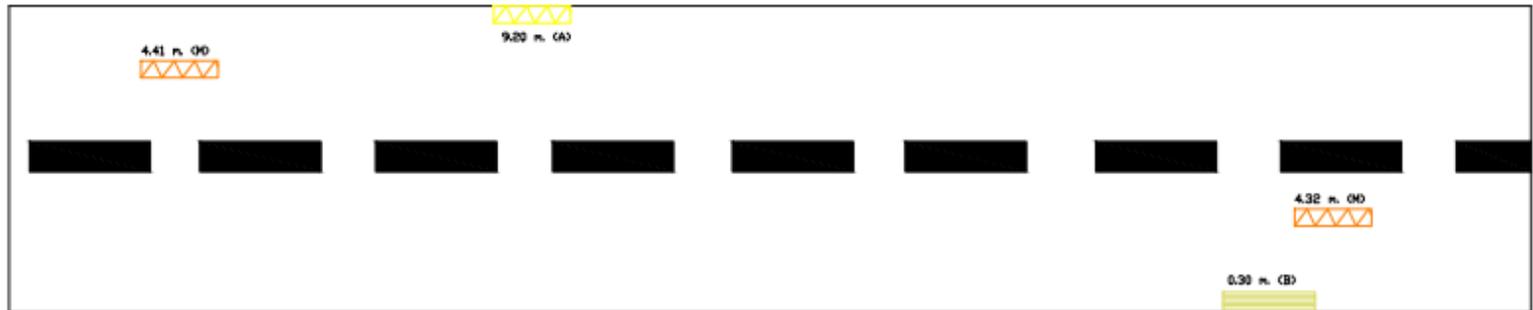
Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 17 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LEMA
			PROVINCIA LEMA
			DISTRITO PACHACAMAC
			TRABAJO AV. CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO
	COORDINADOR INGENIERIA CIVIL		FECHA ABRIL-2021
	ELABORADO POR JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ		



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					



* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 16 DEL TRAMO:
AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*

ESPECIALIDAD

INGENIERIA CIVIL

ELABORADO POR

JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ

DEPARTAMENTO
UNIVERSIDAD
PROVINCIA
DISTRITO
CANTÓN
PACHACAMAC
CALLE
CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO
FECHA
Abril - 2021

U-18



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

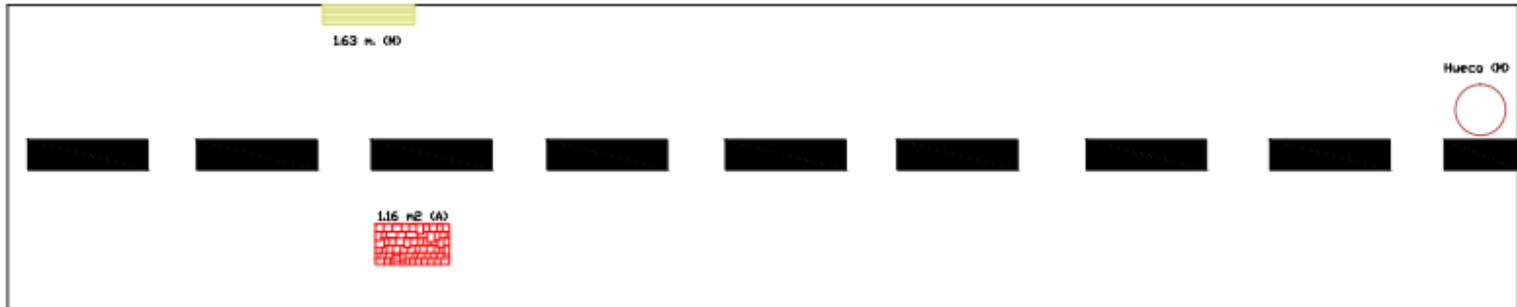
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 19 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LEMA	U-19
			PROYECTO LEMA	
			UNIVERSIDAD PACHACAMAC	
			TÍTULO POLYMER MODIFIED ASPHALT PAVEMENT	
	INGENIERIA CIVIL	ELABORADO POR JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	FECHA Abril - 2021	



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

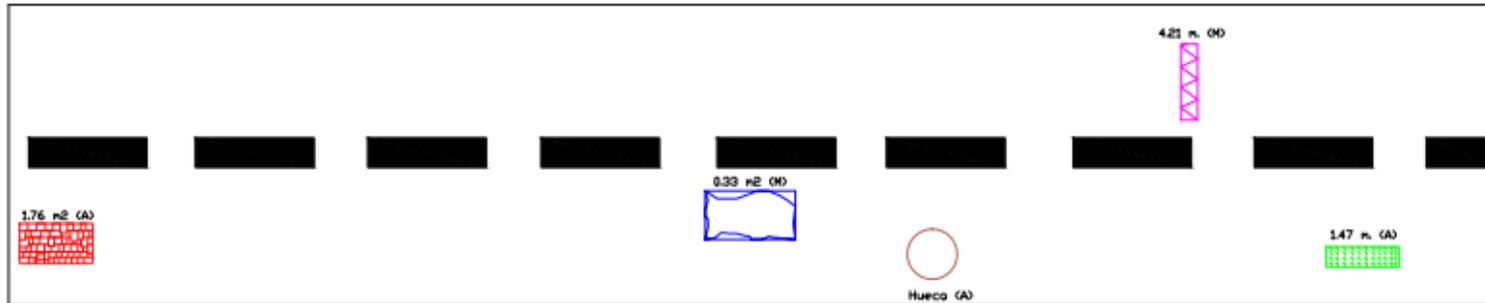
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 20 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LEIMA	U-20
			PROCESO LEIMA	
			SERVICIO PACHACAMAC	
			TRAZO PZ-CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO	
	ESPECIALIDAD INGENIERIA CIVIL	ELABORADO POR JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	FECHA Abril - 2021	



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

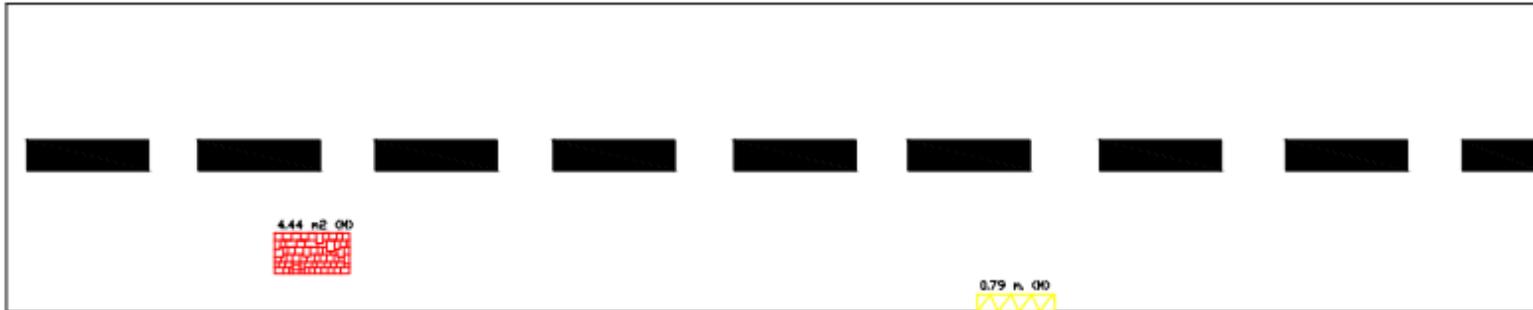
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 21 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LIMA	U-21
	ESPECIALIDAD INGENIERIA CIVIL	REGION PACHACAMAC		
	ELABORADO POR JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	TITULO PACHACAMAC - LIMA - PACHACAMAC		
			FECHA Abril - 2021	



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 10 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*	DEPARTAMENTO UCV	<h1>U-22</h1>
	ESPECIALIDAD INGENIERIA CIVIL	PROYECTO UCV	
	ESCENARIO PUN LILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	SEMESTRE PACINACAMAC	
		TÍTULO PAVIMENTOS EN CARRETERAS - JIRÓN COMERCIO	
		AÑO 2021	



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

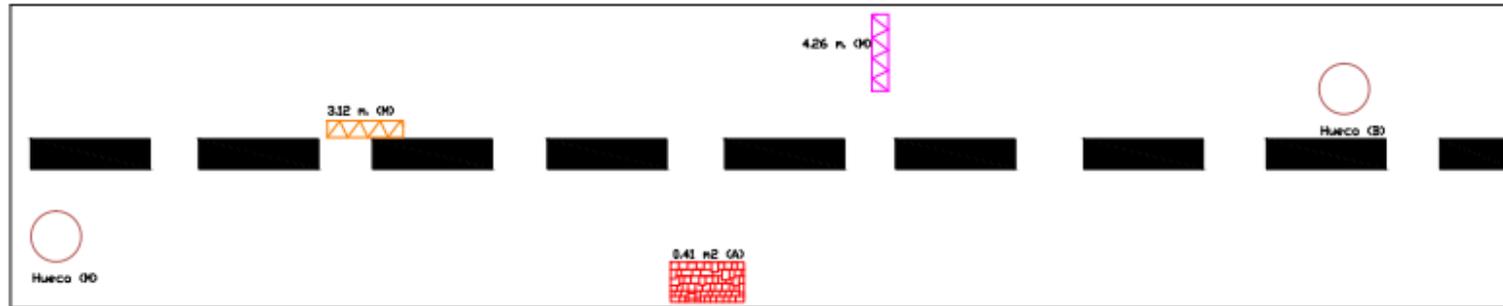


* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 23 DEL TRAMO:
AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*

COORDINADO POR: INGENIERIA CIVIL
ELABORADO POR: JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ

DEPARTAMENTO: LEIMA
PROYECTO: LEIMA
SERVIDOR: PACHACAMAC
TRAMO: AV. CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO
FECHA: Abril - 2021

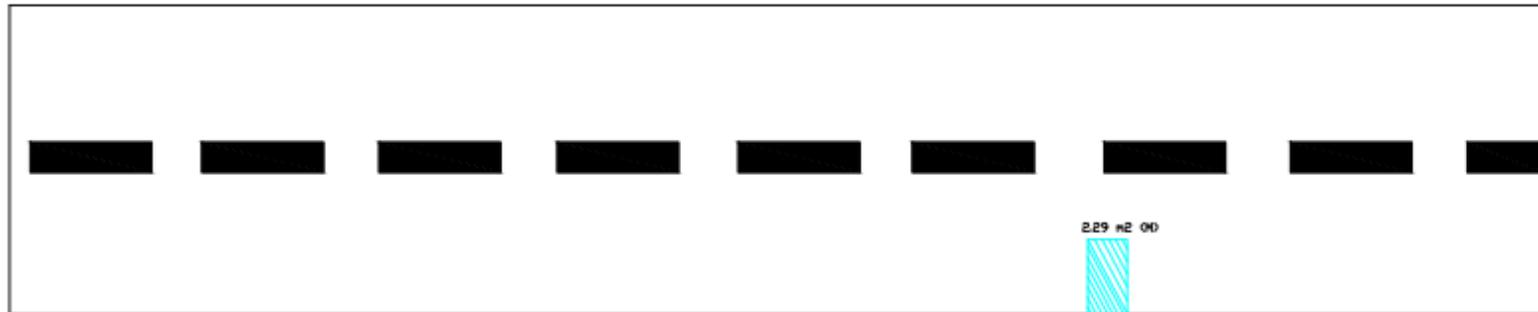
U-23



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

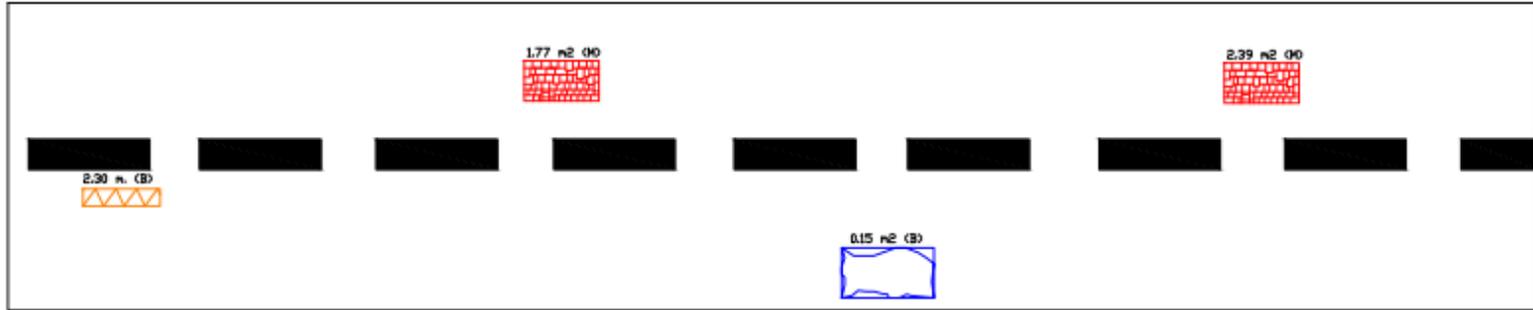
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 24 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LIMA	U-24
	PROFESOR LIMA	ESPECIALIDAD INGENIERIA CIVIL	INSTITUTO PACHACAMAC	
ELABORADO POR JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ			TITULO INGENIERIA CIVIL	
			FECHA Abril - 2021	



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

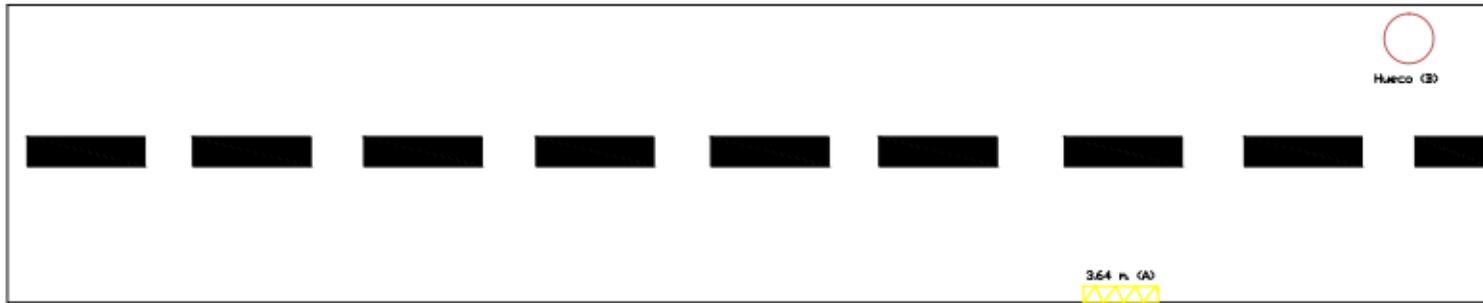
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 25 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*	<small>DEPARTAMENTO</small> UCV	<h1>U-25</h1>
	<small>ESPECIALIDAD</small> INGENIERIA CIVIL	<small>PROVINCIA</small> UCV	
<small>ELABORADO POR</small> JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	<small>REGION</small> UCV	<small>FECHA</small> 2021	
	<small>INSTITUCION</small> UCV	<small>FECHA</small> 2021	



Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 26 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO LIMA	U-26
	ESPECIALIDAD INGENIERÍA CIVIL	REGIONES PACHACAMAC		
	ELABORADO POR JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	TRAZO AV. CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO		
		FECHA Abril - 2021		



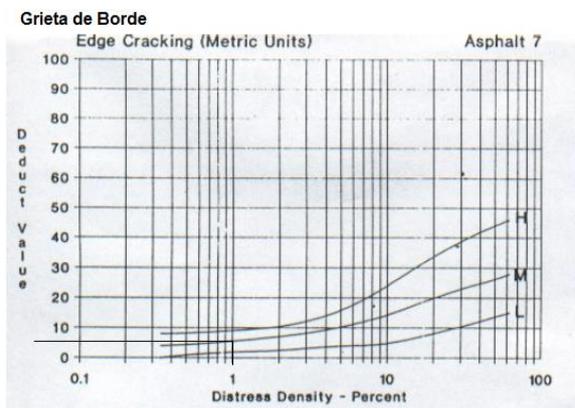
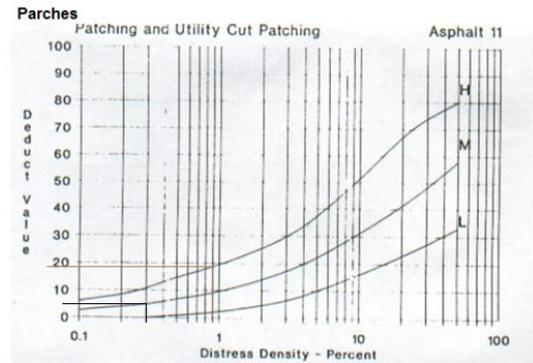
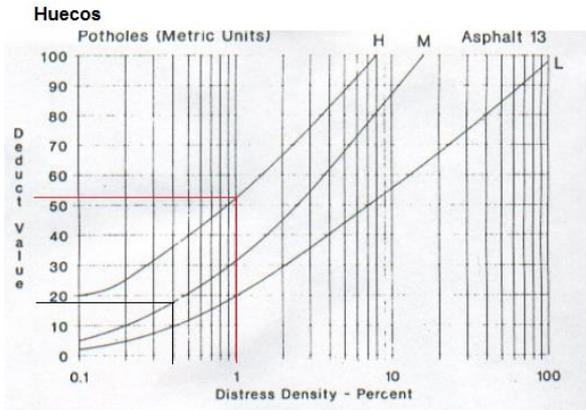
Leyenda

Parche		Grieta de borde		Desnivel carril / berma	
Hueco		Grieta longitudinal		Exudación	
Abultamiento		Grieta transversal		Desprendimiento de agregados	
Piel de cocodrilo					

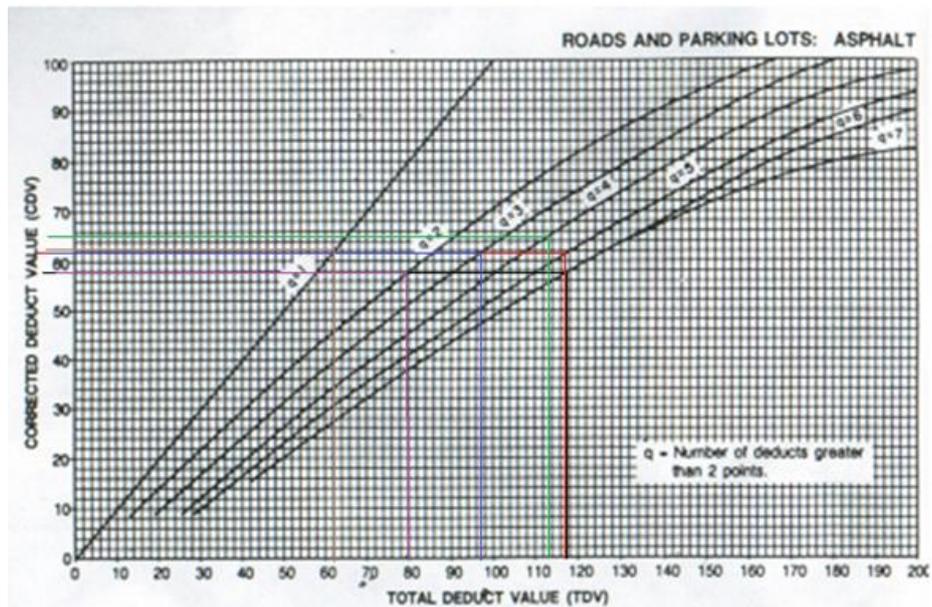
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	* FALLAS DEL PAVIMENTO DE MUESTRA 27 DEL TRAMO: AVENIDA CASA HACIENDA - JIRÓN COMERCIO*		DEPARTAMENTO ILLA	U-27
			PROVINCIA ILLA	
		ESPECIALIDAD INGENIERIA CIVIL	DISTRITO PACHACAMAC	
		ELABORADO POR JILLY JACKSON AGREDA LOPEZ	TÍTULO CALIDAD Y SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN FECHA ABRIL - 2021	

Anexo 8 Curvas de valores deducidos para fallas del método PCI utilizadas

Curvas de Valores Deducidos, Muestra 1

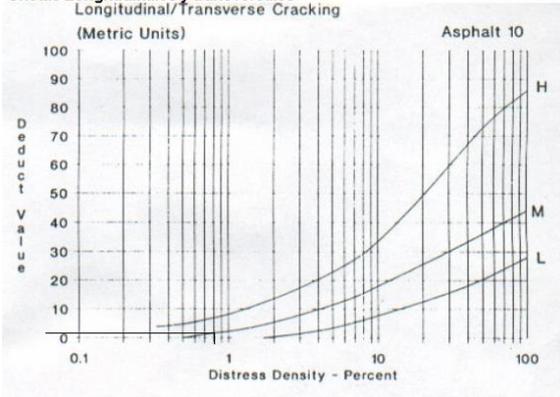


Curva de obtención de CDV

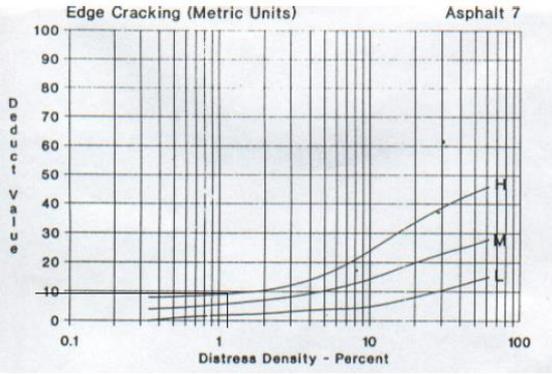


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 2

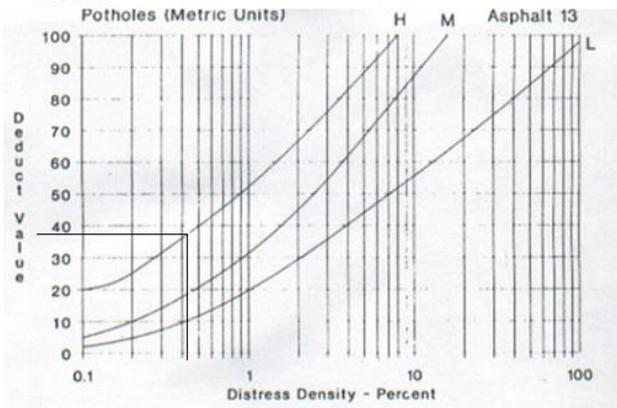
Grietas Longitudinales y transversales



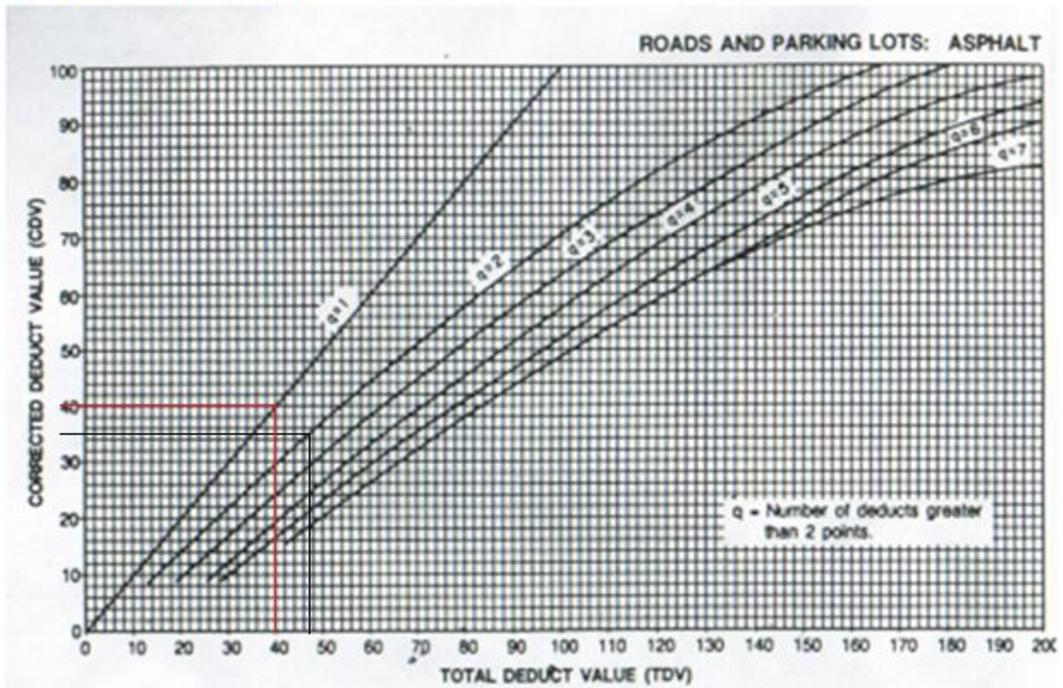
Grieta de Borde



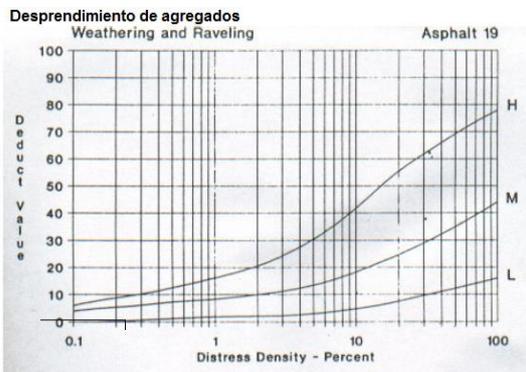
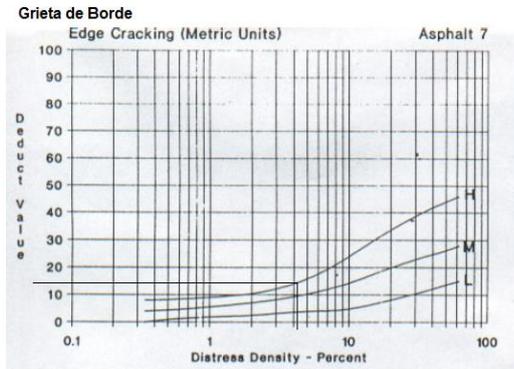
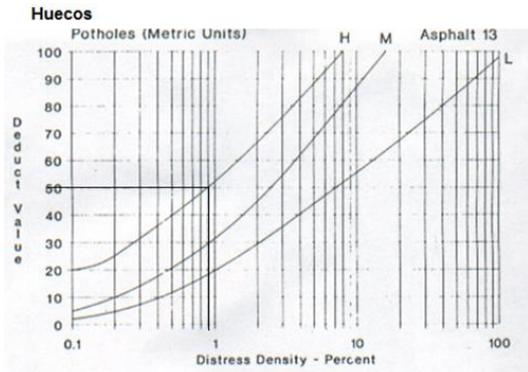
Huecos



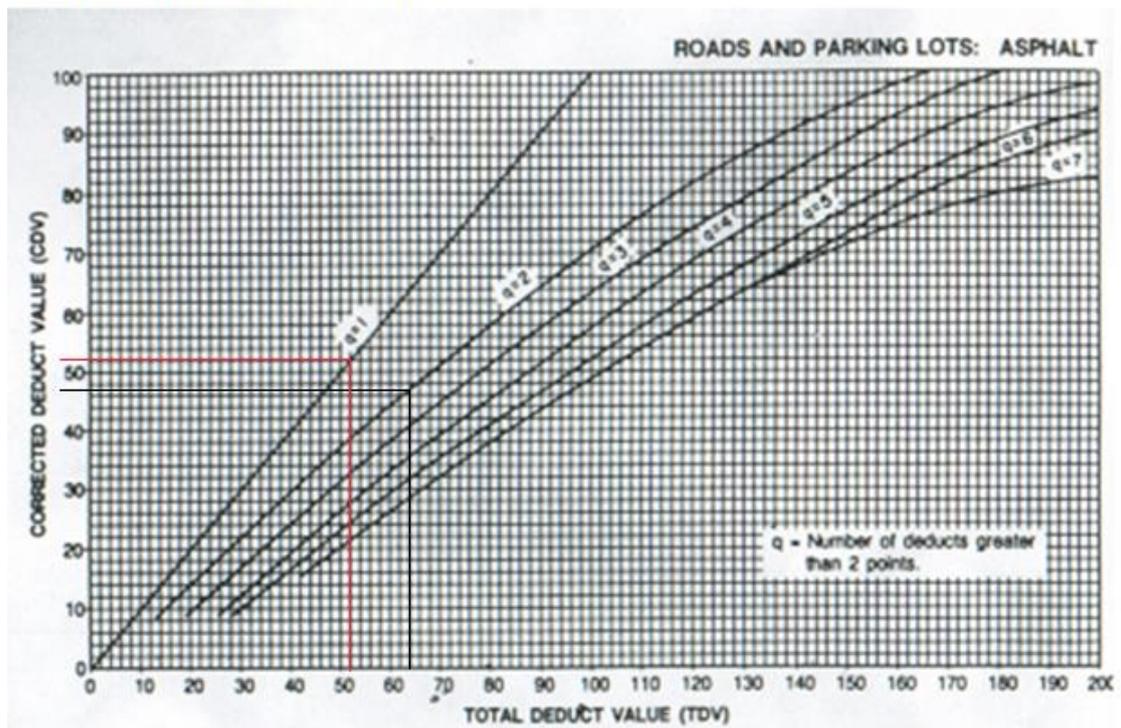
Curva de obtención de CDV



Curvas de Valores Deducidos, Muestra 3

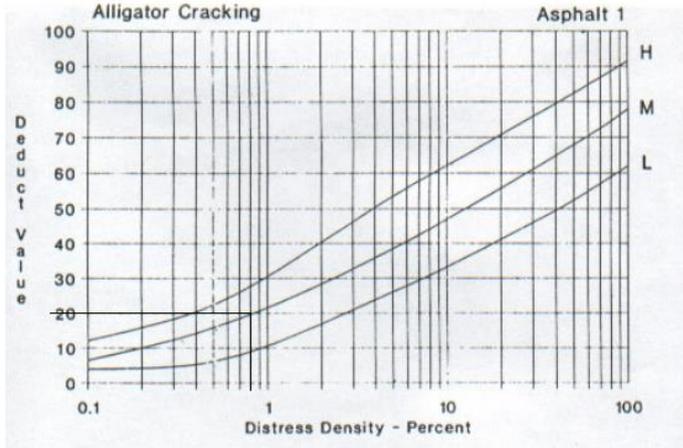


Curva de obtención de CDV

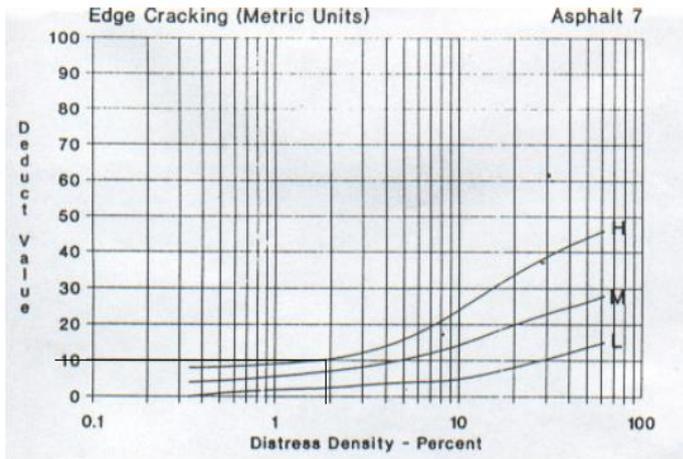


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 4

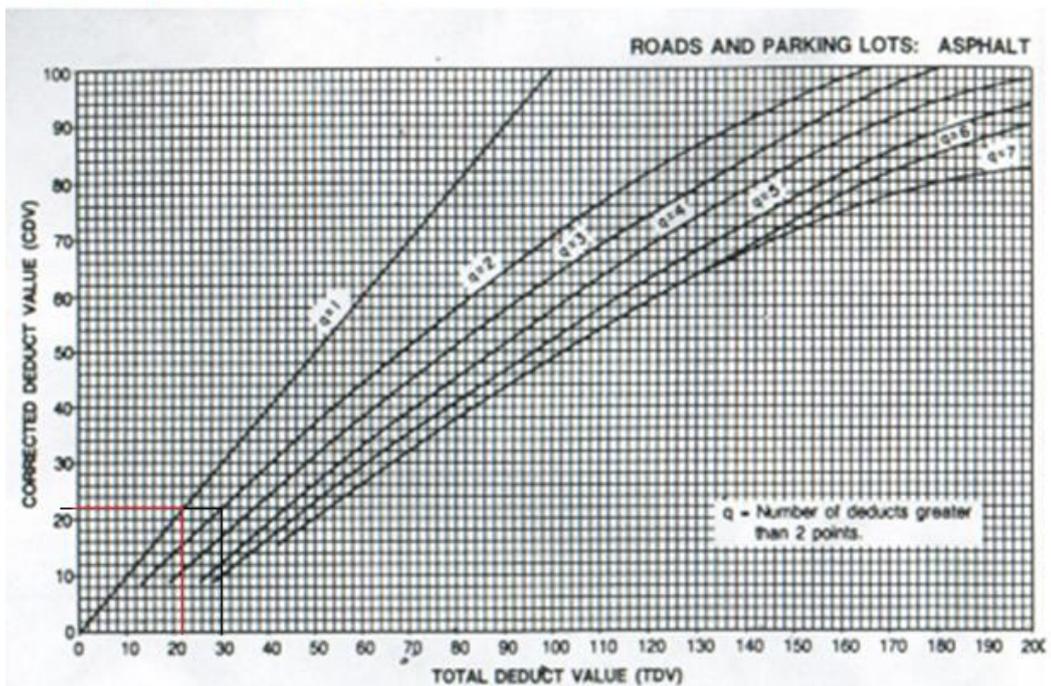
Piel de Cocodrilo



Grieta de Borde

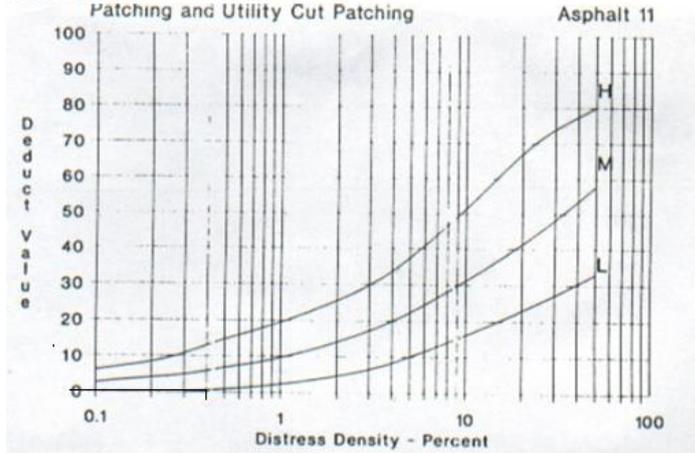


Curva de obtención de CDV

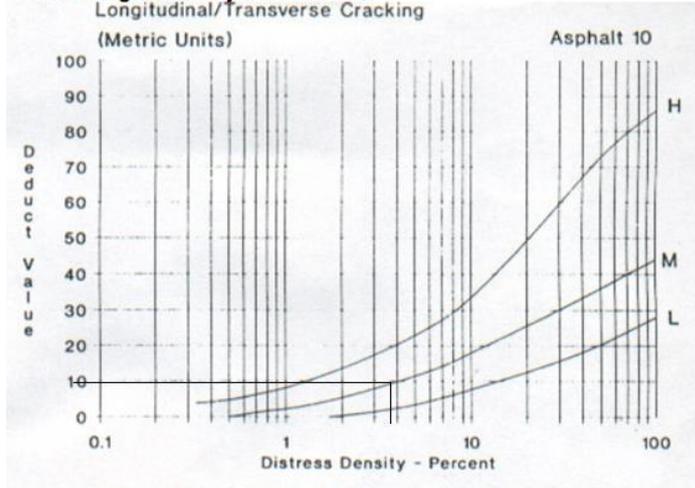


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 5

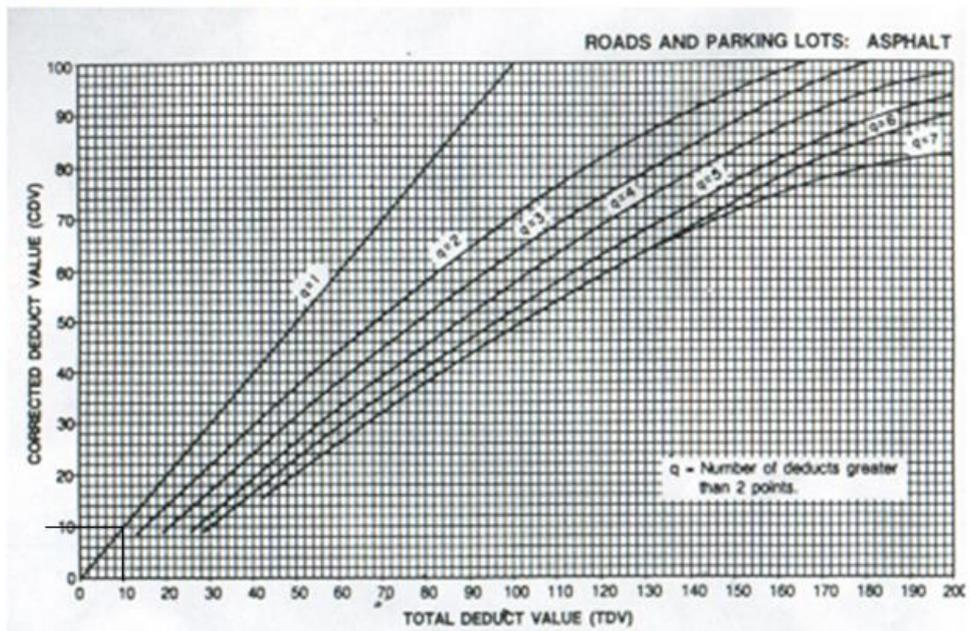
Parches



Grietas Longitudinales y transversales

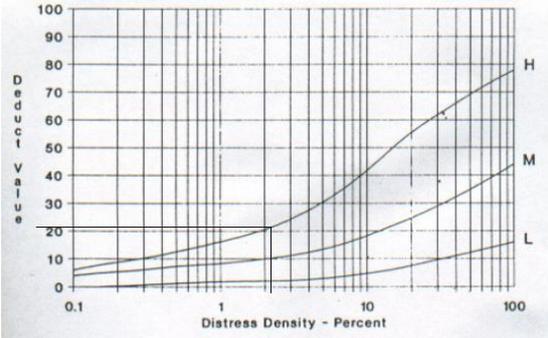


Curva de obtención de CDV

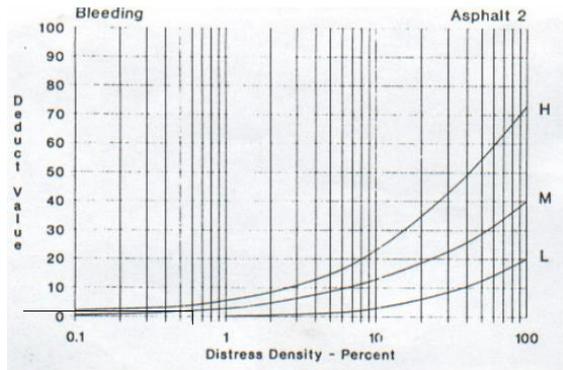


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 6

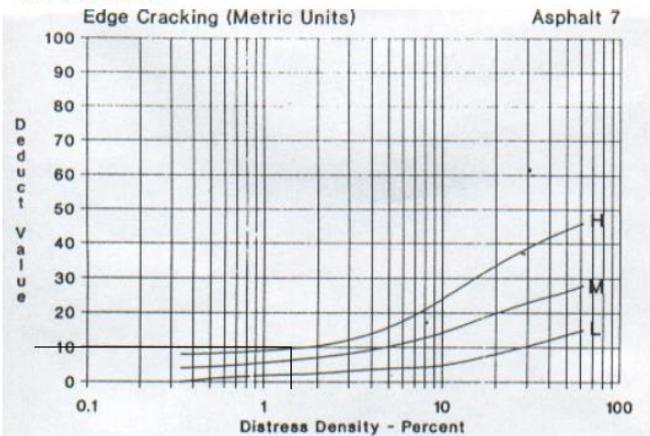
Desprendimiento de agregados
Weathering and Raveling



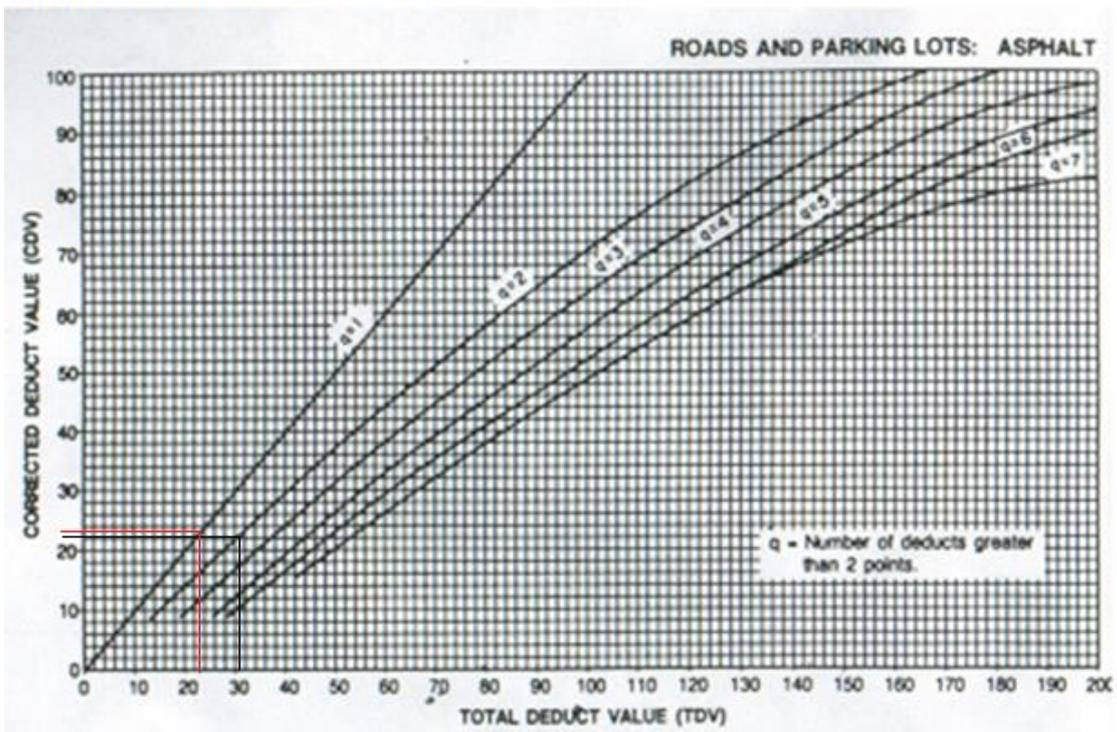
Exudación



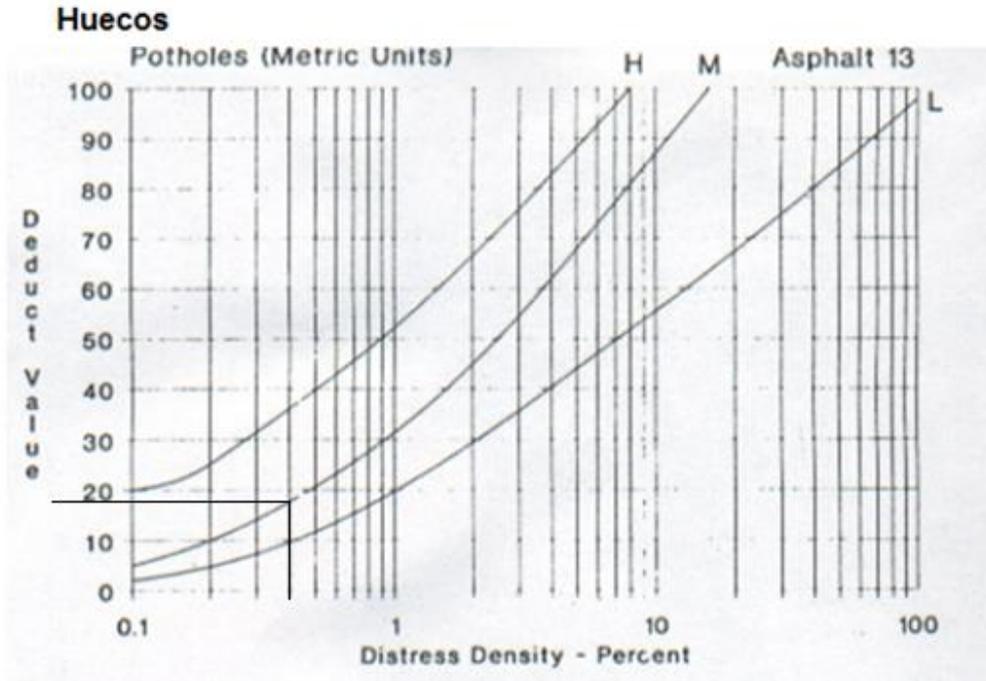
Grieta de Borde



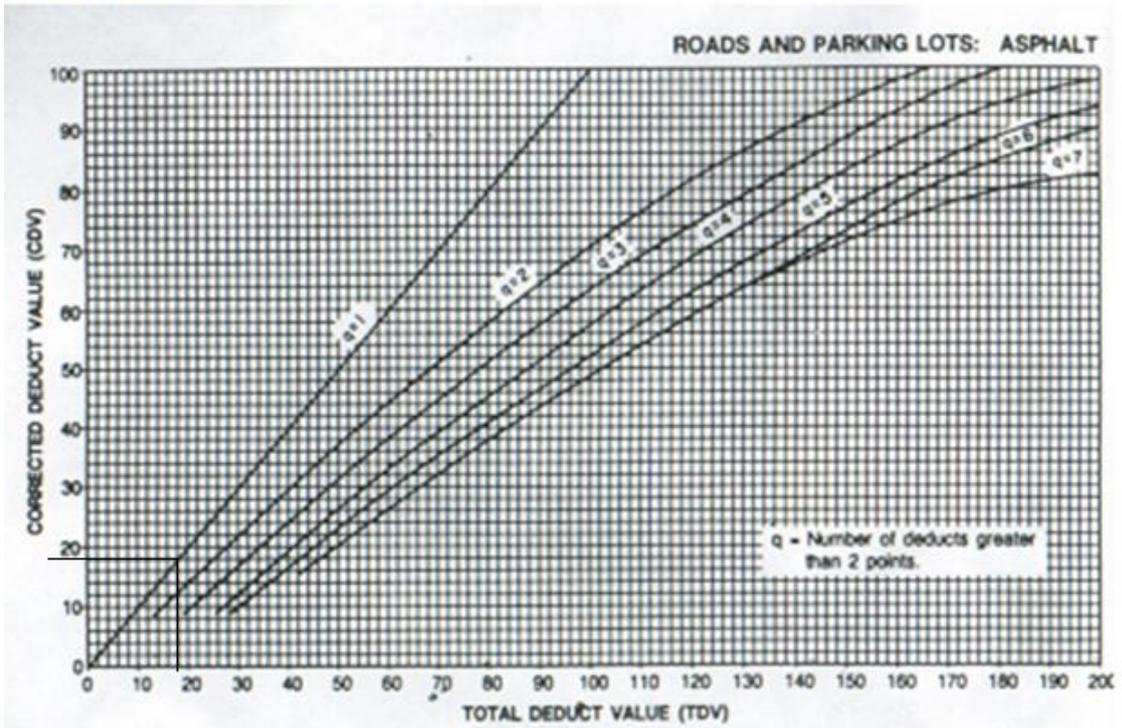
Curva de obtención de CDV



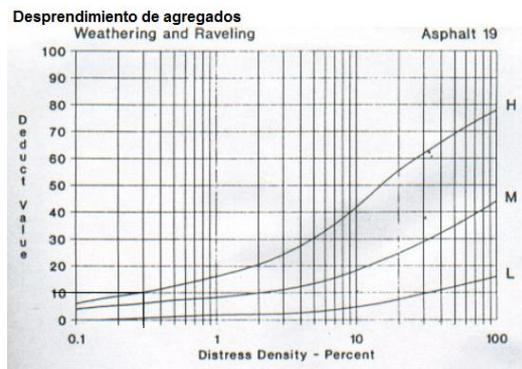
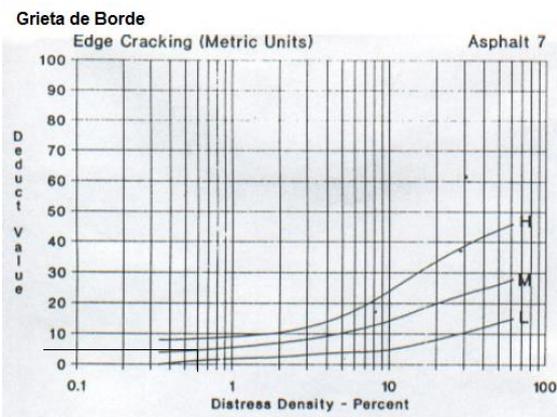
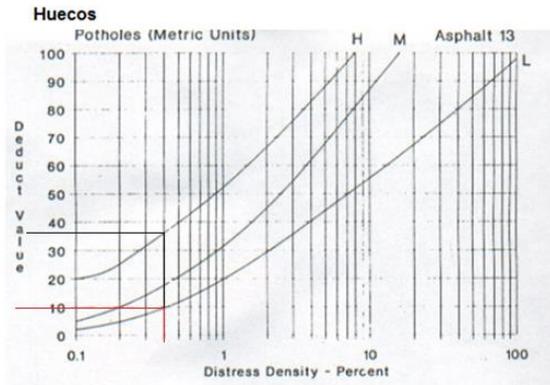
Curvas de Valores Deducidos, Muestra 7



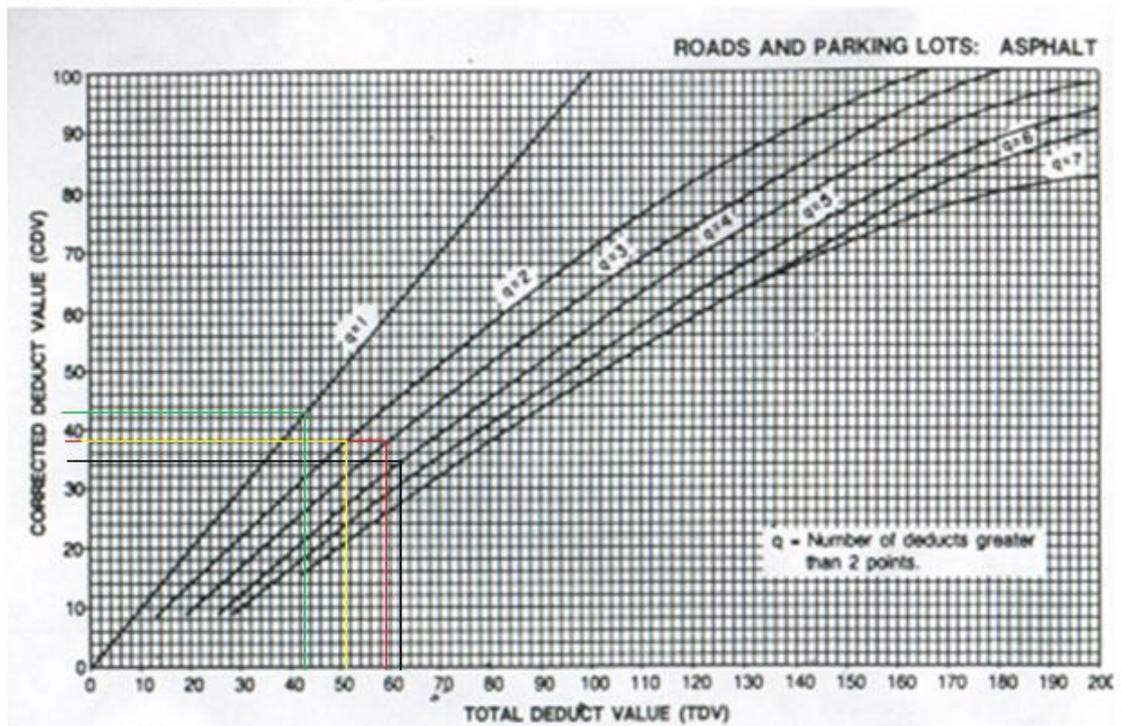
Curva de obtención de CDV



Curvas de Valores Deducidos, Muestra 8

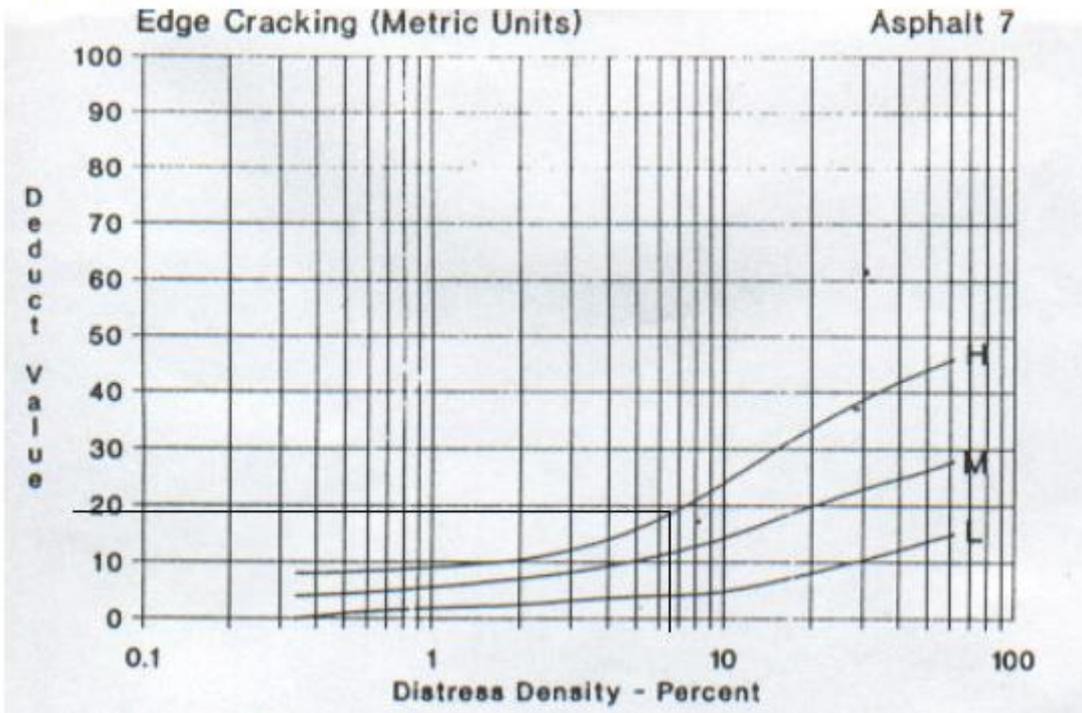


Curva de obtención de CDV

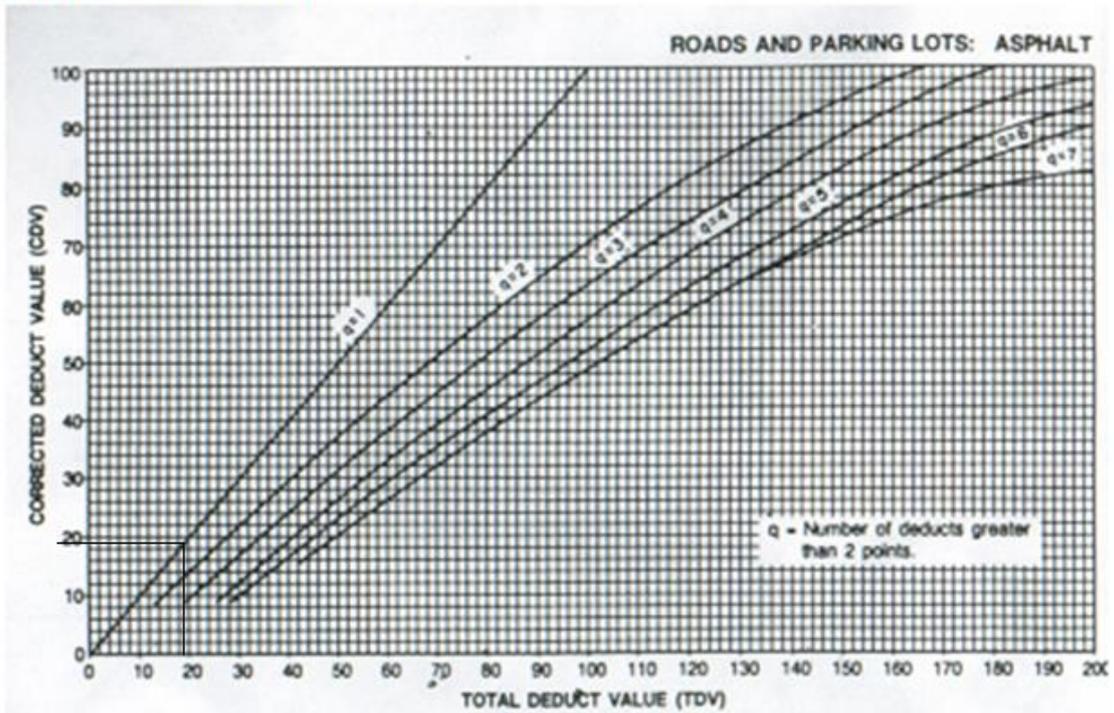


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 9

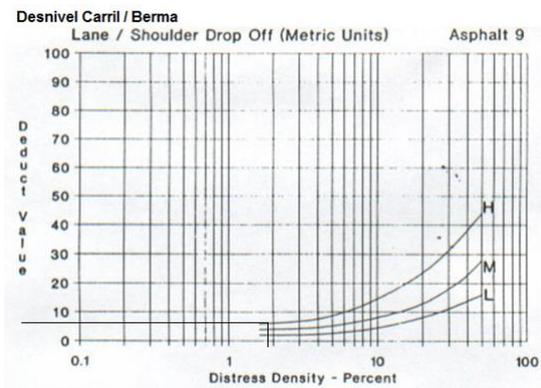
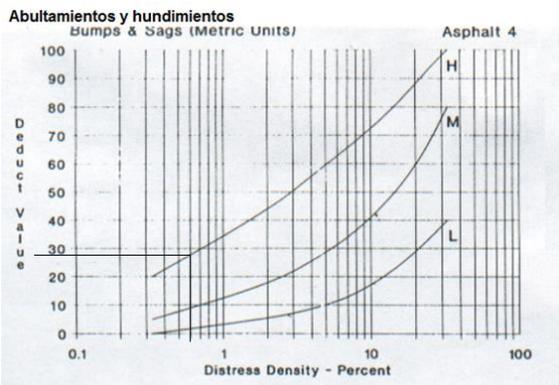
Grieta de Borde



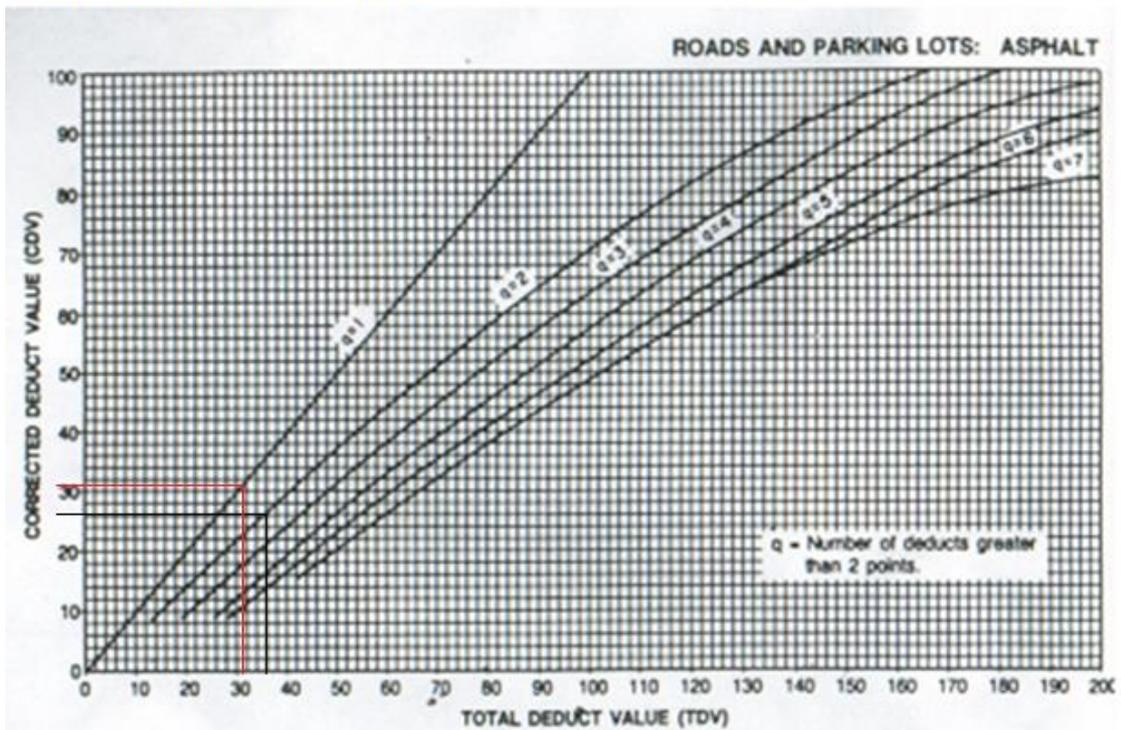
Curva de obtención de CDV



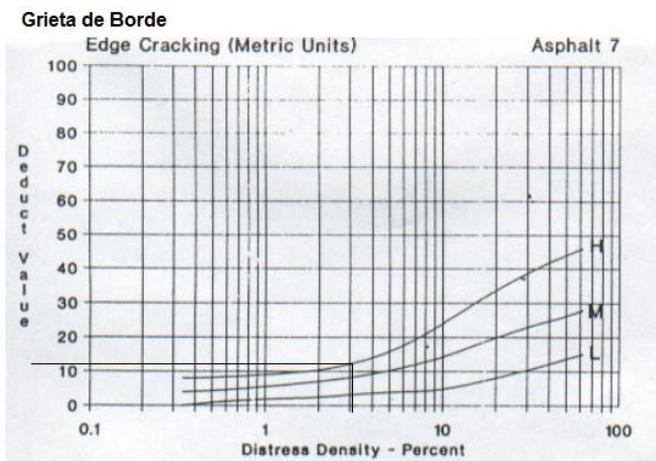
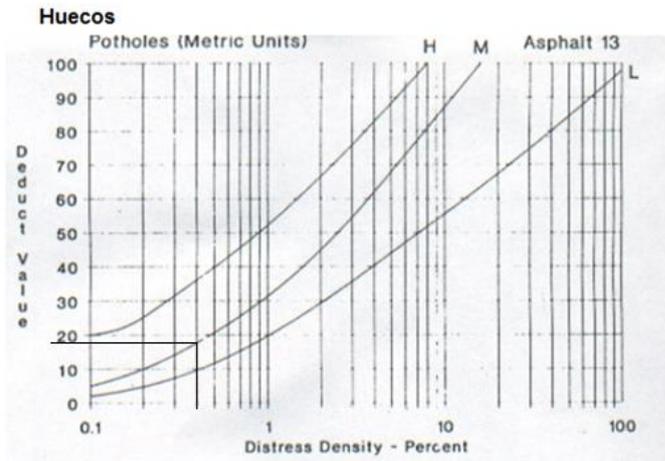
Curvas de Valores Deducidos, Muestra 10



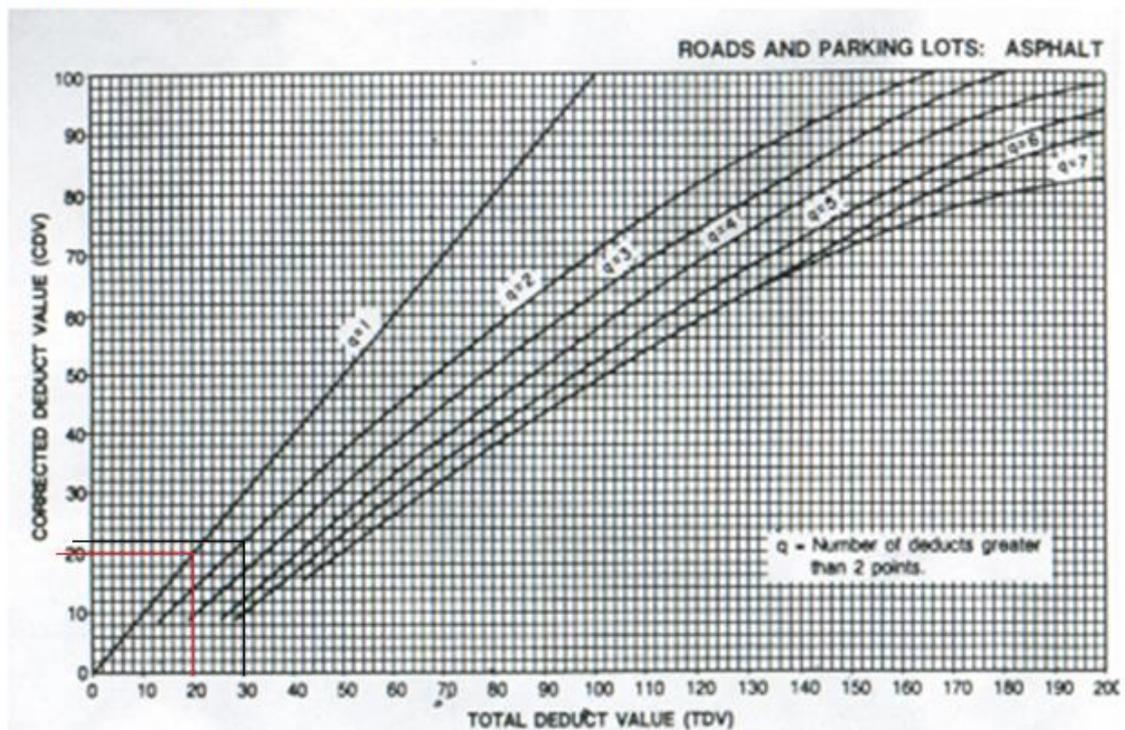
Curva de obtención de CDV



Curvas de Valores Deducidos, Muestra 11

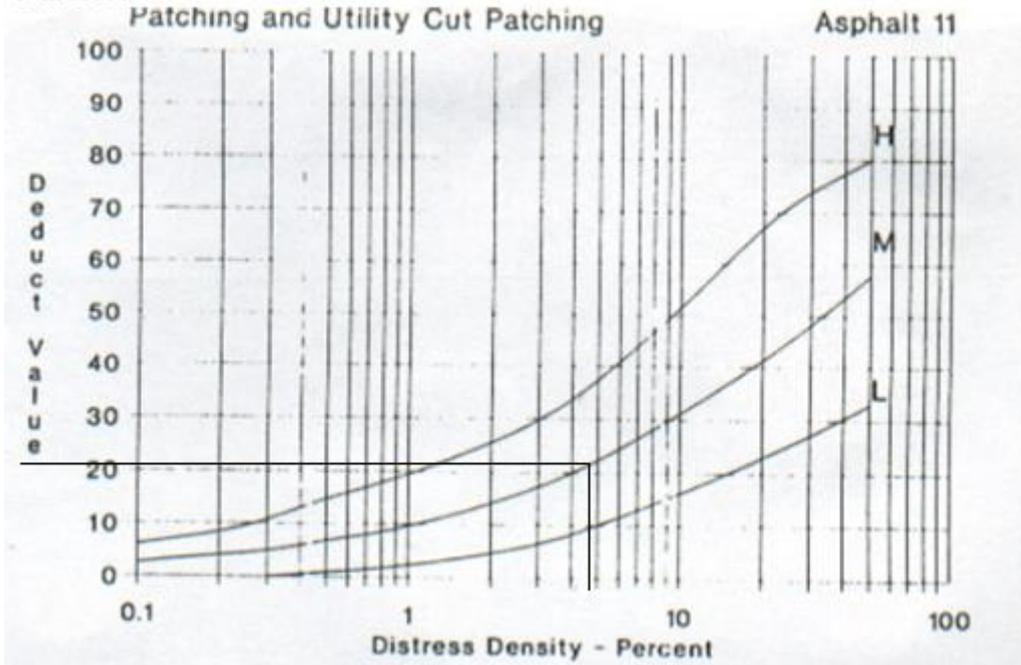


Curva de obtención de CDV

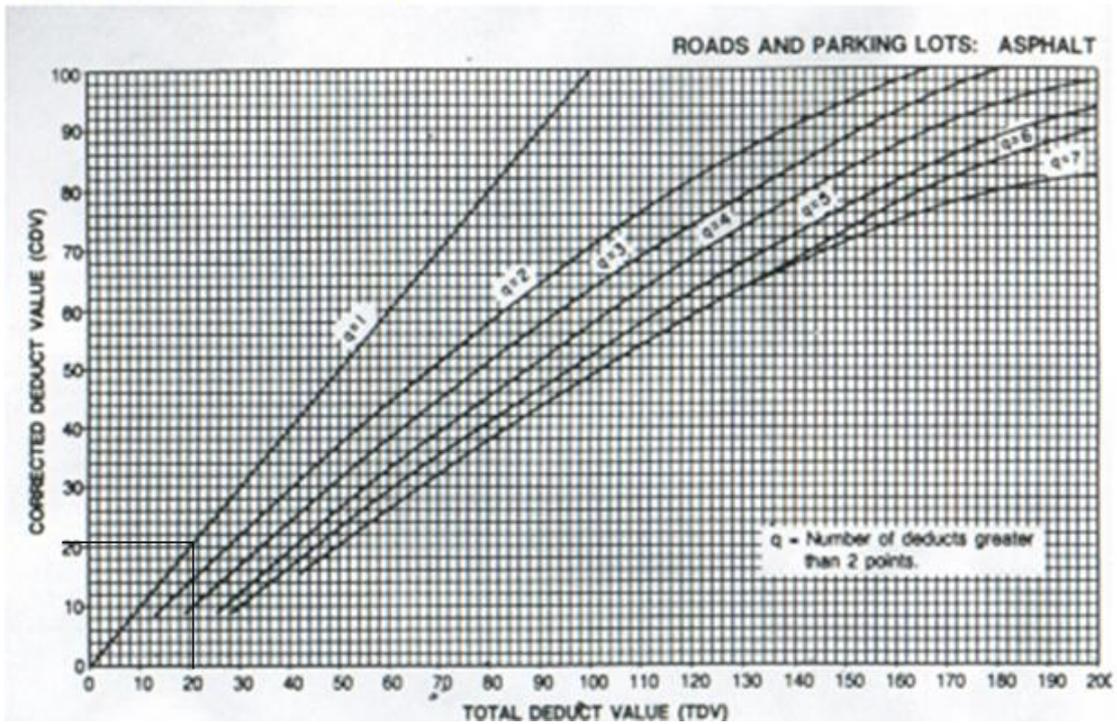


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 12

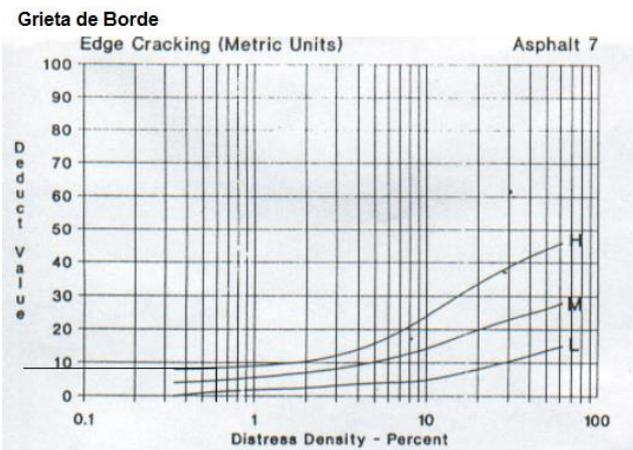
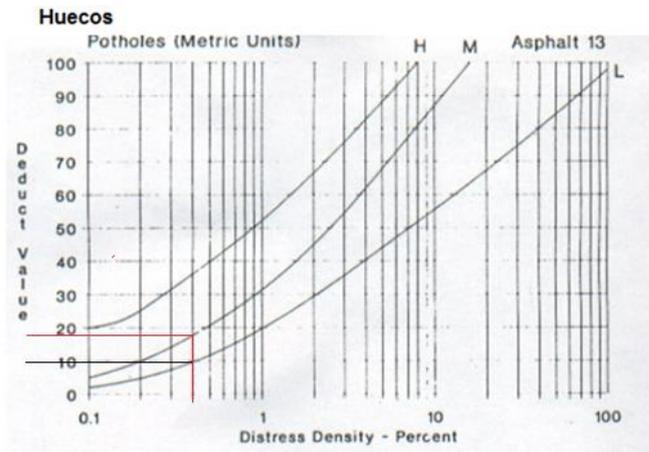
Parches



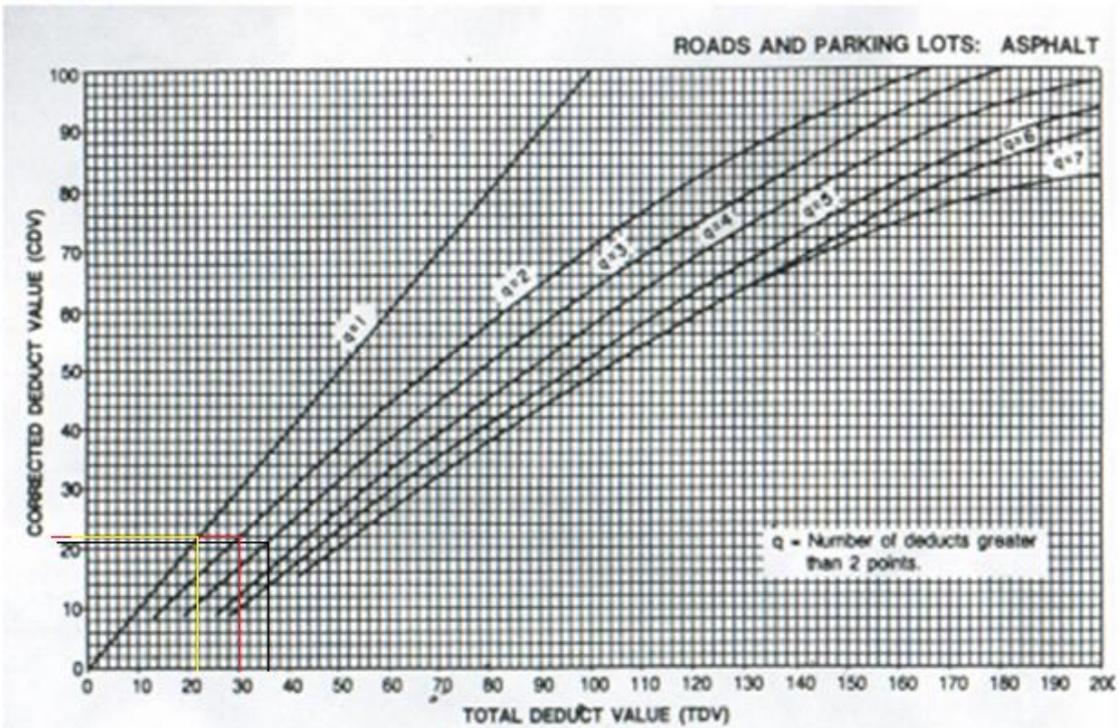
Curva de obtención de CDV



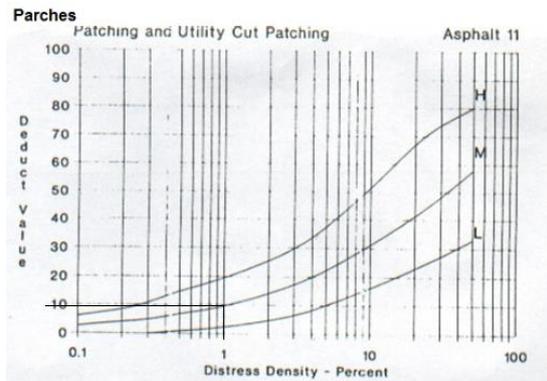
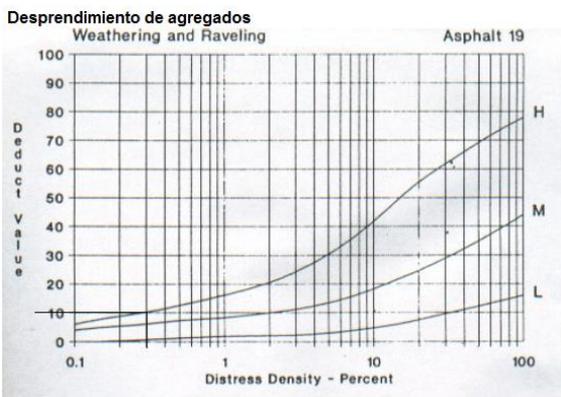
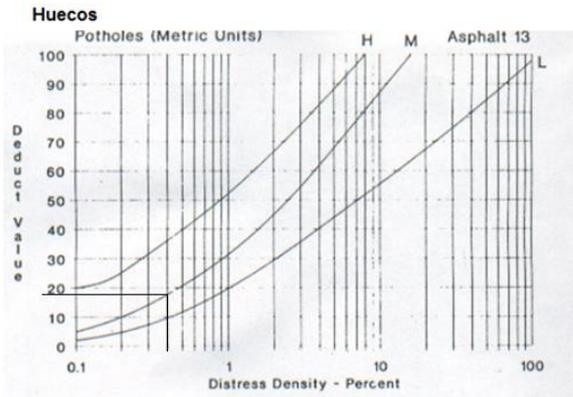
Curvas de Valores Deducidos, Muestra 13



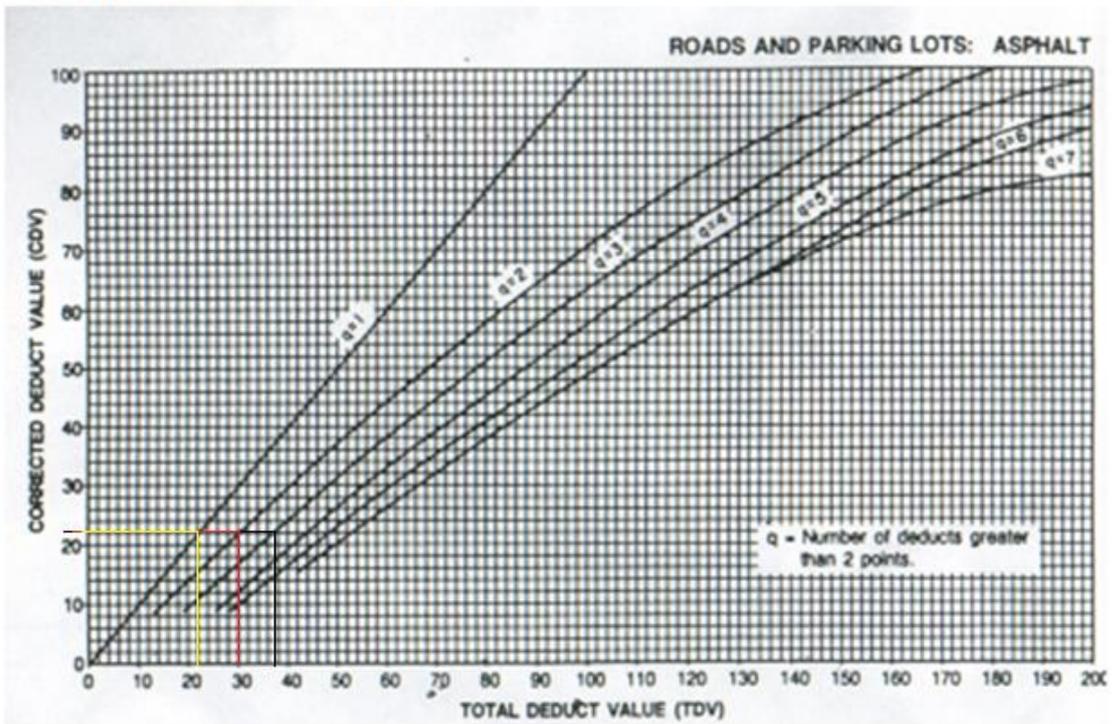
Curva de obtención de CDV



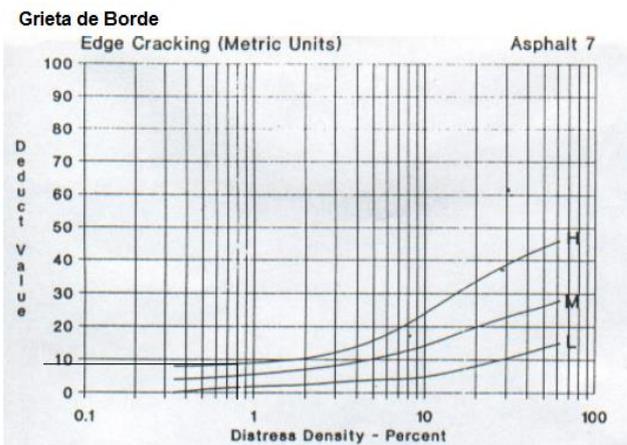
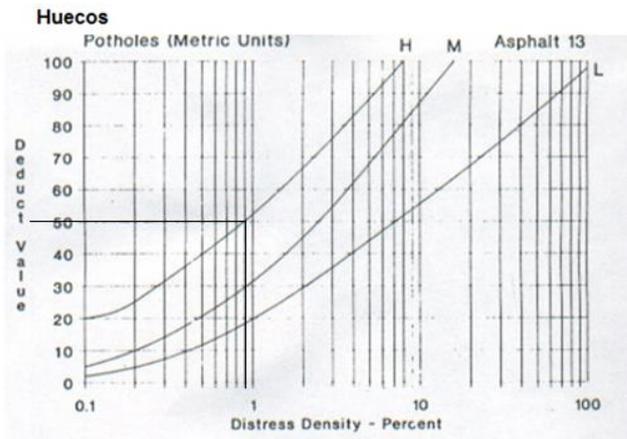
Curvas de Valores Deducidos, Muestra 14



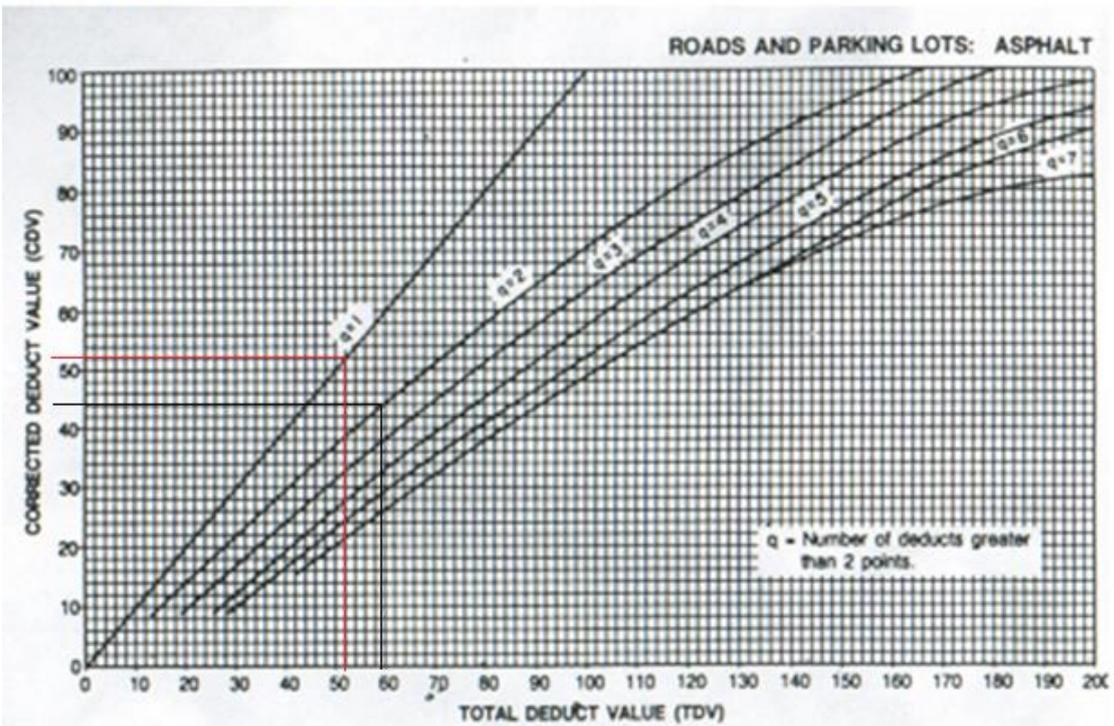
Curva de obtención de CDV



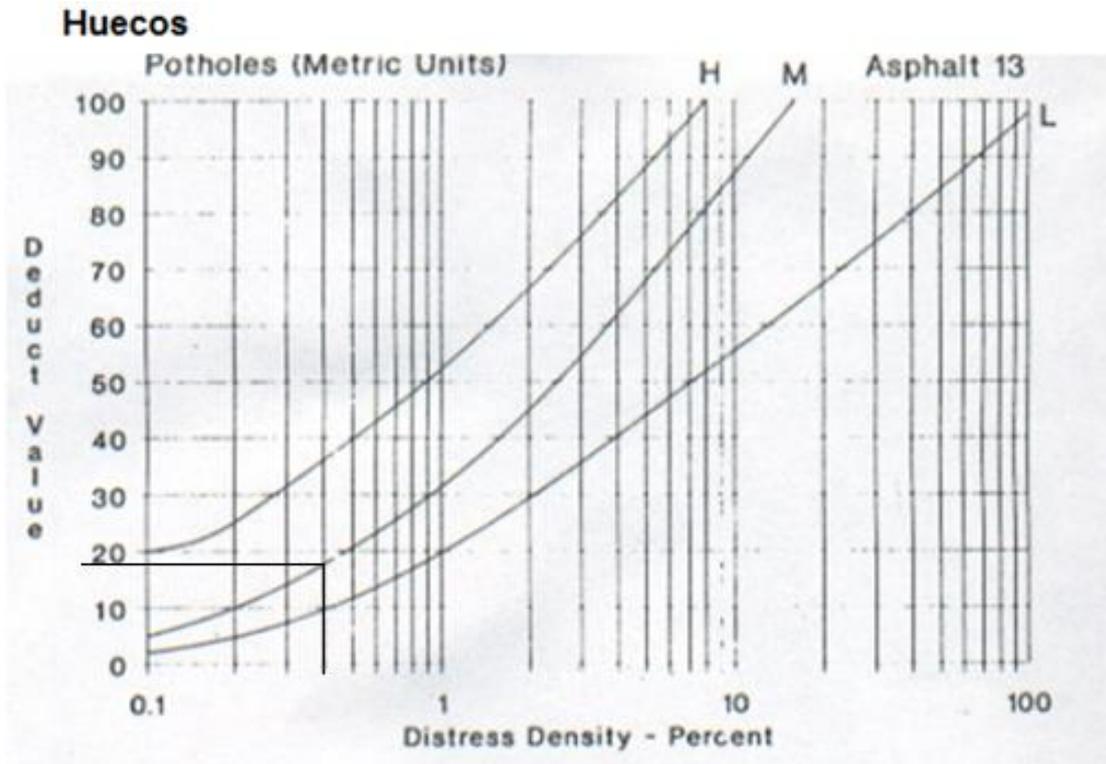
Curvas de Valores Deducidos, Muestra 15



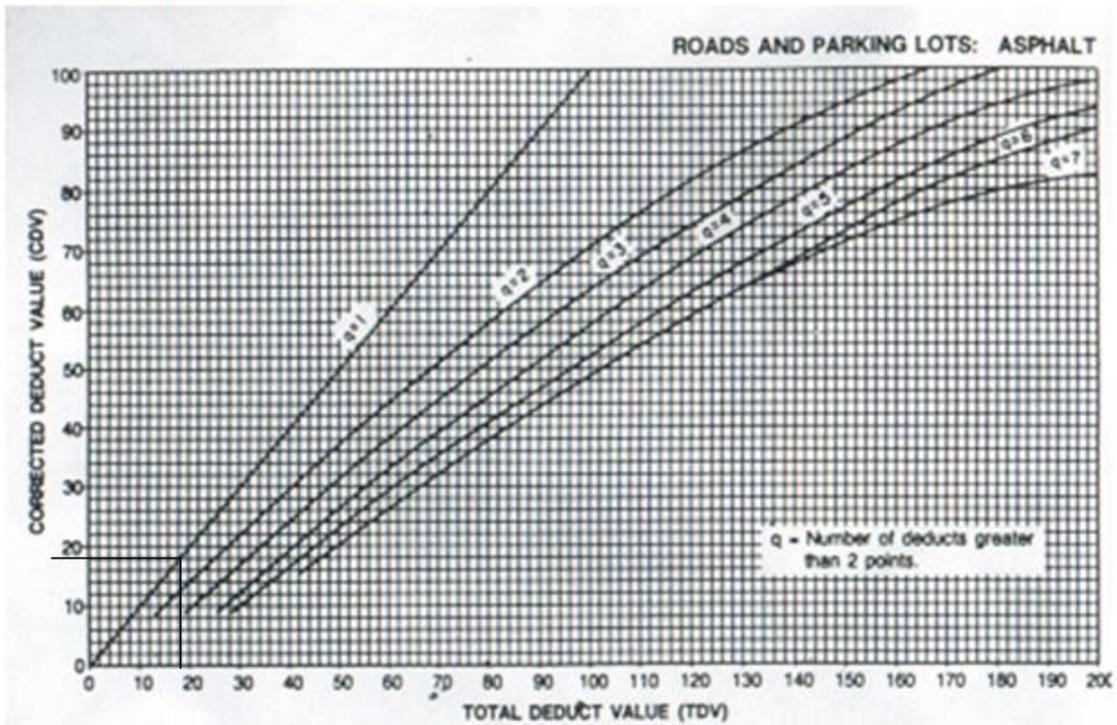
Curva de obtención de CDV



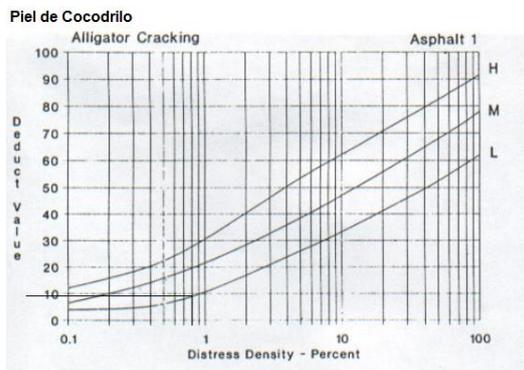
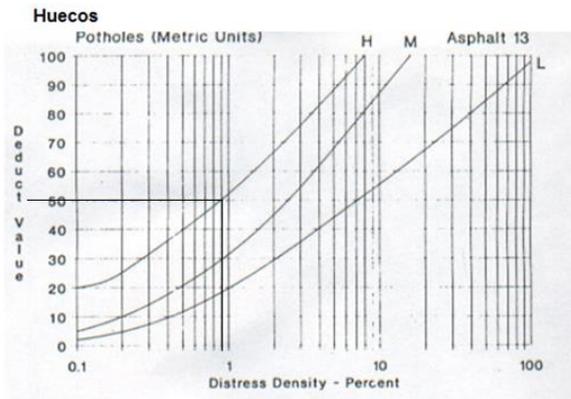
Curvas de Valores Deducidos, Muestra 16



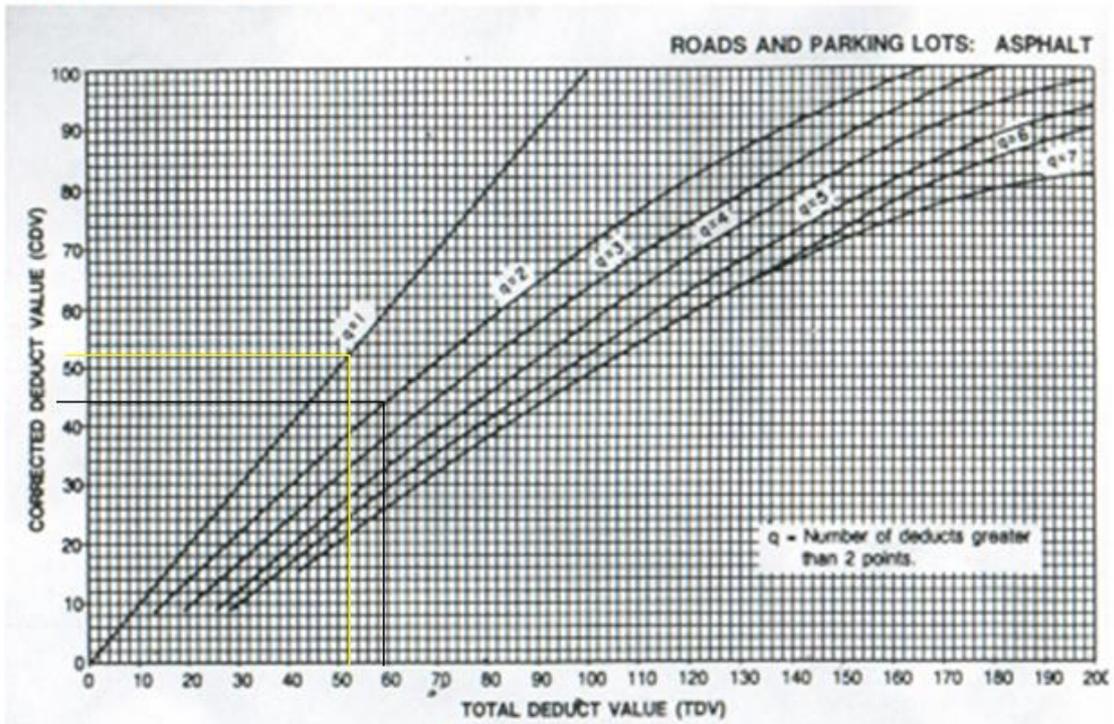
Curva de obtención de CDV



Curvas de Valores Deducidos, Muestra 17

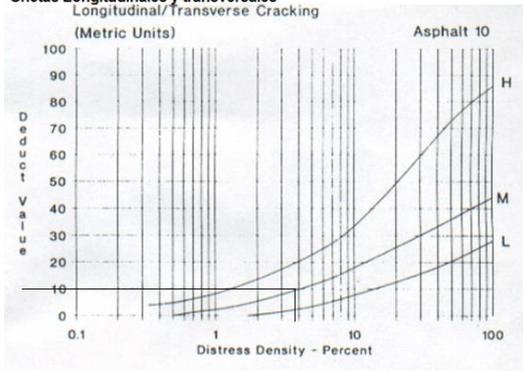


Curva de obtención de CDV

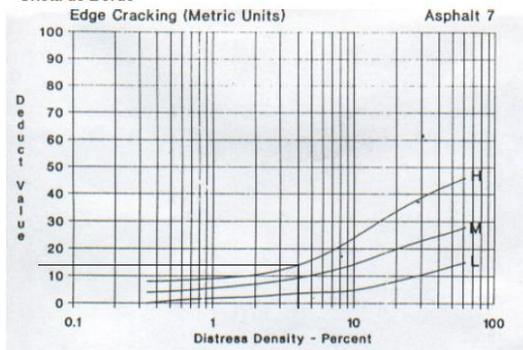


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 18

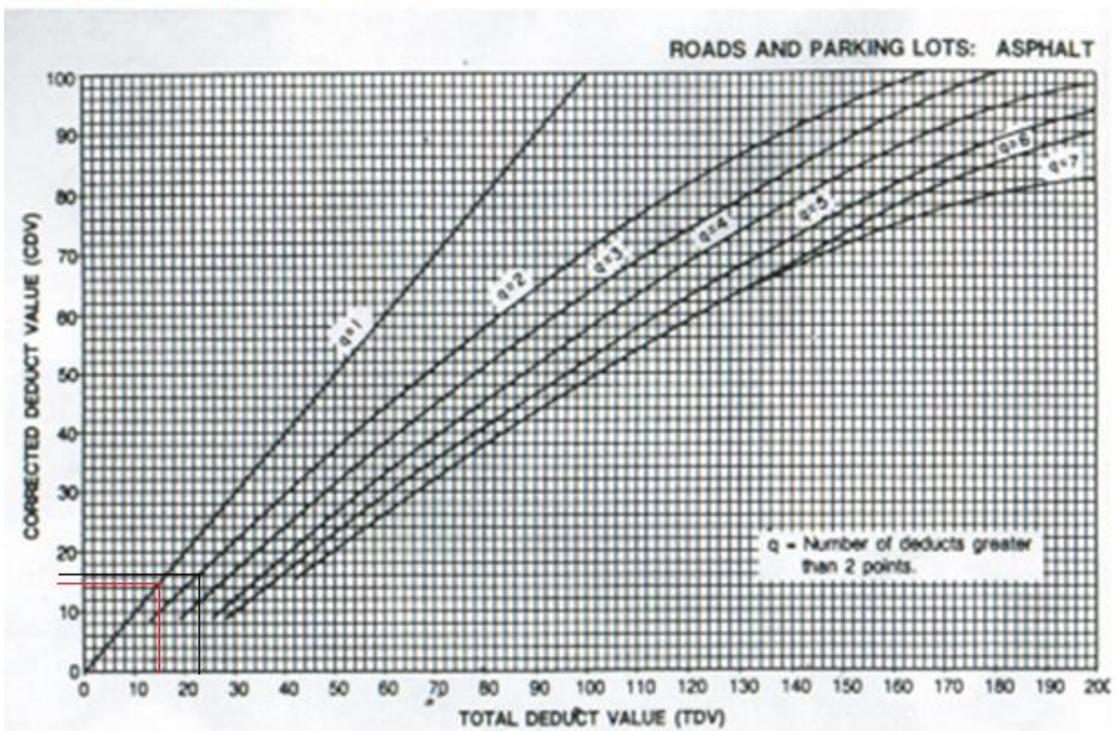
Grietas Longitudinales y transversales



Grieta de Borde

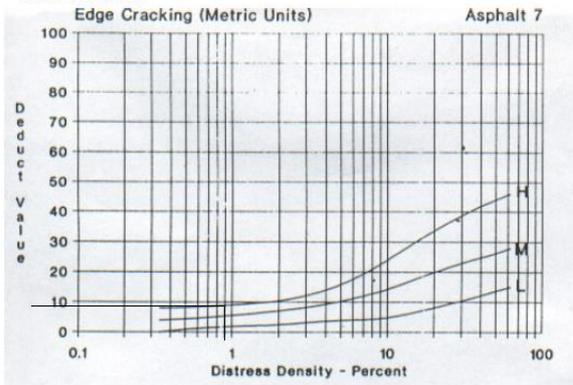


Curva de obtención de CDV

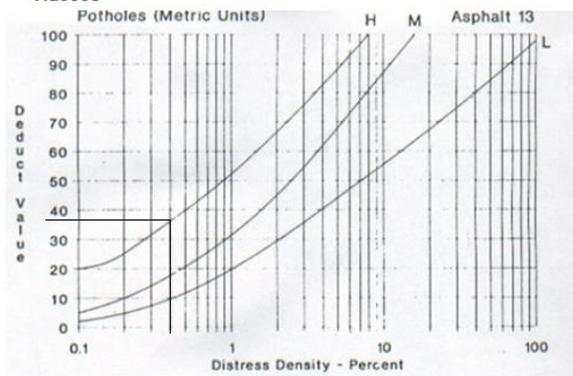


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 19

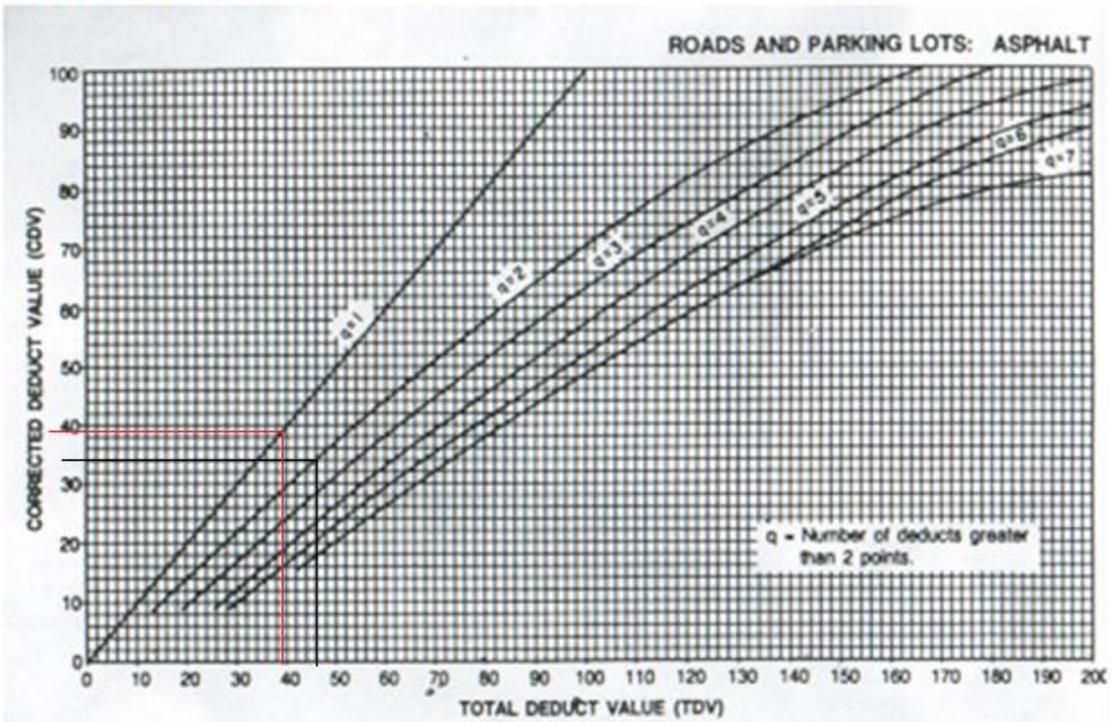
Grieta de Borde



Huecos

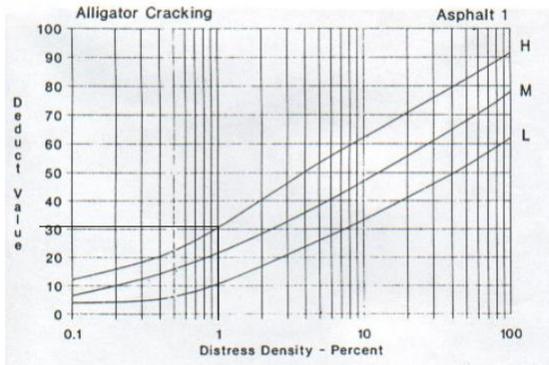


Curva de obtención de CDV

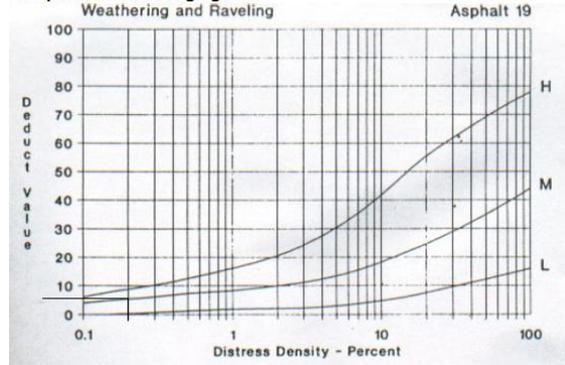


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 20

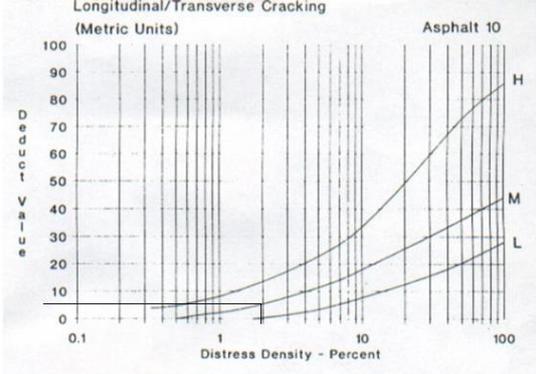
Piel de Cocodrilo



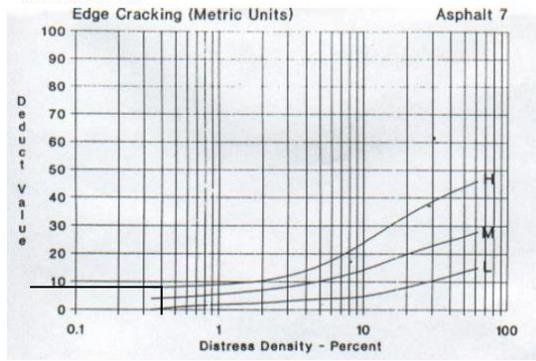
Desprendimiento de agregados



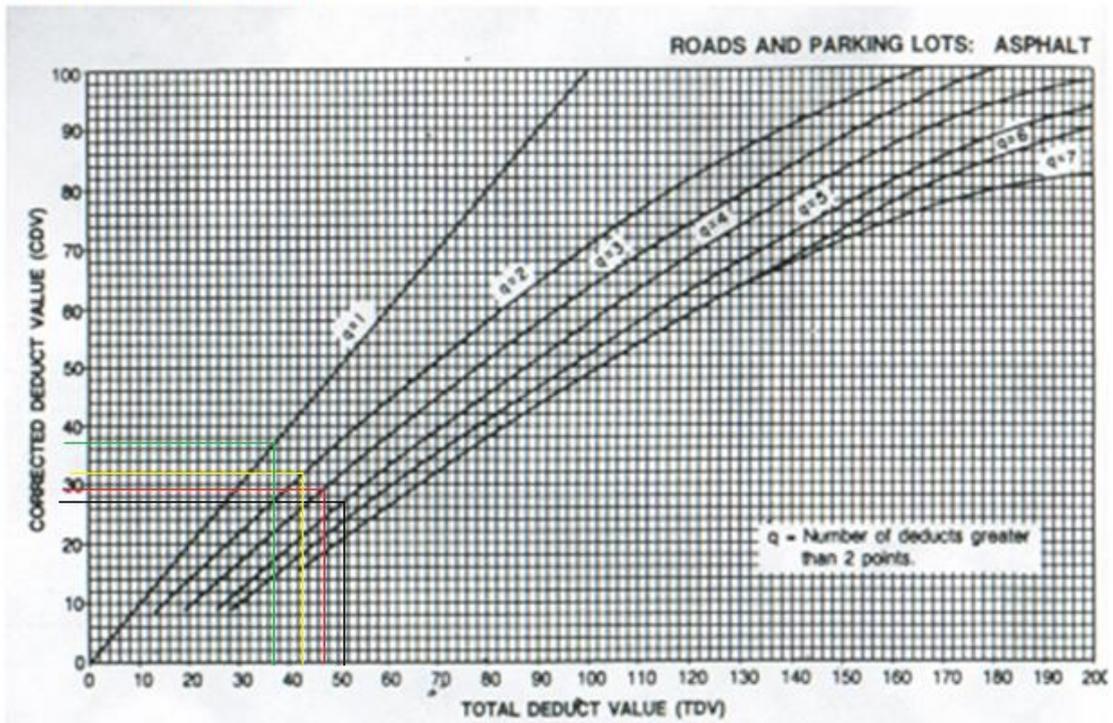
Grietas Longitudinales y transversales



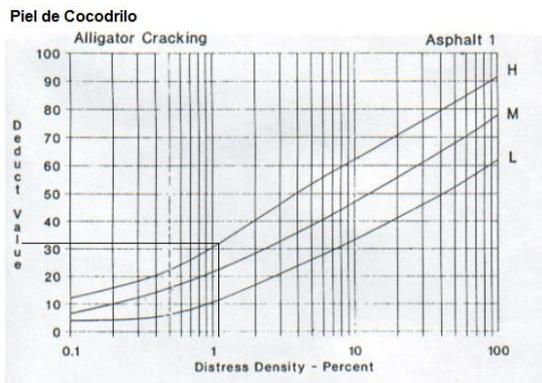
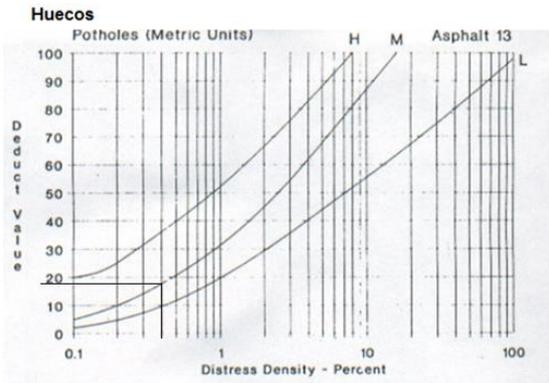
Grieta de Borde



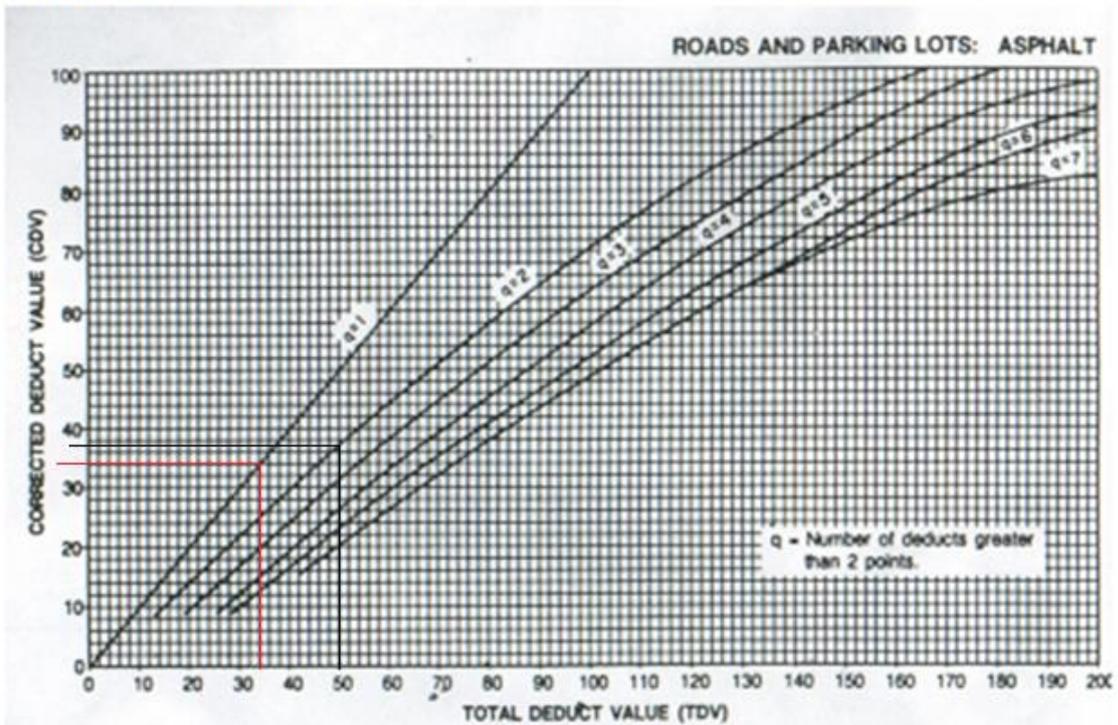
Curva de obtención de CDV



Curvas de Valores Deducidos, Muestra 21

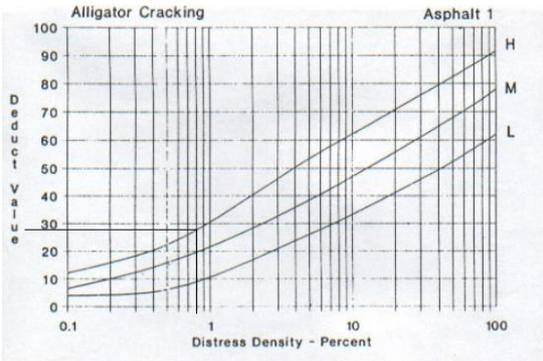


Curva de obtención de CDV

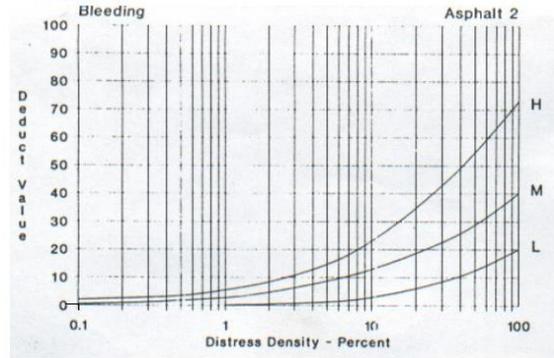


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 22

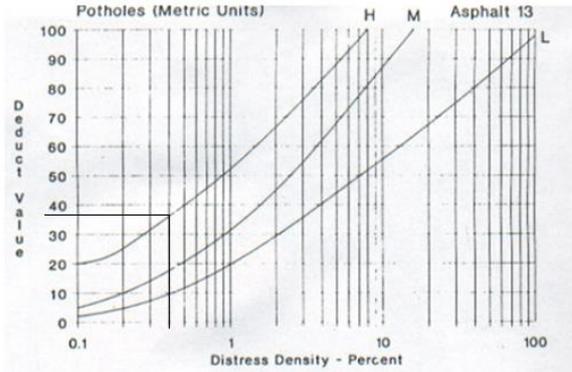
Piel de Cocodrilo



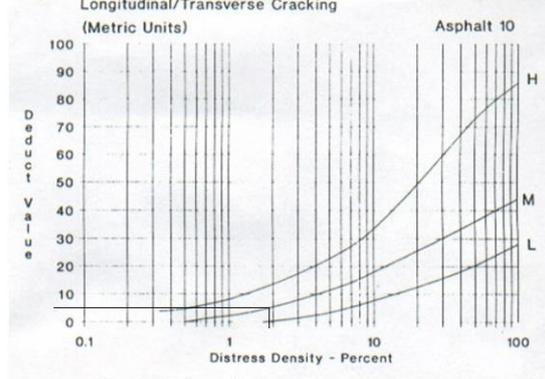
Exudación



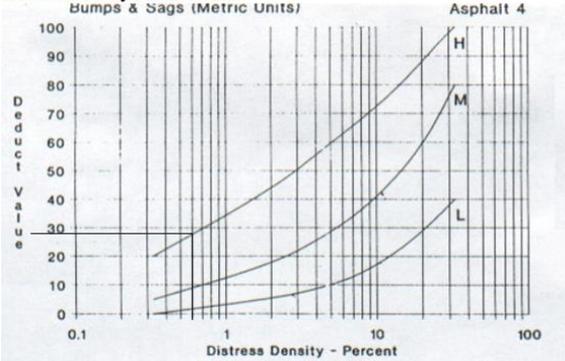
Huecos



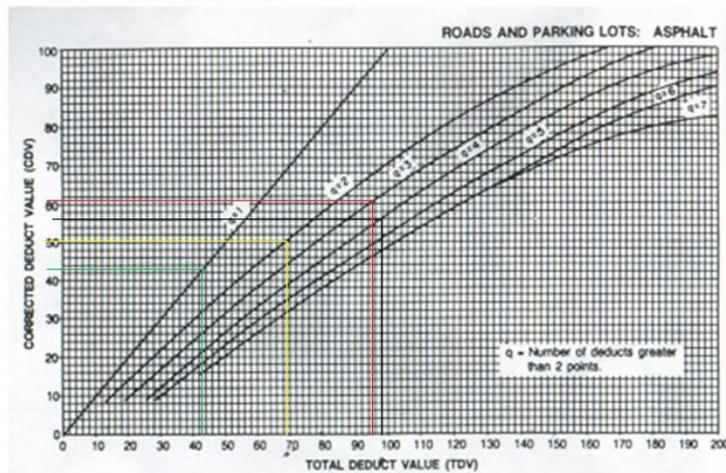
Grietas Longitudinales y transversales



Abultamientos y hundimientos

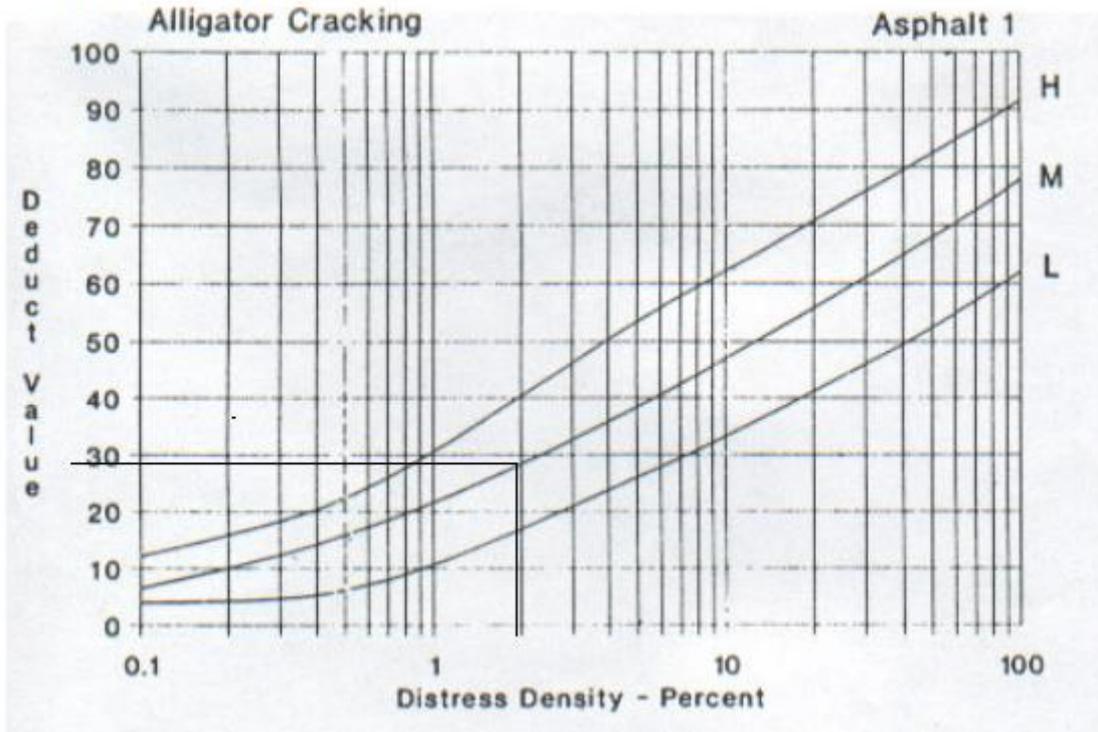


Curva de obtención de CDV

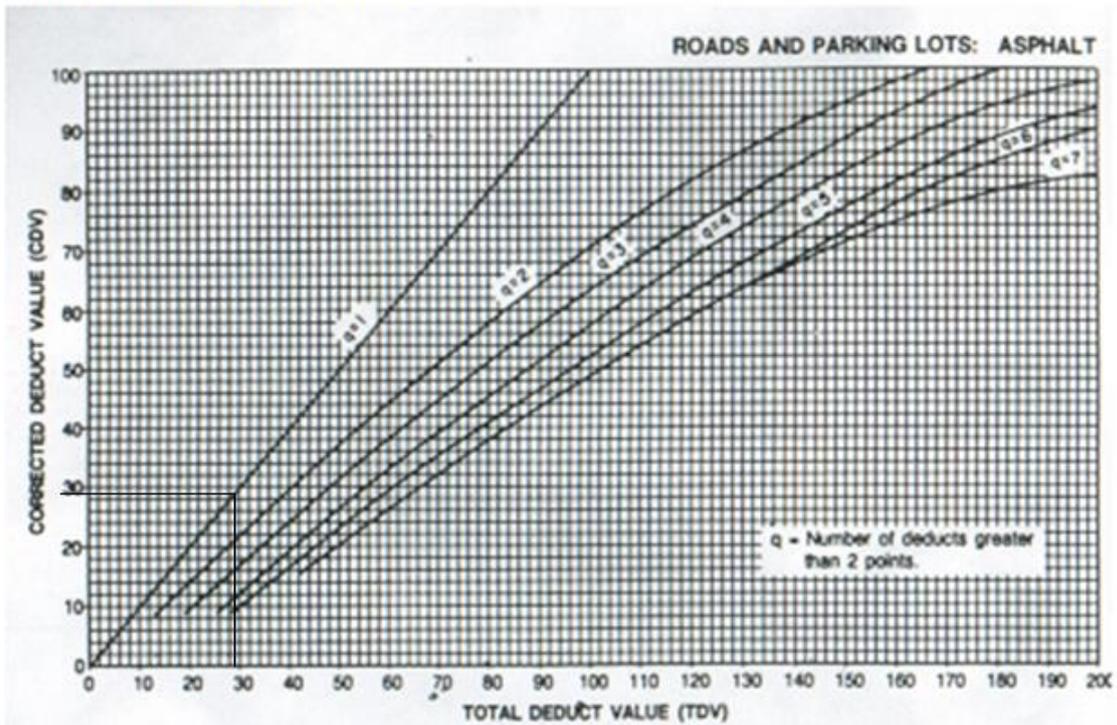


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 23

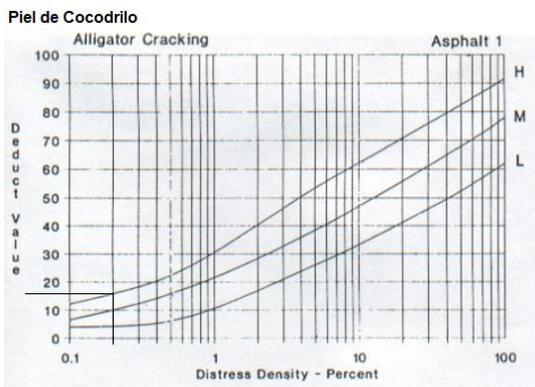
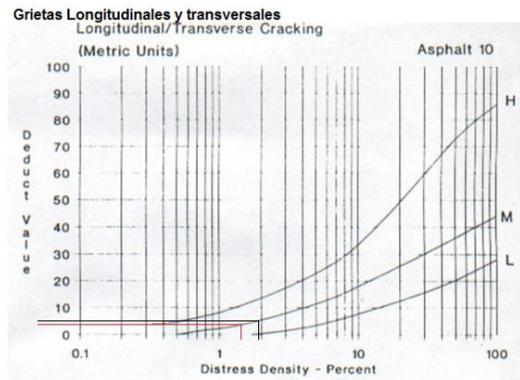
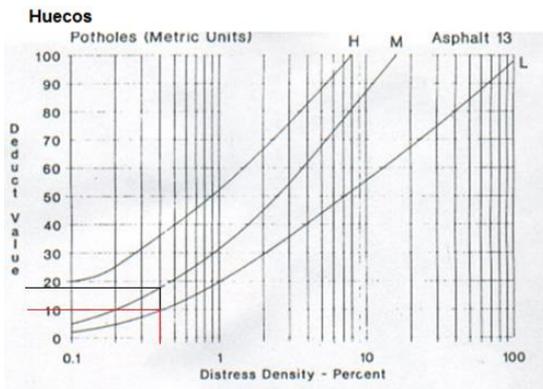
Piel de Cocodrilo



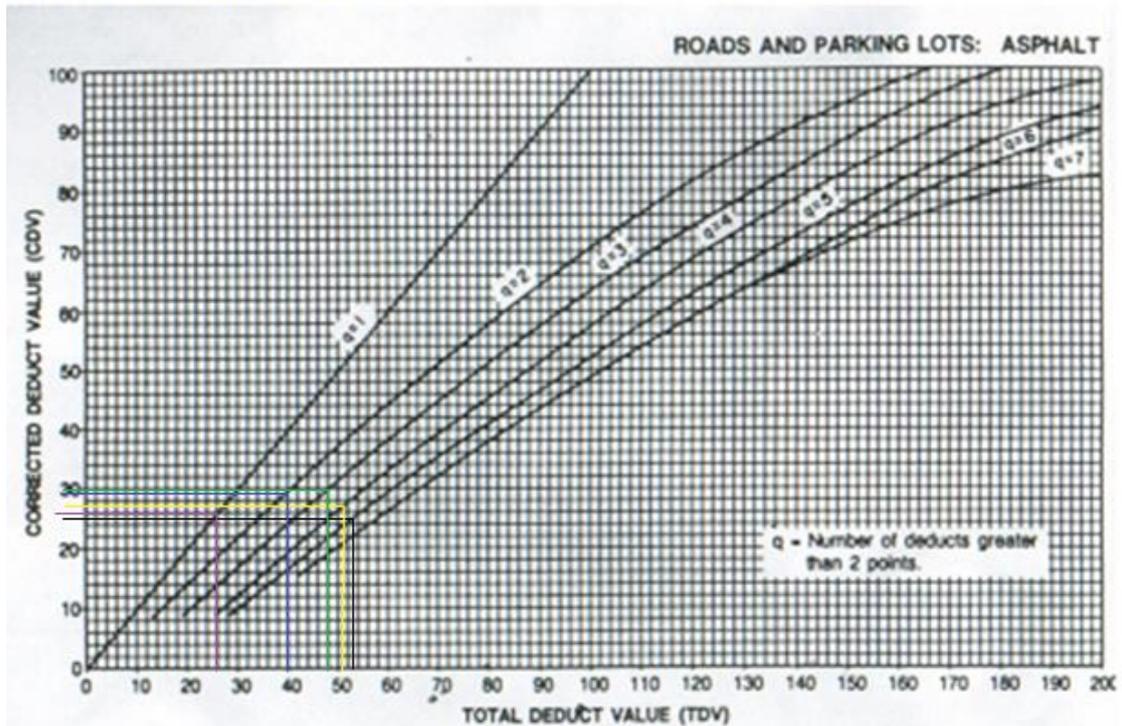
Curva de obtención de CDV



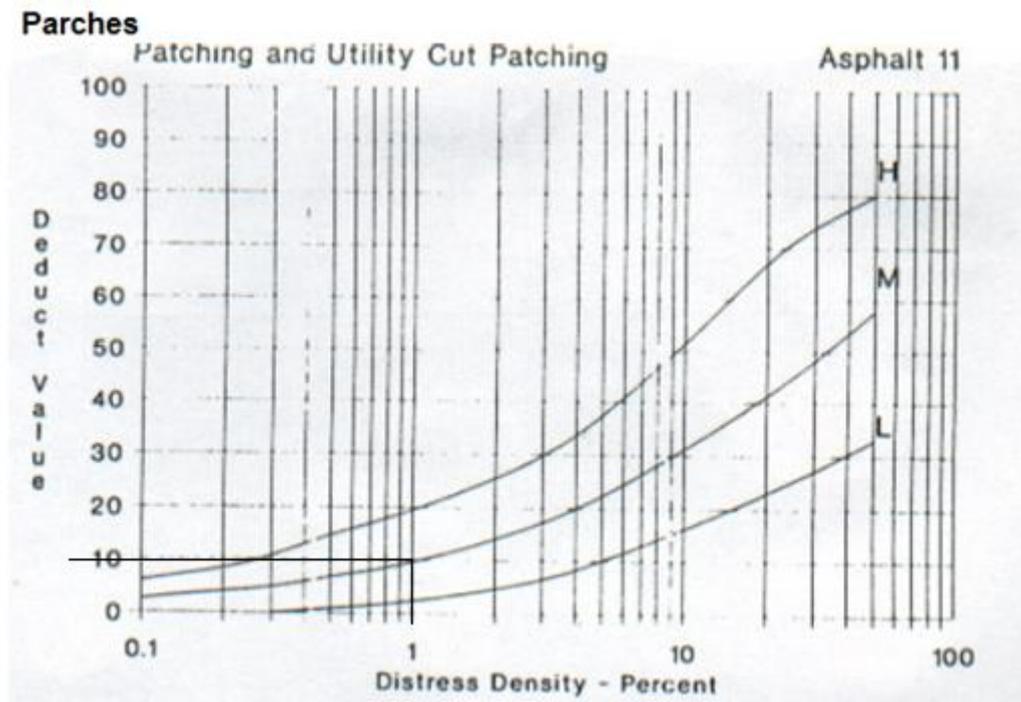
Curvas de Valores Deducidos, Muestra 24



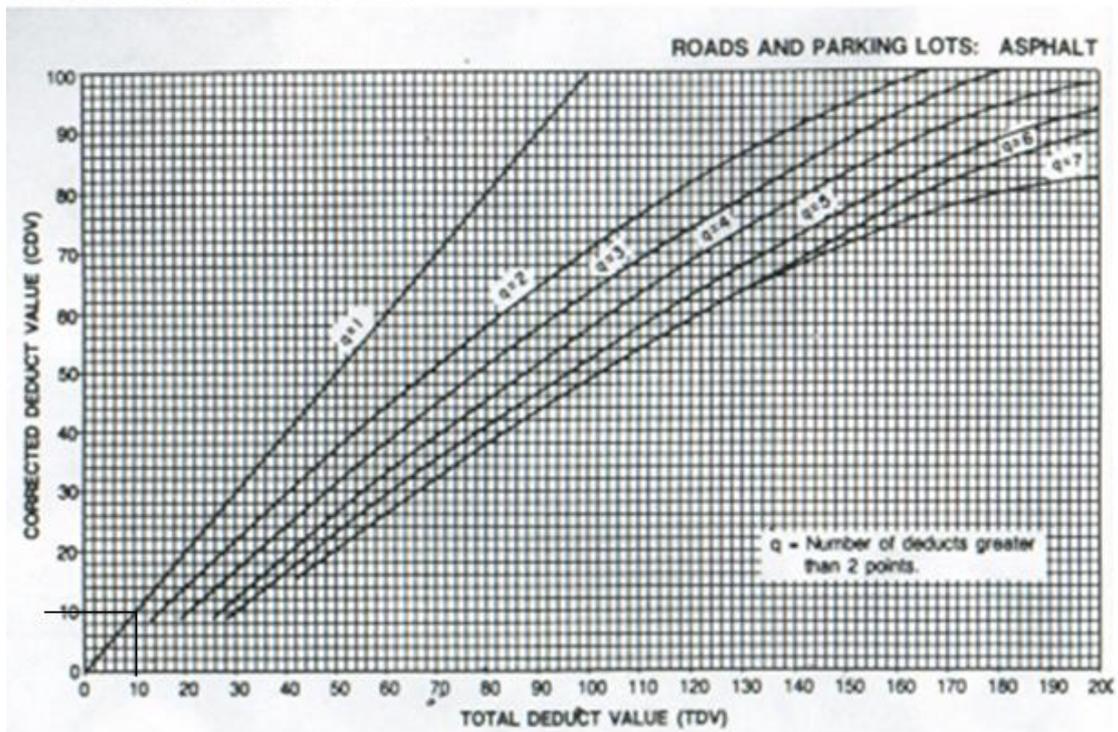
Curva de obtención de CDV



Curvas de Valores Deducidos, Muestra 25

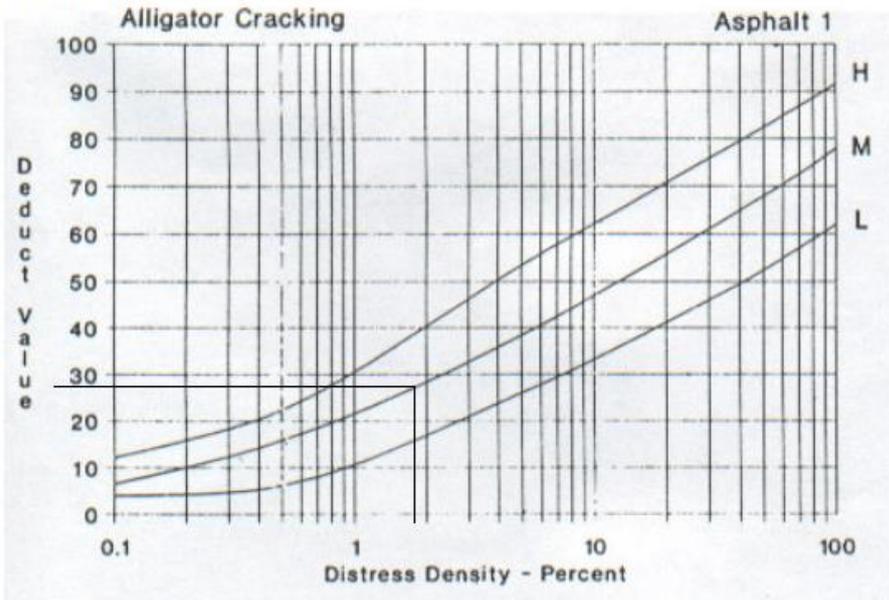


Curva de obtención de CDV

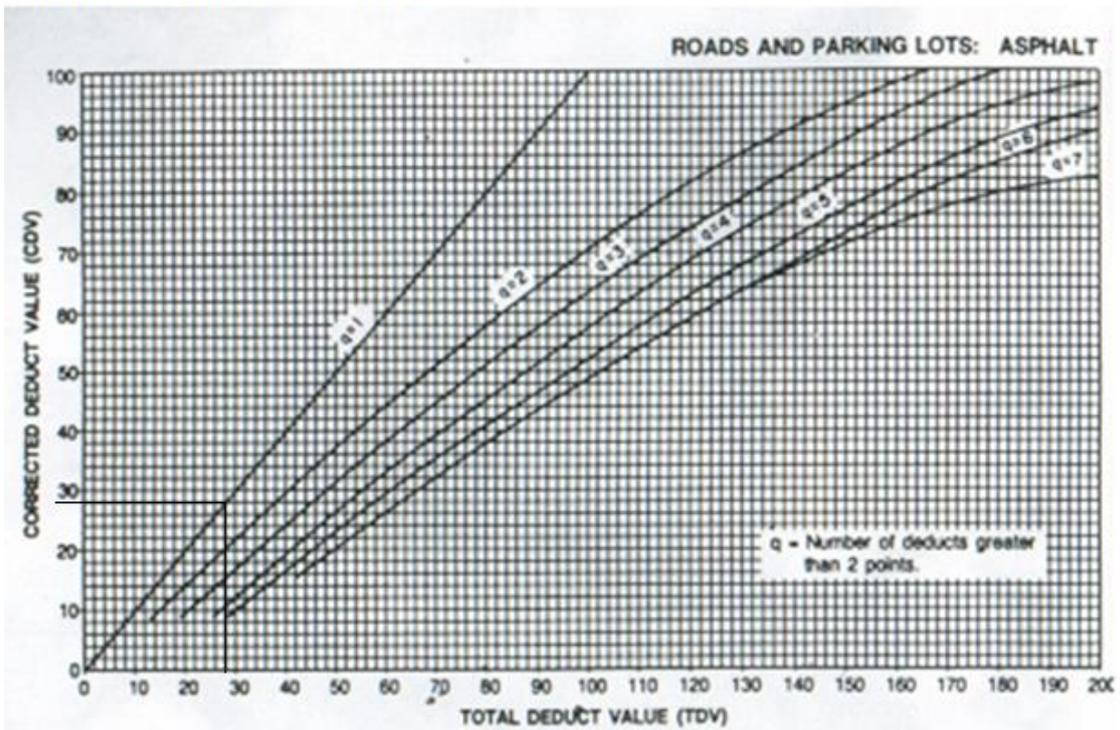


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 26

Piel de Cocodrilo

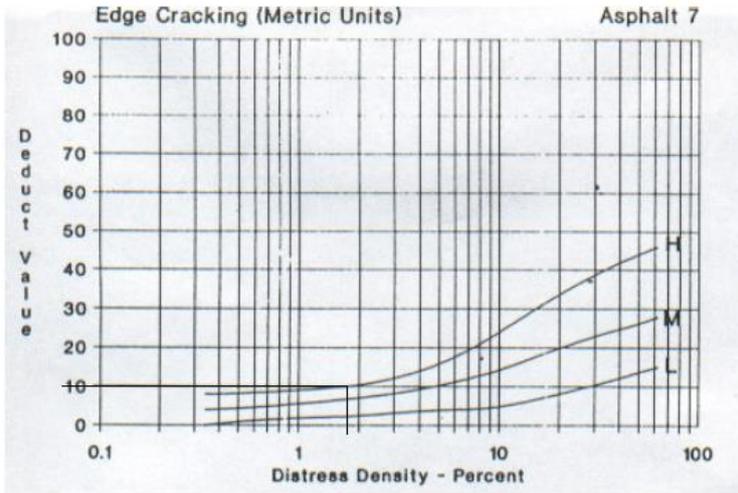


Curva de obtención de CDV

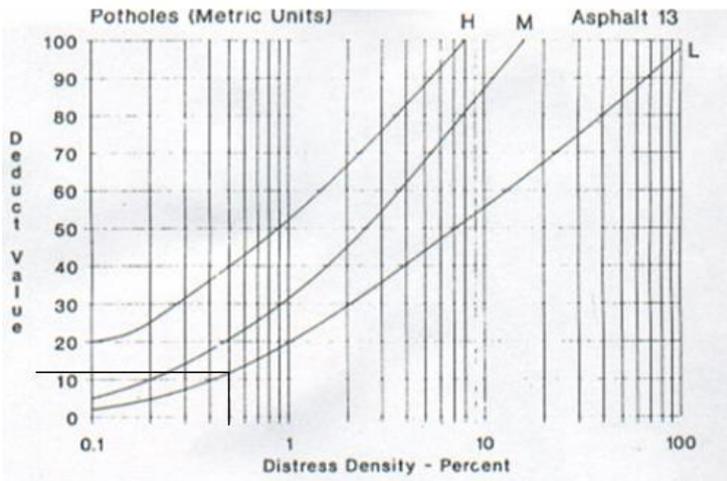


Curvas de Valores Deducidos, Muestra 27

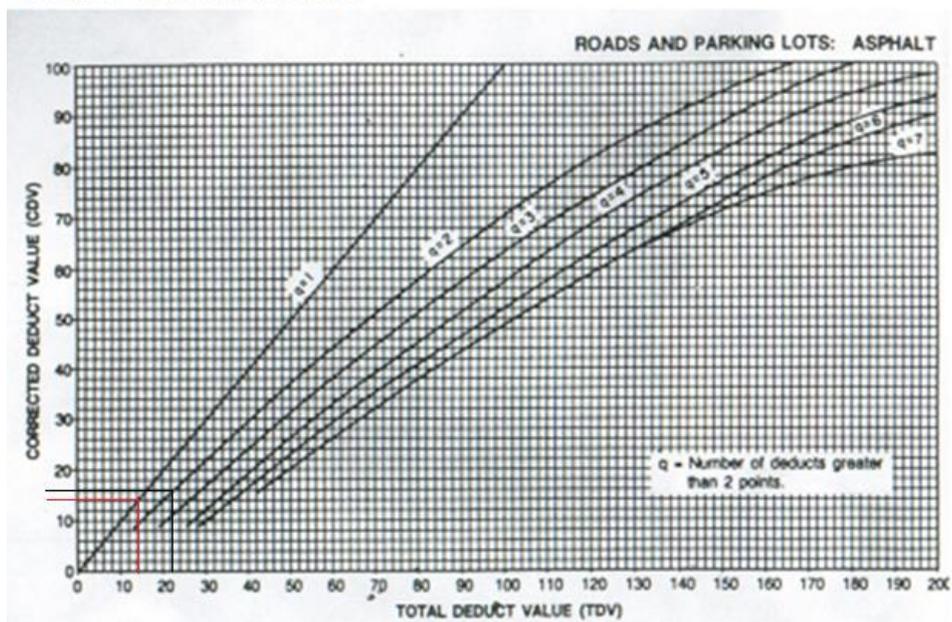
Grieta de Borde



Huecos



Curva de obtención de CDV



Anexo 9 Parámetros de norma ASTM D6433 para fallas

Parámetros según la norma ASTM D6433 para la identificación de la severidad de la falla de Piel de Cocodrilo

PIEL DE COCODRILO (FATIGA) (Alligator Cracking)

X1.5 Descripción – La piel de cocodrilo o agrietamiento por fatiga se refiere a una serie de fisuras interconectadas causadas por acción de la fatiga de la superficie de pavimento asfáltico sometida a repeticiones de carga de tráfico. El agrietamiento se origina en la base de la superficie de concreto asfáltico, ó base estabilizada, donde los valores de esfuerzos de tensión y las deformaciones unitarias son más altos bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las fisuras se propagan hacia la superficie como una serie de fisuras longitudinales en paralelo. Después de repetidas cargas de tráfico, las fisuras se conectan formando varios fragmentos cuyos bordes exteriores forman ángulos agudos en su interior, desarrollando así un patrón semejante al alambrado de un gallinero ó la piel de un cocodrilo. En general, las piezas son menores a 0.5m (1.5ft) en el lado más largo. La Piel de Cocodrilo ocurre sólo en áreas sujetas a repeticiones de carga de tráfico, tales como son las huellas en el camil. El tipo de patrón de agrietamiento que ocurre sobre un área no sujeta a cargas, es denominado "fisura en bloque", la cual es una falla no asociada a carga.

X1.5.1 Niveles de Severidad:

X1.5.1.1 L – Finas fisuras longitudinales del espesor de un cabello, con recorrido paralelo entre ellas y con algunas o ninguna fisura de interconexión. Las fisuras no están descascaradas (Fig. X1.1).

X1.5.1.2 M – Continuación del desarrollo de las fisuras de piel de cocodrilo, finas, en un patrón o red de fisuras que podrían estar ligeramente descascaradas (Fig. X1.2).

X1.5.1.3 H – El patrón o red de fisuras muestra un progreso tal que las piezas que conforman la piel de cocodrilo están bien definidas y descascaradas en los bordes. Algunas de las piezas podrían oscilar o moverse bajo tráfico (Fig. X1.3).

X1.5.2 Como Medir – La piel de cocodrilo es medida en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial. La mayor dificultad en la medición de este tipo de falla es la presencia de dos o tres niveles de severidad en una misma área de falla. Si estas porciones pueden ser fácilmente distinguidas de las otras, entonces deben ser medidas y registradas por separado; sin embargo, si los diferentes niveles de severidad no pueden ser divididos fácilmente, la totalidad del área debe ser calificada con el mayor nivel de severidad presente. Si en una misma área, existe piel de cocodrilo y ahuecamiento, cada una de las fallas debe ser registrada por separado y en su respectivo nivel de severidad.

Práctica Estándar para Inspección del Índice de la Condición de Pavimentos para Caminos y Estacionamientos



Parámetros según la norma ASTM D6433 para la identificación de la severidad de la falla de Exudación



EXUDACIÓN (Bleeding)

X1.6 Descripción – La exudación se presenta como una película de material bituminoso sobre la superficie del pavimento, que crea una superficie brillante, cristalina y reflexiva que generalmente se vuelve pegajosa. La exudación es causada por: cantidades excesivas de cemento asfáltico o alquitranes en la mezcla, la aplicación excesiva de un sello bituminoso, ó un bajo contenido de vacíos, ó una combinación de estas causas. Esto ocurre cuando el asfalto llena los vacíos en la mezcla bajo condiciones climáticas de altas temperaturas y luego se expande sobre la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible en condiciones climáticas de bajas temperaturas, el asfalto o alquitrán se acumulará sobre la superficie.

X1.6.1 Niveles de Severidad:

X1.6.1.1 L – La exudación sólo ha ocurrido a un nivel muy ligero y es percibida sólo durante algunos días al año. El asfalto no se pega a los zapatos o llantas de los vehículos (Fig. X1.4).

X1.6.1.2 M – La exudación ha ocurrido llegando al punto en que el asfalto se pega a los zapatos o a las llantas de los vehículos sólo durante algunas semanas en el año (Fig. X1.5).

X1.6.1.3 H – La exudación ha ocurrido en forma extensiva y una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y llantas de los vehículos al menos durante varias semanas al año (Fig. X1.6).

X1.6.2 Como Medir – La exudación es medida en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial. Si la exudación es registrada, entonces el agregado pulido no debe ser registrado.

Parámetros según la norma ASTM D6433 para la identificación de la severidad de la falla de Abultamientos y Hundimientos

ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (Bumps and Sags)

X1.8 Descripción:

X1.8.1 Los abultamientos son desplazamientos pequeños, localizados y hacia arriba, en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos en que estos últimos son causados por inestabilidad del pavimento. Los abultamientos, por otro lado, pueden ser causados por diversos factores, incluyendo:

X1.8.1.1 Levantamiento o combadura de las losas de concreto de un pavimento PCC que ha sido cubierto con carpeta asfáltica.

X1.8.1.2 Desplazamiento por congelación (crecimiento de lentes de hielo).

X1.8.1.3 Infiltración y acumulación de material en una grieta en combinación con cargas de tráfico (algunas veces llamado "tenting").

X1.8.1.4 Los hundimientos son desplazamientos pequeños, bruscos y hacia abajo en la superficie del pavimento. Si los abultamientos aparecen en un patrón perpendicular al

Práctica Estándar para Inspección del Índice de la Condición de Pavimentos para Caminos y Estacionamientos



D6433-03

flujo del tráfico y se encuentran separados unos de otros a menos de 3m (10ft), la falla es denominada corrugación. La distorsión y desplazamiento que ocurre sobre grandes áreas de la superficie del pavimento, causando grandes y largas depresiones o abas en el pavimento, debe ser registrada como hinchamiento (swelling).

X1.8.2 Niveles de Severidad:

X1.8.2.1 **L** – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de baja severidad (Fig. X1.10).

X1.8.2.2 **M** – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de mediana severidad (Fig. X1.11).

X1.8.2.3 **H** – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de alta severidad (Fig. X1.12).

X1.8.3 Como Medir – Los abultamientos y hundimientos son medidos en metros lineales (pies). Si un abultamiento ocurre en combinación con una fisura, la fisura también es registrada.

Parámetros según la norma ASTM D6433 para la identificación de la severidad de la falla Grieta de Borde



D6433-03

FISURA DE BORDE (Edge Cracking)

X1.11 *Descripción* – Estas fisuras son paralelas al borde externo del pavimento y generalmente se encuentran a una distancia de 0.3 a 0.5m (1 a 1.5ft) del borde. Esta falla es acelerada por las cargas de tráfico y su origen se puede atribuir al debilitamiento de la base o la sub-rasante por congelamiento en zonas cercanas al borde del pavimento. El área entre la fisura y el borde del pavimento es clasificada como área de desprendimiento si esta se encuentra agrietada (a veces al punto en que los fragmentos son removidos).

X1.11.1 *Niveles de Severidad:*

X1.11.1.1 **L** – Bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento (Fig. X1.19).

X1.11.1.2 **M** – Mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento (Fig. X1.20).

X1.11.1.3 **H** – Fragmentación o desprendimiento considerable a lo largo del borde (Fig. X1.21).

X1.11.2 *Como Medir* – El fisuramiento de borde es medido e metros lineales (pies).

Parámetros según la norma ASTM D6433 para la identificación de la severidad de la falla Desnivel Carril / Berma

DESNIVEL CARRIL-BERMA (Lane-Shoulder Drop Off)

X1.13 *Descripción* – El desnivel carril-berma es la diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma. Esta falla es provocada por la erosión de la berma, el asentamiento de la berma, o por la colocación de nuevas capas sin el debido ajuste del nivel de la berma.

X1.13.1 *Niveles de Severidad:*

X1.13.1.1 **L** – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 25mm (1 pulgada) y menor a 50mm (2 pulgadas) (Fig. X1.25).

X1.13.1.2 **M** – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 50mm (2 pulgadas) y menor a 100mm (4 pulgadas) (Fig. X1.26).

X1.13.1.3 **H** – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 100mm (4 pulgadas) (Fig. X1.27).

X1.13.2 *Como Medir* – El desnivel carril-berma es medido en metros lineales (pies).



Fig. X1.25 Desnivel Carril-Berma – Baja Severidad

Práctica Estándar para Inspección del Índice de la Condición de Pavimentos para Caminos y Estacionamientos



D6433-03

Parámetros según la norma ASTM D6433 para la identificación de la severidad de la falla de Parches

PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS (Patching and Utility Cut Patching)

X1.15 Descripción – Un parche es un área del pavimento que ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche es considerado un defecto sin importar su comportamiento (un área parchada o área adyacente generalmente no se comporta tan bien como lo hace una sección original de pavimento). Por lo general, alguna rugosidad está asociada con esta falla.

X1.15.1 Niveles de Severidad:

X1.15.1.1 L – El parche se encuentra en buenas condiciones. La calidad de tránsito es calificada como de baja severidad o mejor (Fig. X1.31).

X1.15.1.2 M – El parche está deteriorado e forma moderada, o la calidad de tránsito es calificada como de mediana severidad, o ambos (Fig. X1.32).

X1.15.1.3 H – El parche se encuentra muy deteriorado, o la calidad de tránsito es calificada como de alta severidad, o ambas; en este caso el parche necesita ser reemplazado lo más pronto posible (Fig. X1.33).

X1.15.2 Como Medir – Los parches son medidos en metros cuadrados (pie^2) de área superficial; sin embargo, si un mismo parche tiene áreas de con diferentes niveles de severidad, estas áreas deben ser medidas y registradas por separado. Por ejemplo, un parche de 2.5m² (27.0 ft²) puede tener 1m² (11 ft²) de nivel medio de severidad y 1.5m² (16 ft²) de nivel bajo de severidad. Estas áreas pueden ser registradas por separado. Cualquier tipo de falla encontrada en el parche no debe ser registrada; sin embargo, su efecto en el parche será considerado para determinar su nivel de severidad. Ninguna otra falla, por ejemplo, es registrada en el parche. Aunque el material del parche tenga fisuras o desprendimientos, el área es calificada sólo como parche. Si un área grande del pavimento ha sido reemplazada, esta no debe ser considerada como un parche, sino como un pavimento nuevo, por ejemplo, el reemplazo de material en toda una intersección.



Parámetros según la norma ASTM D6433 para la identificación de la severidad de la falla de Baches o Huecos

**BACHES
(Potholes)**

X1.17 Descripción – Los baches son pequeñas depresiones en la superficie del pavimento en forma de ollas que generalmente no superan los 750mm (30 pulgadas) en diámetro. Generalmente los baches presentan bordes agudos y lados verticales cerca de la zona superior de la falla. Cuando los baches son causados por un fisuramiento tipo piel de cocodrilo de alta severidad, estos deben ser considerados como baches y no como peladura por intemperismo.

X1.17.1 Niveles de Severidad:

X1.17.1.1 Los niveles de severidad para baches menores a 750mm (30 pulgadas) de diámetro están determinados por ambos, diámetro y profundidad del bache, de acuerdo a la tabla X1.1.

X1.17.1.2 Si el bache tiene un diámetro mayor a 750mm (30 pulgadas), el área debe ser determinada en metros cuadrados (pie^2) y dividida entre 0.5m² (5.5 pie^2) para hallar el número equivalente de baches. Si la profundidad es menor o igual a 25mm (1 pulgada) los baches son considerados de mediana severidad. Si la profundidad es mayor a 25mm (1 pulgada), los baches son considerados de alta severidad (Fig. X1.35 - X1.37).

X1.17.2 Como Medir – Los baches no son medidos sino contados y registrados por separado de acuerdo a su nivel de severidad bajo, mediano o alto.

Práctica Estándar para Inspección del Índice de la Condición de Pavimentos para Carreteras y Estacionamientos

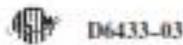


TABLA X1.1 Niveles de Severidad para Baches

Máxima profundidad del Bache	Diámetro Promedio (mm) (pulgada)		
	100 a 200mm (4 a 8 pulgadas)	200 a 450mm (8 a 18 pulgadas)	450 a 750mm (18 a 30 pulgadas)
13 a ≤ 25mm (1/2 a 1 pulgada)	L	L	M
>25 y ≤ 50mm (1 a 2 pulgadas)	L	M	H
> 50mm (2 pulgadas)	M	M	H

Parámetros según la norma ASTM D6433 para la identificación de la severidad de la falla de Desprendimiento de agregados

PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (Weathering and Raveling)

X1.23 Descripción – Las peladuras y los desprendimientos son el desgaste en la superficie del pavimento debido a la pérdida de ligante asfáltico o alquitrán y partículas del agregado removidas. Estas fallas nos indican que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable ó que estamos en presencia de una mezcla de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tráfico, como por ejemplo, vehículos de rastreo. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de agregado por acción de los derrames de aceite de vehículos también están considerados como desprendimientos.

X1.23.1 Niveles de Severidad:

X1.23.1.1 L – Cuando el agregado o el ligante ha comenzado a desprenderse. En algunas áreas la superficie comienza a mostrar hoyos (Fig. X1.51). En el caso de derrames,

Práctica Estándar para Inspección del Índice de la Condición de Pavimentos para Caminos y Estacionamientos



D6433-03

las manchas de aceite son visibles, pero la superficie está dura y no puede ser penetrada con una moneda.

X1.23.1.2 M – Cuando se ha desprendido el ligante o los agregados. La textura en la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños hoyos (Fig. X1.52). En el caso de derrames de aceite, la superficie es suave y puede ser penetrada con una moneda.

X1.23.1.3 H – Cuando el desprendimiento del ligante y el agregado es considerable. La textura de la superficie es muy rugosa y está severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas son menores a 10mm (4 pulgadas) en diámetro y menores a 13mm (1/2 pulgada) en profundidad (Fig. X1.53); las áreas ahuecadas mayores que estas son consideradas como fallas tipo baches. Para el caso de los derrames de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto de liga y el agregado ha comenzado a perderse.

X1.23.2 Como Medir –Las peladuras y desprendimientos son medidos en metros cuadrados (pies cuadrados) de área superficial.

Parámetros según la norma ASTM D6433 para la identificación de la severidad de la falla de Grietas Longitudinales y Transversales

FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (NO REFLEXIVAS DE JUNTAS EN LOSAS DE CONCRETO) (Longitudinal and Transverse Cracking)

X1.14 Descripción:

X1.14.1 Las fisuras longitudinales son paralelas al eje central del pavimento ó a la línea direccional en que fué construido. Estas fisuras pueden ser causadas por:

X1.14.1.1 Una junta de carril del pavimento pobremente construida.

X1.14.1.2 Contracción (Encogimiento) de la superficie de CA debido a bajas temperaturas o endurecimiento del asfalto, a la variación diaria de temperaturas, ó ambos motivos.

X1.14.1.3 Una fisura de reflexión causada por un agrietamiento bajo la capa superficial, incluyendo fisuras en losas de concreto, pero sin tomar en cuenta las juntas en las losas.

X1.14.1.4 Las fisuras transversales se extienden através del ancho del pavimento formando aproximadamente ángulos rectos con el eje central del pavimento ó con la línea direccional en que fué construido.

X1.14.2 Niveles de Severidad:

X1.14.2.1 **L** – Se cumple una de las siguientes condiciones (Fig. X1.28): Fisura sin relleno de ancho menor a 10mm (3/8 pulgada), o fisura con relleno de cualquier ancho (material de relleno en buenas condiciones).

Práctica Estándar para Inspección del Índice de la Condición de Pavimentos para Carreteras y Estacionamientos



D6433-03

X1.14.2.2 **M** – Se cumple una de las siguientes condiciones (Fig. X1.29): Fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10mm (3/8 pulgada) y menor a 75mm (3 pulgadas); fisura sin relleno menor o igual a 75mm (3 pulgadas) rodeada de fisuras secundarias leves y en forma aleatoria; o, fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras secundarias leves y en forma aleatoria.

X1.14.2.3 **H** – Se cumple una de las siguientes condiciones (Fig. X1.30): Cualquier fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras secundarias en forma aleatoria, de mediana o alta severidad; fisuras sin relleno de ancho mayor a 75mm (3 pulgadas); o, fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100mm (4 pulgadas) del pavimento que la rodea está severamente fracturado.

X1.14.3 Como Medir – Las fisuras longitudinales y transversales con medidas en metros lineales (pies). La longitud y severidad de cada fisura deben ser registradas. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su longitud, cada porción de la fisura con distinto nivel de severidad debe ser registrada por separado.