



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y
AGRIMENSURA



**EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO EL MÉTODO ÍNDICE DE
CONDICIÓN DE PAVIMENTO DE LA VÍA CHASQUI - PILCUYO,
PUNO - 2019.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ROYER ALBERTO APAZA CONDORCALLO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

Se la dedico al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo, por su infinito amor, y creador de mis padres Alberto Apaza Zapana y a mi madre Dionicia Condorcillo Choque, quienes me apoyaron económicamente y de las personas que más amo, con mi más sincero amor.

A mis hermanos y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria. A mis maestros y amigos; que en el andar por la vida nos hemos ido encontrando; porque cada uno de ustedes ha motivado mis sueños y esperanzas en consolidar un mundo más humano y con justicia.

Royer Apaza Condorcillo



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Altiplano de Puno, al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mi caminaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza quienes me demostraron el verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere.

Mi gratitud, también a la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura, mi agradecimiento sincero al asesor de mi tesis Ing. Arturo Joels Ventura Mamani, gracias a cada docente quienes con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

A los miembros del jurado, Ing. Juan Esteban Araoz Barrios, Ing. Víctor Raúl Banegas Layme e Ing. Miguel Antonio Chaquilla Bustinza, por sus orientaciones lo cual me permitieron la culminación de dicha tesis.

Royer Apaza Condorcallo



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN..... 17

ABSTRACT 18

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 19

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 21

1.2.1 Objetivo general..... 21

1.2.2 Objetivos específicos 21

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 21

1.3.1 Pregunta General..... 21

1.3.2 Preguntas Específicas..... 21

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 22

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES 25

2.1.1 Antecedentes nacionales e internacionales 25

2.1.2 Antecedentes a nivel local de la ciudad de puno 28

2.2 MARCO TEÓRICO..... 29



2.2.1 Pavimento.	29
2.2.2 Clasificación de Pavimentos	30
2.2.3 Terminologías de un pavimento flexible.	34
2.2.3.1 Capas de un pavimento flexible	34
2.2.4 Mezclas asfálticas en pavimentos flexibles:	35
2.2.4.1 Mezcla de hormigón asfáltico en caliente	35
2.2.5 Hormigón asfáltico templado.....	36
2.2.6 Hormigón asfáltico frío	36
2.2.7 Hormigón asfáltico cut-back.....	36
2.2.8 Hormigón asfáltico mastico	36
2.2.9 Serviciabilidad de pavimentos	37
2.2.10 Etapas en los pavimentos	38
2.2.10.1 Diseño y Construcción	38
2.2.10.2 Mantenimiento	39
2.2.11 Fallas en los pavimentos	40
2.2.12 Serviciabilidad.....	43
2.2.13 Evaluación de pavimentos.....	44
2.2.14 Evaluación de la adherencia.....	45
2.2.15 Evaluación estructural	45
2.2.16 Evaluación superficial	45
2.2.17 Método del PCI (índice de condición de pavimento).....	46
2.2.17.1 Introducción	46
2.2.17.2 Índice de condición del pavimento	47
2.2.18 Fallas en pavimentos flexibles	50



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES E INSTRUMENTOS	52
3.2 ZONA DE ESTUDIO	56
3.2.1 Área y perímetro de estudio	59
3.2.2 Descripción del objeto de investigación	59
3.3 TIPO DE ESTUDIO.....	60
3.3.1 Nivel de la investigación.....	60
3.3.2 Diseño de la investigación	60
3.3.3 Variables	61
3.3.4 Operacionalización de variables	61
3.3.5 Definición operacional de variables.....	62
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	64
3.4.1 Población.....	64
3.4.2 Análisis visual.....	65
3.5 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD Y CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO, CLASIFICANDO LOS TIPOS DE DAÑOS ENCONTRADOS.....	66
3.5.1 Unidad de muestreo	66
3.5.2 Evaluación de la condición	67
3.6 CALCULO DE PCI.....	72
3.7 INSPECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA	76

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS.....	108
----------------------------	------------



4.1.1 RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO	108
4.1.1.1 Severidad de cada tipo de falla existente en la vía.....	108
4.1.2 RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO	109
4.1.2.1 Clasificación de tipos de daños	109
4.1.3 RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO	112
4.1.3.1 Evaluación de la condición del pavimento.....	112
4.2 DISCUSIÓN.....	114
V. CONCLUSIONES.....	117
VI. RECOMENDACIONES	119
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
ANEXOS.....	123

ÁREA: Vías de Transporte

LÍNEA: Diseño de Vías y Gerencia de Vías

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20 de enero 2022



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Índice de serviciabilidad de pavimento	37
Tabla 2. Escala de calificación de Serviciabilidad según AASHTO	44
Tabla 3. Escala de Clasificación PCI.....	47
Tabla 4. Acciones de acuerdo al PCI.....	47
Tabla 5. Modelo de hoja de registro del índice de condición del pavimento – PCI	53
Tabla 6. Coordenadas geográficas del tramo en estudio.....	57
Tabla 7. Coordenadas UTM del tramo en estudio	57
Tabla 8. Resumen de las características de la vía	57
Tabla 9. Operacionalización de la variable independiente	61
Tabla 10. Operacionalización de la variable dependiente	62
Tabla 11. Fallas del pavimento flexible	63
Tabla 12. Severidades en las fallas según PCI.....	64
Tabla 13. Longitudes para unidades de muestreo	66
Tabla 14. Unidad de medida según tipo de falla.....	68
Tabla 15. Modelo de tabla para cálculo del PCI de la unidad de muestra.....	69
Tabla 16. Cálculo del PCI por el método índice de condición del pavimento.....	72
Tabla 17. Cálculo de valores deducidos corregido de una unidad de muestra U 2	76
Tabla 18. Severidad de fallas encontradas en la sección 1	77
Tabla 19. Severidad de fallas encontradas en la sección 2	85
Tabla 20. Severidad de fallas encontradas en la sección 3.	93
Tabla 21. Severidad de fallas encontradas en la sección 4	101
Tabla 22. Fallas de la sección 01	110
Tabla 23. Fallas de la sección 02	110
Tabla 24. Fallas de la sección 03	111



Tabla 25. Fallas de la sección 04	111
Tabla 26. Resumen de resultados de las 4 secciones	113
Tabla 27. Hoja de registro de la unidad muestra U 1.....	141
Tabla 28. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U1.....	142
Tabla 29. Hoja de registro de la unidad muestra U 2.....	143
Tabla 30. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 2.....	144
Tabla 31. Hoja de registro de la unidad muestra U 3.....	145
Tabla 32. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 3.....	146
Tabla 33. Hoja de registro de la unidad muestra U 4.....	147
Tabla 34. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 4.....	148
Tabla 35. Hoja de registro de la unidad muestra U 5.....	149
Tabla 36. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 5.....	150
Tabla 37. Hoja de registro de la unidad muestra U 6.....	151
Tabla 38. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 6.....	152
Tabla 39. Hoja de registro de la unidad muestra U 7.....	153
Tabla 40. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 7.....	154
Tabla 41. Hoja de registro de la unidad muestra U 8.....	155
Tabla 42. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 8.....	156
Tabla 43. Hoja de registro de la unidad muestra U 9.....	157
Tabla 44. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 9.....	158
Tabla 45. Hoja de registro de la unidad muestra U 10.....	159
Tabla 46. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 10.....	160
Tabla 47. Hoja de registro de la unidad muestra U 11.....	161
Tabla 48. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 11.....	162
Tabla 49. Hoja de registro de la unidad muestra U 12.....	163



Tabla 50. Hoja de registro de la unidad muestra U 12.....	164
Tabla 51. Hoja de registro de la unidad muestra U 13.....	165
Tabla 52. Hoja de registro de la unidad muestra U 13.....	166
Tabla 53. Hoja de registro de la unidad muestra U 14.....	167
Tabla 54. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 14.....	168
Tabla 55. Hoja de registro de la unidad muestra U 15.....	169
Tabla 56. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 15.....	170
Tabla 57. Hoja de registro de la unidad muestra U 16.....	171
Tabla 58. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 16.....	172
Tabla 59. Hoja de registro de la unidad muestra U 17.....	173
Tabla 60. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 17.....	174
Tabla 61. Hoja de registro de la unidad muestra U 18.....	175
Tabla 62. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 18.....	176
Tabla 63. Hoja de registro de la unidad muestra U 19.....	177
Tabla 64. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 19.....	178
Tabla 65. Hoja de registro de la unidad muestra U 20.....	179
Tabla 66. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 20.....	180
Tabla 67. Hoja de registro de la unidad muestra U 21.....	181
Tabla 68. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 21.....	182
Tabla 69. Hoja de registro de la unidad muestra U 22.....	183
Tabla 70. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 22.....	184
Tabla 71. Hoja de registro de la unidad muestra U 23.....	185
Tabla 72. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 23.....	186
Tabla 73. Hoja de registro de la unidad muestra U 24.....	187
Tabla 74. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 24.....	188



Tabla 75. Hoja de registro de la unidad muestra U 25.....	189
Tabla 76. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 25.....	190
Tabla 77. Hoja de registro de la unidad muestra U 26.....	191
Tabla 78. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 26.....	192
Tabla 79. Hoja de registro de la unidad muestra U 27.....	193
Tabla 80. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 27.....	194
Tabla 81. Hoja de registro de la unidad muestra U 28.....	195
Tabla 82. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 28.....	196
Tabla 83. Hoja de registro de la unidad muestra U 29.....	197
Tabla 84. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 29.....	198
Tabla 85. Hoja de registro de la unidad muestra U 30.....	199
Tabla 86. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 30.....	200
Tabla 87. Hoja de registro de la unidad muestra U 31.....	201
Tabla 88. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U31.....	202
Tabla 89. Hoja de registro de la unidad muestra U 32.....	203
Tabla 90. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 32.....	204
Tabla 91. Hoja de registro de la unidad muestra U 33.....	205
Tabla 92. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 33.....	206
Tabla 93. Hoja de registro de la unidad muestra U 34.....	207
Tabla 94. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 34.....	208
Tabla 95. Hoja de registro de la unidad muestra U.....	209
Tabla 96. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 35.....	210
Tabla 97. Hoja de registro de la unidad muestra U 36.....	211
Tabla 98. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 36.....	212
Tabla 99. Hoja de registro de la unidad muestra U 37.....	213



Tabla 100. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 37.....	214
Tabla 101. Hoja de registro de la unidad muestra U 38.....	215
Tabla 102. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 38.....	216
Tabla 103. Hoja de registro de la unidad muestra U 39.....	217
Tabla 104. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 39.....	218
Tabla 105. Hoja de registro de la unidad muestra U 40.....	219
Tabla 106. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 40.....	220
Tabla 107. Hoja de registro de la unidad muestra U 41.....	221
Tabla 108. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 41.....	222
Tabla 109. Hoja de registro de la unidad muestra U 42.....	223
Tabla 110. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 42.....	224
Tabla 111. Hoja de registro de la unidad muestra U 43.....	225
Tabla 112. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 43.....	226
Tabla 113. Hoja de registro de la unidad muestra U 44.....	227
Tabla 114. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 44.....	228
Tabla 115. Hoja de registro de la unidad muestra U 45.....	229
Tabla 116. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 45.....	230
Tabla 117. Hoja de registro de la unidad muestra U.....	231
Tabla 118. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 46.....	232
Tabla 119. Hoja de registro de la unidad muestra U 47.....	233
Tabla 120. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 47.....	234
Tabla 121. Hoja de registro de la unidad muestra U 48.....	235
Tabla 122. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 48.....	236
Tabla 123. Hoja de registro de la unidad muestra U 49.....	237
Tabla 124. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 49.....	238



Tabla 125. Hoja de registro de la unidad muestra U 50.....	239
Tabla 126. Cálculo de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra de U 50.....	240



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección Transversal del Pavimento Flexible	32
Figura 2. Sección Transversal del Pavimento Rígido.....	33
Figura 3. Sección Transversal del Pavimento Mixto.....	34
Figura 4. Odómetro.....	54
Figura 5. Wincha métrica de 8m.....	54
Figura 6. Regla de medición de 0.60m.....	55
Figura 7. Chalecos de Seguridad Reflectantes	55
Figura 8. Conos de seguridad Vial	56
Figura 9. Ubicación política de la zona en estudio.....	58
Figura 10. Ubicación del estudio.....	58
Figura 11. Líneas laterales y centrales de la vía que ya se están borrando.....	59
Figura 12. Curvas para hallar el valor deducido.....	73
Figura 13. Curvas para hallar el valor deducido corregido (vdc).....	75
Figura 14. Severidad por tipo de fallas más resaltante en la 4 secciones en %	108
Figura 15. Porcentaje de severidad de pavimento de las 4 secciones.....	109
Figura 16. Condición del pavimento en cuatro secciones.	114
Figura 17. Inicio del tramo en estudio.	124
Figura 18. Piel de cocodrilo de severidad alta.	124
Figura 19. Piel de cocodrilo de severidad media.....	125
Figura 20. Hueco de severidad alta.....	125
Figura 21. Hueco de severidad alta.....	126
Figura 22. Parcheo y acometidas de severidad media.	126
Figura 23. Meteorización desprendimiento de agregados de severidad alta.	127
Figura 24. Meteorización desprendimiento de agregados de severidad media.	127



Figura 25. Hinchamiento de severidad alta.	128
Figura 26. Meteorización desprendimiento de agregados de severidad alta.	128
Figura 27. Hueco de severidad alta.....	129
Figura 28. Meteorización desprendimiento de agregados de severidad alta.	129
Figura 29. Desplazamiento de severidad baja.	130
Figura 30. Parcheo de severidad alta.	130
Figura 31. Piel de cocodrilo de severidad alta.	131
Figura 32. Desnivel de carril / berma de severidad alta.	131
Figura 33. Desplazamiento de severidad alta.	132
Figura 34. Desnivel carril / berma de severidad alta.	132
Figura 35. Desnivel carril / berma de severidad alta.	133
Figura 36. Hueco de severidad alta.....	133
Figura 37. Hueco de severidad media.....	134
Figura 38. Hueco de severidad alta.....	134
Figura 39. Piel de cocodrilo de severidad media.	135
Figura 40. Hueco de severidad alta.....	135
Figura 41. Hueco de severidad media.....	136
Figura 42. Hueco de severidad alta.....	136
Figura 43. Hueco de severidad alta.....	137
Figura 44. Desnivel carril / berma de severidad alta.	137
Figura 45. Fisura de severidad media.	138
Figura 46. Piel de cocodrilo de severidad alta.	138
Figura 47. Hueco de severidad alta.....	139
Figura 48. Hueco de severidad alta.....	139
Figura 49. Desnivel carril / berma de severidad alta.	140
Figura 50. Piel de cocodrilo de severidad alta.	140



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

PCI (Índice de condición del pavimento)

MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)

ASTM (Asociación Americana de Ensayo de Materiales)

DV (Valor Deducido)

CDV (Valor deducido corregido)

If (Índice de Fisuración)

Id (Índice de deformación)

Is (Índice de deterioro Superficial)



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el estado de conservación del pavimento flexible aplicando el método de índice de condición de pavimento de la vía Chasqui – Pilcuyo, Puno – 2019. Se tiene como objetivos específicos, Evaluar la severidad de cada tipo de fallas de la vía mencionada, clasificar los tipos de daños encontrados en la vía y evaluar la condición de pavimento de la vía. El método. En la investigación se realizó primeramente un análisis de los tipos de fallas existentes. El método que se aplico es la inspección visual que constituye parte esencial de la investigación a los diferentes tipos de fallas encontrados en el pavimento se describen en función de su severidad. Las fallas encontradas en la superficie y su cuantificación, permiten realizar una evaluación global del pavimento, en la inspección visual. El método de (PCI). Este método de evaluación resulta ser uno de los de mayor aceptación a nivel internacional, principalmente en aquellos que no disponen de equipos de medida de parámetros de estado. El resultado de esta investigación es el “Grado de condición del pavimento”. Al evaluar la severidad de los daños encontrados se tiene el 35.09 % en un estado de pavimento Bueno, el 30.78 % en estado regular, con 17.63 % en estado malo, y con 16.50 % en estado muy malo, en la clasificación de las fallas según tabla 26 las más relevantes es falla 01 piel de cocodrilo, falla 3 agrietamiento en bloque, falla 05 corrugación, falla 11 parcheo, falla 13 huecos, falla 17, falla 18 y falla 19, lo cual la más relevante en las 04 secciones es la falla 1, en la cual se concluye que la vía necesita un recapeo en la carpeta asfáltica o la reconstrucción de la vía. Según la evaluación mediante el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) tiene un valor de $PCI = 37.30$ y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se incluye que el estado actual del dicho pavimento es MALO.

Palabras clave: conservación, deterioro, fallas, Flexible, pavimento.



ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the state of conservation of the flexible pavement by applying the pavement condition index method of the Chasqui - Pilcuyo, Puno - 2019 road. Its specific objectives are to evaluate the severity of each type of failure of the mentioned road, classify the types of damage found on the road and evaluate the condition of the road pavement. The method. In the investigation, an analysis of the types of existing faults was first carried out. The method that was applied is the visual inspection that constitutes an essential part of the investigation to the different types of faults found in the pavement are described according to their severity. The faults found on the surface and their quantification, allow a global evaluation of the pavement, in the visual inspection. The method of (PCI). This evaluation method turns out to be one of the most widely accepted internationally, mainly in those that do not have state parameter measurement equipment. The result of this investigation is the "Pavement Condition Grade". When evaluating the severity of the damage found, there is 35.09% in a Good pavement condition, 30.78% in a regular condition, with 17.63% in a bad condition, and with 16.50% in a very bad condition, in the classification of failures according to table 26 the most relevant is fault 01 crocodile skin, fault 3 block cracking, fault 05 corrugation, fault 11 patching, fault 13 holes, fault 17, fault 18 and fault 19, which the most relevant in the 04 sections is the fault 1, in which it is concluded that the road needs a resurfacing of the asphalt layer or the reconstruction of the road. According to the evaluation using the Pavement Condition Index (PCI) method, it has a PCI value = 37.30 and in accordance with the PCI evaluation scale, it is included that the current state of said pavement is BAD.

Keywords: conservation, deterioration, failures, Flexible, pavement.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Perú, comprende un abundante número de carreteras de penetración que en su mayoría parten de puertos o ciudades y que se dirigen hacia algún centro de producción o destino turístico, las que están expuestas a diferentes condiciones de acuerdo a la zona, algunas vías ubicadas por encima de 3 500 m.s.n.m. y con ciclos de calentamiento-enfriamiento en lapsos relativamente muy cortos produce cambios volumétricos que originan fallas que se hacen severas con el paso de los años (Rabanal Pajares, 2014).

En la metodología aplicada el método de evaluación Índice de Condición del Pavimento (PCI), aplicada al tramo objeto de estudio, que obtuvo una calificación de regular al evaluar el estado técnico del pavimento. Con esta evaluación, conjuntamente con el análisis efectuado durante la inspección visual, se concluye que el pavimento no presenta señales de agotamiento de la capacidad estructural. Esta evaluación es una alerta para el Centro Provincial de Vialidad y sugiere un estudio de soluciones para su intervención superficial en corto plazo. Durante la inspección visual realizada al pavimento en el tramo objeto de estudio se detectaron diferentes deterioros, los cuales se identificaron por su tipo, cantidad y severidad. Los más frecuentes fueron las grietas longitudinales y transversales, el agrietamiento en bloques, el parcheo y desprendimiento de agregados, lo que representa un 66 % de los daños levantados. No existe ninguna unidad muestreada en condición de excelente. La evaluación que se obtiene con la aplicación del PCI en el tramo objeto de estudio se corresponde con la evaluación visual de especialistas; por tanto, y dada la ausencia de equipos de auscultación en la provincia, el Centro Provincial de Vialidad debe valorar la posibilidad de la implementación de este método, para lograr que los intendentes realicen las evaluaciones con mayor uniformidad



y calidad y propuestas de intervención más efectivas y económicas (Gonzales & Ruiz, 2019).

PCI un método para obtener adecuadamente una vía sin daños superficiales, se debe realizar las acciones de mantenimiento, el cual se realiza con la finalidad de efectivizar el periodo para el cual fue diseñado y de esta forma evitar complicaciones durante tiempo de servicio, un buen mantenimiento vial reduce de gran manera la aparición de inconvenientes durante la vida útil del pavimento. la infinita variedad de fallas superficiales con que el ingeniero se ve obligado a tratar, cualquier intento de sistematizar su estudio debe ir acompañado de la necesidad de establecer sistemas apropiados de rehabilitación y mantenimiento. Esta variedad de fallas superficiales, permite un estudio apropiado del proyecto, motivo por el cual se vuelve indispensable la búsqueda y fomento de nuevas tendencias de tratamientos superficiales, para su aplicación a los problemas de deterioro. Ante esta problemática se propone analizar los factores que afectan al deterioro superficial de los pavimentos flexibles intentando de esta forma buscar una alternativa de solución al problema (Malla Jimenez, 2018).

Uno de los problemas más serios que tenemos en nuestro distrito es el pésimo estado en que se encuentran los pavimentos rurales. Cualquiera que sea el tipo de pavimento; ya sea flexible, rígido o mixto, es frecuente encontrar en ellos fisuras, depresiones y baches que dificultan el tránsito normal de los vehículos que circulan en las vías distritales y provinciales. Por lo tanto, la vía en estudio es una de las vías más deterioradas del distrito de Pilcuyo.

El Método PCI consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial, y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado



en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente (Rodríguez Velásquez, 2009).

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el estado de conservación del pavimento flexible aplicando el método de índice de condición de pavimento de la vía Chasqui - Pilcuyo, Puno-2019

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar la severidad de cada tipo de fallas de la vía Chasqui – Pilcuyo.
- Clasificar los tipos de daños encontrados en la vía Chasqui – Pilcuyo.
- Evaluar la condición de pavimento de la vía Chasqui – Pilcuyo, para definir si se encuentra operando a los niveles de servicio óptimos.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De la problemática planteada es que se propone la siguiente pregunta de investigación:

1.3.1 Pregunta General

¿Cuál es el estado al evaluar la conservación del pavimento flexible aplicando el método de índice de condición de pavimento de la vía Chasqui - Pilcuyo, Puno - 2019?

1.3.2 Preguntas Específicas

- ¿Cuál es el estado al evaluar la severidad de cada tipo de fallas de la vía Chasqui – Pilcuyo – Puno - 2019?
- ¿Cuáles son los resultados al clasificar los tipos de daño encontrados en la vía Chasqui – Pilcuyo, Puno – 2019?



- ¿Cuál son los resultados al determinar la condición de pavimento de la vía Chasqui – Pilcuyo para definir si se encuentra operando a los niveles de servicio óptimos?

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Para comprobar el estado situacional de las vías de la investigación, en la realidad, se emplean diferentes métodos que permiten conocer el estado real de los pavimentos flexibles rígidos y mixtos, estos índices representan mediante valores numéricos de la calidad del pavimento. En la presente se empleará el método norteamericano denominado, índice de condición del pavimento (PCI) que consiste en determinar la calificación del pavimento mediante la auscultación visual de las fallas que puedan presentarse y cuantificarlas. Cada falla oscila entre tres distintos niveles (bajo, medio y alto) (Rodríguez Tafur, 2016).

En la determinación de la evaluación del estado de la conservación del pavimento flexible Chasqui – Pilcuyo, por el método PCI; es muy importante que la vía en estudio esté en condiciones adecuadas a la circulación vial, que la sociedad o usuario este acorde al servicio óptimo del transporte y de esta manera contribuir con el bienestar de la población en general, la presente investigación dará a conocer las causas de fallas por la metodología ya citada.

Para seleccionar la estrategia de conservación más eficiente y que mejor se adapta a la realidad, es fundamental conocer el estado actual del pavimento, obtenido por una evaluación objetiva del mismo. Las limitaciones de recursos hacen que, en algunos países, la evaluación se realice global, mediante el suministro de una información del estado del pavimento a través de un único índice, resultante de la agregación de los diferentes parámetros de estado (regularidad superficial, fricción, deflexión, etc.), a través de un

determinado algoritmo de cálculo, donde cada parámetro de estado tendrá un determinado peso. La metodología de evaluación tiene como principal ventaja facilitar la clasificación del estado de los pavimentos a través del método PCI, y como desventajas la posibilidad de que una misma evaluación represente diferentes estados de pavimento, debido al hecho de que los niveles de cada parámetro pueden compensarse entre sí, además de las dificultades en la definición de los coeficientes de ponderación que se deben atribuir a cada parámetro considerado en el algoritmo de cálculo de la evaluación global.

Según el resultado de la evaluación del estado en que se encuentre el pavimento, la conservación puede ser funcional o estructural. La conservación de las características funcionales, tiene por objetivo reponer las características de la superficie, textura, regularidad longitudinal y transversal. Al mismo tiempo, este tipo de intervención tendrá también efectos sobre el comportamiento estructural del pavimento. El dominio de conservación estructural de los pavimentos se refiere en general al término “refuerzo del pavimento” (Gonzales & Ruiz, 2019).

La evaluación del estado de pavimentos flexibles fue evaluar, en donde se empleó el método Pavement Condition (PCI). Como resultado se determinó que en su mayoría los pavimentos flexibles se encuentran en estado “Fallado” información con la que se propone acciones de mantenimiento y rehabilitación. Se concluye que el 44% de los caminos estudiados se hallan con un aspecto “Malo” y “Muy Malo”, lo cual indica que el pavimento estudiado necesita reconstruirse. Se recomienda que de los resultados obtenidos del análisis del estado de pavimentos flexibles en La Calera se puede generar un reporte para tomar la decisión más adecuada para mantener y rehabilitar un pavimento flexible (Lope Cruz, 2018)

Esta metodología tiene como objetivo primordial establecer la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos y hormigón



simple o reforzado. Se basa en los resultados de la inspección visual de los pavimentos, en la cual se identifican tipos de deterioro, severidad y cantidad, permitiendo con esto identificar las posibles causas del deterioro. Debido a que existen un sin número de combinaciones de deterioros, severidades y densidades posibles, el método resuelve esta dificultad introduciendo el “valor deducido”, como factor de ponderación, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación deterioro, severidad y densidad. En este sentido el presente trabajo tiene por objeto la aplicación del índice de condición del pavimento (PCI) en un tramo de vía de la ciudad de Tacna, en el distrito de Pocollay, determinando un valor (de 0 a 100), que indicará su estado, el cual ayudará a proponer la mejor alternativa de solución (Hiliquin Brañez, 2016).



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes nacionales e internacionales

Cote Sosa, (2017) El estado actual del pavimento de la avenida el Malecón (carrera 1ra) del barrio Bocagrande, mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), En general, el 65% de las unidades estudiadas posee un estado “Regular”, un 25% “Malo” y el 10% restante “Bueno”, por lo que la avenida El Malecón obtuvo un PCI promedio de 44.4%, equivalente a un estado “Regular”. A manera de resumen, los daños que más afectan a la vía son desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de severidad media presente en el 70% del área de estudio, y en menores porcentajes están Punzonamiento de alta severidad, Losa dividida de severidad media, Grieta lineal de alta severidad, Escala de baja severidad, y Grieta de esquina de baja severidad, además, los valores arrojados en el ensayo de resistencia fueron positivos ya que estuvieron por encima del valor mínimo permitido, por esto es poco probable que las fallas presentadas sean consecuencia de este parámetro, finalmente, las alternativas de solución planteadas fueron sellado de grietas y juntas, reparación de todo el espesor de la losa, reemplazo de losa y cepillado de la superficie, siendo la primera las más viable en términos económicos y técnicos, ya que con un costo total de \$11'737.720 mejora 11.046,4 metros lineales de fallas. (Sosa, n.d.)

Rabanal Pajares, (2014) Valoro el estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte se utilizó el método del índice de condición de pavimento; este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). teniendo como Objetivos. Realizar el análisis del estado de conservación del pavimento.



Resultados: las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles como baches, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales y transversales las que fueron las más representativas en todo el tramo. Se concluye que la Vía de Evitamiento Norte tiene un pavimento de estado regular, con un promedio de 49 PCI.

Este método tiene dos etapas, la primera es el trabajo en campo donde se determinó a través de inspecciones visuales la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Registrándose estas en los formatos adecuados para este método. En la segunda etapa con los datos obtenidos aplicamos la metodología correspondiente obteniendo un índice de 13, es decir que el pavimento en estudio se encuentra en estado Muy Malo según la tabla “Grado de la condición de pavimento”. Con este resultado podemos concluir que debido al estado del pavimento se ve perjudicada la circulación normal del tránsito vehicular, ya que no brinda un adecuado confort ni seguridad a los conductores y pasajeros. Según el índice de condición de pavimentos muy malo, (Por et al., n.d.) se debe de realizar la reconstrucción del tramo en estudio. Se observó que las fallas de mayor incidencia son los baches, peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados, seguidas de las fisuras longitudinales y transversales y piel de cocodrilo. También podemos decir que el 55% de los pavimentos en estudio está fallado, el 27 % en un nivel muy malo, el 9 % malo y el otro 9% en un estado regular (Leon Rodriguez, 2017).

Hiliquin Brañez, (2016) Demostró que el método del Índice de condición de Pavimentos (PCI) para evaluar el estado del pavimento de la avenida Jorge Chávez del distrito de Pocollay, departamento y Provincia de Tacna. Resultados: El Índice de Condición del Pavimento obtenido fue de 34.69 el cual representa a un estado de



pavimento malo. Posterior a esto se procedió a evaluar las deflexiones del pavimento mediante el ensayo de la viga benkelman a fin de comparar y verificar los resultados de este con el método del PCI. Tanto las deflexiones del ensayo de la viga benkelman como el Índice de condición de Pavimentos nos demostró que el pavimento se encuentra en un estado deteriorado, el cual necesita una rehabilitación para que asegure los niveles de servicio y garantice la seguridad y comodidad del usuario. De no ser así el pavimento terminaría en un estado de falla total en el cual necesitaría de una reconstrucción general.

Leguía Loarte, (2014) Realizo la evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales Cincuentenario, Colón y Miguel Grau” tuvo como objetivo principal realizar la evaluación superficial del pavimento flexible de las vías mencionadas aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), con el fin de conocer la condición del pavimento flexible existente. Resultados: Se determinó que el 100 por ciento de las vías no ha sido evaluado; por lo tanto, con la aplicación de la metodología PCI, identificando los parámetros de evaluación, determinando el índice de condición y obteniendo la condición del pavimento, finalmente se puede realizar la evaluación superficial del pavimento para obtener el estado de conservación de las vías arteriales en estudio. Al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Index, se conoce que el estado de conservación de la Av. Cincuentenario es “Regular” con un PCI de 51.84, mientras que la Av. Colón y Miguel Grau presenta un estado de conservación “Bueno” con un PCI de 59.29.



2.1.2 Antecedentes a nivel local de la ciudad de puno

Actualmente las vías constituyen fuentes de inversión importantes para el país, justificado en el beneficio a los usuarios. Estos constituyen también un impulso económico, disminuyen el tiempo de traslado de los usuarios y el costo de operación de los vehículos, debido a esto es importante que las vías cumplan con su vida útil y con el nivel de servicio con el que fueron diseñadas. En la ciudad de Puno se evidencian inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular, donde la principal causa es el deficiente mantenimiento vial. La presente tesis ha tenido por objetivo evaluar la superficie de los pavimentos de la ciudad de Puno con las metodologías de Índice de Condición del Pavimento (PCI) e Inspección Visual de Zonas y Rutas en Riesgo (VIZIR) para el mantenimiento vial. Para esto se planteó la inspección de dos vías representativas que son la Av. Floral (Pavimento flexible) y el Jr. Carabaya (Pavimento Rígido) durante el primer semestre del año 2019. Obteniéndose como resultado que el pavimento flexible de la Av. Floral se encuentra en promedio en un estado regular con un PCI promedio de 49.35 y 41.91 y un promedio de 3 y 4 según VIZIR en el lado izquierdo y derecho respectivamente; esto a causa de sus fallas más influyentes, que son los huecos, la piel de cocodrilo y los parcheos. Por lo que se requiere de un mantenimiento vial con actividades de mantenimiento rutinario y periódico que se ejecute antes de la época de lluvias que incluye el sellado de grietas, el parcheo superficial, profundo, la sustitución de parches y señalización horizontal; trabajos que generarán un presupuesto aproximado de S/. 119,118.50. El pavimento rígido del Jr. Carabaya se encuentra en promedio en un estado Bueno con un PCI promedio de 67.30; a causa de sus fallas más influyentes, que son las losas divididas, las grietas lineales y el parcheo. Por lo que se requiere mantenimiento rutinario, (Zonas et al., n.d.) pero se recomienda realizar también mantenimiento periódico que se ejecute antes de la época de lluvias, que incluye el sellado de grietas,



sellado de juntas, el cambio de losas de concreto y señalización horizontal; trabajos que generarán un presupuesto aproximado de S/. 266,720.21 (Paucar Curo, 2019).

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Pavimento.

Define a los pavimentos como una estructura construida sobre la sub rasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y carpeta de rodadura (Provias, 2008).

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vías. Cuando existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se producen los deterioros que pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento (Provias, 2008).

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

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidos entre el nivel superior de las terracerías (subrasante) y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales como el clima, así como de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que esta no se deforme de manera perjudicial (Montejo Fonseca, 2002)

En cuanto al análisis “Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactos. Los cuales han de resistir adecuadamente los esfuerzos de las cargas repetidas del tránsito.” (Montejo Fonseca, 2002)

Mora (2007) El pavimento es una estructura simple o compuesta que tiene superficie regularmente alisada destinada a la circulación de personas, animales y/o vehículos. Su estructura es una combinación de cimiento, firme y revestimiento, colocada sobre el terreno de fundación resistente a las cargas, a los agentes climatológicos y a los efectos abrasivos del tránsito (p.31).

No siempre un pavimento se compone de las capas señaladas. La ausencia o reemplazo de una o varias de esas capas depende de diversos factores, como por ejemplo del soporte de la sub rasante, de la clase de material a usarse, de la intensidad de tránsito, entre otros. figura 1.

2.2.2 Clasificación de Pavimentos

Pueden Identificarse 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que presenta.

- Pavimentos flexibles



- Pavimento rígido
- Pavimentos mixtos

a) Pavimento flexible

También conocido como pavimento de asfalto, en una estructura formada por varias capas como lo son: la sub rasante, la sub base, la base y la capa asfáltica; cada una con una función determinada. También deberá ofrecer una superficie buena y resistente, con la rugosidad necesaria para garantizar una buena fricción con las llantas del vehículo, además de tener el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil (Leguía Loarte, 2014).

Cuando se están efectuando las operaciones constructivas es necesario licuar temporalmente el cemento asfáltico, pero luego que ha sido colocado, retorna a sus condiciones naturales de cementante y agente impermeable que hacen estable y durable un pavimento. Cuando el asfalto se aplica en el pavimento se requiere que este en forma líquida al momento de ser mezclado, este proceso se realiza mediante tres métodos:

- Mediante Temperatura.
- Por disolución del Asfalto en solventes derivados del Petróleo.
- Por Emulsificación del Asfalto con Agua.

Se debe conocer que los pavimentos flexibles son los que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir diferentes deformaciones, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas. Está compuesto con una capa delgada de mezclas asfálticas, que están colocadas sobre capas de base y sub-base, generalmente granulares (Leguía Loarte, 2014).

Figura 1.

Sección Transversal del Pavimento Flexible



Nota. Este grafico representa el riego de sello e impregnación por capa. Tomado de Rodríguez Velásquez, 2009.

b) Pavimento Rígido

Los pavimentos rígidos o hidráulicos (como también se les conoce) defieren de los pavimentos de asfalto o flexibles, en que poseen una resistencia considerable a la flexión, además de que se ven considerablemente afectados por los cambios de temperatura.

El pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas. Además de los esfuerzos a flexión y de compresión, este tipo de pavimento se va a ver afectado en gran parte por los esfuerzos que tenga que resistir al expandirse o contraerse por cambios de temperatura y por las condiciones climáticas, es por esto que su diseño toma como parámetros los siguientes conceptos:

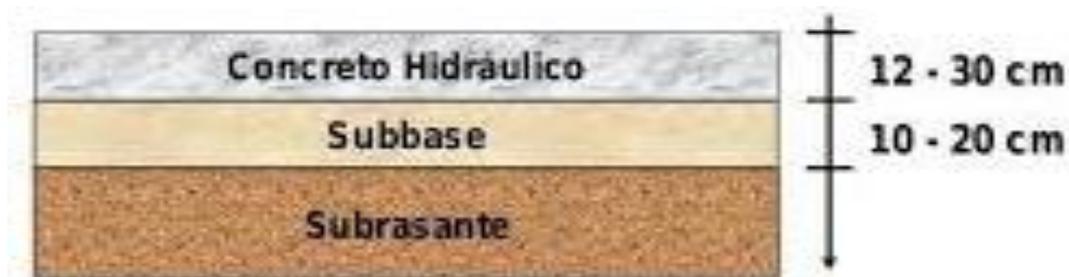
- Módulo de reacción de la sub rasante.
- Condiciones climáticas.

- Volumen tipo y peso de los vehículos que transitan por esa vialidad.
- Resistencia del concreto que se va a utilizar.

Estos factores serán de mucha importancia para que al final, el pavimento sea óptimo y económico (Leguía Loarte, 2014).

Figura 2.

Sección Transversal del Pavimento Rígido



Nota. Este grafico representa la combinación entre pavimento flexible y rígido. Tomado de Rodríguez Velásquez, 2009.

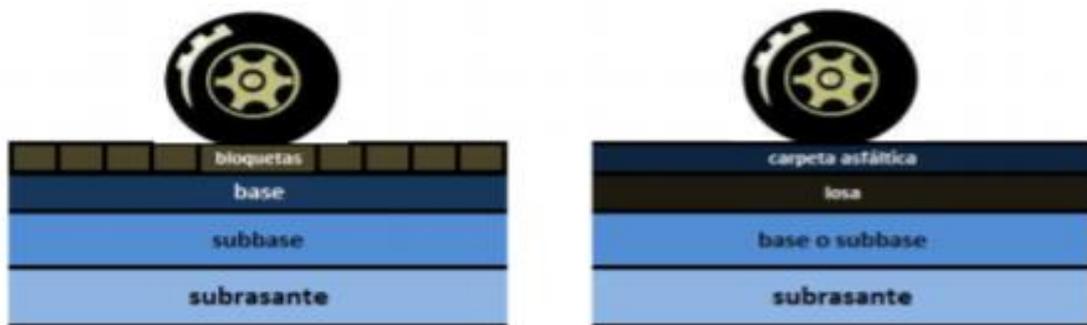
c) Pavimento mixto

Llamado también pavimento híbrido, es una combinación de flexible y rígido, se colocan bloques de concreto prefabricado en lugar de la carpeta asfáltica. El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que los bloques producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.

El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que las bloquetas producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas, lo que obliga al conductor a mantener una velocidad máxima de 60 km/h. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios (Leguía Loarte, 2014).

Figura 3.

Sección Transversal del Pavimento Mixto



Nota. El grafico representa la sección transversal de un pavimento flexible y rígido. Tomado de Rodríguez Velásquez, 2009.

2.2.3 Terminologías de un pavimento flexible.

2.2.3.1 Capas de un pavimento flexible

Sub-rasante: La superficie que sirve de fundación al pavimento. Que está constituida por el suelo, se puede representar en corte, relleno o una combinación de los dos.

Sub-rasante mejorada o modificada: Bajo condiciones se hace necesario mejorar la calidad de la sub-rasante mediante el procesamiento de parte del material superficial, sobreponiéndole una membrana del tipo geo textil, con el fin de garantizar el cumplimiento de ciertas condiciones de composición o capacidad portante.

Sub-base: Es la primera capa de la estructura del pavimento que se dispone sobre la sub-rasante, con el fin de facilitar un buen drenaje en el pavimento y permitir la construcción del resto de la estructura.

En esta capa se presenta disipación parcial de esfuerzos. Tiene Capacidad de absorber algunos cambios de volumen de la sub-rasante y Puede sustituir económicamente parte de la base. Se constituye con material de menos exigencia y por ende mucho más económico que el utilizado en la base (Olivera, 1994).

Base: Es la capa que se construye sobre la sub-base, y en su construcción se emplean materiales de mejor calidad y con mejores especificaciones de construcción. Esta capa es indispensable para cualquier sistema de pavimentos, ya que en ella se presenta la mayor disipación de esfuerzos. (Según Olivera, 1994), aunque las bases y sub – base tienen características semejantes, las sub- bases son de menor calidad. La sub-base es la capa de material que se constituye directamente sobre la terracería y su función es:

- Reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base.
- Proteger a la base aislándola de la terracería, ya que, si el material de la terracería se introduce en la base, puede sufrir cambios volumétricos generados al cambiar las condiciones de humedad dando como resultado una disminución en la resistencia de la base.

Capa de rodadura: Es la capa superior del pavimento y sobre ella circulan los vehículos durante la vida útil de esta. Debe ser resistente a la abrasión generada por el tráfico y a la agresión del medio ambiente.

Tiene la función de proteger la estructura, impermeabilizándola superficie del pavimento, debe ser suave y de superficie continua para que sea cómoda la circulación de vehículos sobre ella, y debe ser rugosa para asegurar la adherencia de los vehículos (Thompson, 2010).

2.2.4 Mezclas asfálticas en pavimentos flexibles:

Existen diferentes tipos de hormigones o mezclas asfálticas siendo las más utilizadas cuales son las mezclas calientes y el mástico.

2.2.4.1 Mezcla de hormigón asfáltico en caliente

La mezcla de alquitrán y grava se realiza a 150°C. La alta temperatura hace que la viscosidad disminuya, lo que facilita el proceso de mezcla a la vez que elimina la humedad del asfalto, lo que hace que se obtenga un material final más resistente. Es



normalmente utilizado en vías de mucho tráfico y aeropuertos (Coveñas Castromonte & Haro Acosta, 2019).

2.2.5 Hormigón asfáltico templado

Este asfalto es similar al anterior, pero se añaden zeolitas, ceras o emulsiones asfálticas que facilitan la mezcla a una temperatura menor. Este proceso es mucho más respetuoso con el medio ambiente y con los trabajadores pues requiere un menor consumo de carburantes y produce muchos menos gases (Coveñas Castromonte & Haro Acosta, 2019).

2.2.6 Hormigón asfáltico frío

La mezcla de hormigón asfáltico en frío se realiza emulsionando el alquitrán en agua antes de mezclarlo con los agregados; se elimina la necesidad de calentar, pero se obtiene un asfalto de menor durabilidad y resistencia que sólo se emplea para pavimentos poco transitados o para arreglar pequeños desperfectos en pavimentos estropeados (Leon Rodrigues, 2017).

2.2.7 Hormigón asfáltico cut-back

Este tipo de hormigón asfáltico se produce disolviendo el alquitrán en queroseno u otro disolvente que disminuya la viscosidad y fricción mientras el asfalto es mezclado y compactado. El queroseno se evaporará luego por sí sólo dejando endurecer la mezcla. El queroseno es muy contaminante y esta es una opción a la que sólo se suele recurrir cuándo no es posible ninguna otra alternativa o dónde no es viable el uso de maquinaria pesada.

2.2.8 Hormigón asfáltico mastico

Este tipo es el que mayor proporción de alquitrán lleva, del 7-10% de la mezcla. Aunque se puede utilizar para pavimentos de caminos y carreteras, el uso más común es en impermeabilización de techos y paredes (la conocida como malla o pintura asfáltica).

El hormigón asfáltico natural es una alternativa cada vez más popular para su uso en los hogares; se obtiene de rocas bituminosas que están naturalmente impregnadas de betún. Este tipo de rocas se pueden encontrar en muy pocos lugares del mundo (Savira E, 2017).

2.2.9 Serviciabilidad de pavimentos

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. También puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente que esta no es una evaluación completa.

La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHTO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones. La siguiente tabla nos presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASHTO:

Tabla 1.

Índice de serviciabilidad de pavimento

Índice de Serviciabilidad (PSI)	Clasificación
5-4	Muy Bueno
4-3	Bueno
3-2	Regular
2-1	Malo
1-0	Muy Mala

Nota. Esta tabla indica la clasificación del pavimento flexible por severidad.



2.2.10 Etapas en los pavimentos

Los pavimentos antes, durante y después de su vida de servicio, afrontan diferentes criterios que permiten comprender a qué están sujetos. Estas etapas están referidas a la construcción, rehabilitación y mantenimiento (Olivera, 1994).

2.2.10.1 Diseño y Construcción

Es un proceso que comprende todas las actividades necesarias para la realización y puesta en servicio de una infraestructura vial, lo cual incluye la obtención de recursos, la ejecución de obras civiles, instalación de equipos y todas aquellas actividades vinculadas a su puesta en operación.

La primera etapa para la construcción de un pavimento es la investigación de campo o la recopilación de información. Esta investigación comprende la búsqueda de la información disponible, los análisis de tráfico, la calidad de materiales y otros aspectos necesarios para el diseño (Olivera, 1994).

Antes de proceder a la toma de decisión sobre la metodología de investigación a utilizar en un proyecto en particular, debe realizarse un análisis de toda la información posible, para ello es necesario verificar la calidad de los materiales disponibles en las canteras. Por otro lado, se debe hacer la evaluación de la subrasante, así como los ensayos de laboratorio, la planimetría y los niveles finales del pavimento. En lo posible debe recopilarse la mayor cantidad de información disponible sobre el tráfico y en caso de no contar con ella, realizar las estimaciones necesarias (Olivera, 1994).

Luego de realizar la recopilación de datos, trabajos de campo y los ensayos de laboratorio, se procede al diseño correspondiente. Este procedimiento de diseño consiste en escoger una adecuada combinación de espesores de capas y características de materiales para que los esfuerzos y deformaciones causados por las sollicitaciones a que se somete la estructura, permanezcan dentro de los límites admisibles durante la vida útil



de la estructura que están constituyendo. Una vez establecidos todos estos parámetros, se procede a la construcción del pavimento, correctamente estructurado (Leguía Loarte, 2014).

2.2.10.2 Mantenimiento

Se trata del trabajo de rutina, periódico o de emergencia, operaciones, actividades y cuidados que pretenden garantizar que la infraestructura vial mantenga la condición requerida de superficie, funcional, estructural y de seguridad para asegurar la satisfacción de los usuarios y Una manera apropiada. Por razones operativas, el mantenimiento se subdivide en mantenimiento periódico, mantenimiento rutinario y mantenimiento de emergencia (prevención y cuidado).

- Mantenimiento rutinario

Todas las actividades y trabajos menores, permanentes y frecuentes realizados con un solo propósito son atender y preservar fundamentalmente las condiciones superficiales y funcionales de la infraestructura vial, contribuyendo así al cumplimiento del período de vida para el cual fue diseñado, sin afectar significativamente La evolución natural de la reducción de su capacidad estructural, como resultado de las tensiones de carga previstas en el diseño u otros agentes (Leguía Loarte, 2014).

- Mantenimiento periódico

Todos son trabajos mayores, temporales, menos frecuentes y preventivos que se ejecutan de manera programada o en respuesta a una determinada condición preestablecida, con el fin de retrasar de manera oportuna la evolución natural de la condición estructural. O la calidad del laminado y las condiciones de seguridad de la infraestructura vial, como consecuencia de las tensiones de carga previstas en el diseño inicial u otros agentes, contribuyendo así a que este último pueda extender su vida útil más allá del período para el que fue diseñado (Leguía Loarte, 2014).



- **Rehabilitación**

Es una actividad necesaria que se realiza para retornar a la estructura del pavimento las condiciones de carga con las que fue construido inicialmente, pudiendo así proporcionar un nivel de servicio en términos de seguridad y confort, son obras que se ejecutan como consecuencia De la existencia de problemas en las condiciones superficiales, funcionales, estructurales y / o de seguridad en sectores de la infraestructura viaria, para resolverlos, tras la demolición parcial o total de las estructuras existentes.

A diferencia de las obras de mejora, la rehabilitación no implica elevar el nivel del camino, sino que incluye la ejecución de mejora o rehabilitación de pavimento para responder a la mayor cantidad de tráfico en el futuro, así como mejoras específicas en infraestructura vial. En relación con los trabajos de reparación, su alcance es mayor en extensión. La rehabilitación es una intervención no deseada dentro de un programa de conservación, porque en la mayoría de los casos surge como una necesidad porque no ha habido conservación adecuada o como respuesta necesaria a los efectos de un desastre natural (Leguía Loarte, 2014).

2.2.11 Fallas en los pavimentos

En todos los métodos de diseño del pavimento se acepta que durante la vida de la estructura pueden ocurrir dos tipos de fallas, las funcionales y las estructurales.

El fallo funcional se ve cuando el pavimento no proporciona un paso seguro sobre él, los vehículos no viajan de manera cómoda y el fallo estructural se asocia con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de tal manera Que no pueden soportar las cargas a las que está sometido (Leguía Loarte, 2014).

El fallo estructural implica una degradación de la estructura del pavimento ocurre cuando los materiales que componen la estructura, cuando se someten a repeticiones de carga por la acción del tráfico, sufren grietas estructurales relacionadas con la



deformación o la tensión de tracción horizontal en la base de cada capa, esto se denomina fatiga falla (Leguía Loarte, 2014).

Por otro lado, las fallas en los pavimentos flexibles pueden identificarse de acuerdo a su origen:

- a) **Fallas por insuficiencia estructural:** Se trata de pavimentos contruidos con materiales inadecuados para resistencia o materiales de buena calidad, pero con espesor insuficiente (Daniel Rodríguez, 2009).
- b) **Fallas por defectos constructivos:** Se trata de pavimentos que estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto (Patricia & Chicchón, 2009).
- c) **Fallas por fatiga:** Se trata de pavimentos que originalmente estuvieron en condiciones apropiadas, pero que por la continua repetición de las cargas del tránsito sufrieron efectos de fatiga (Pineda Morales & Hohanna Rodriguez, 2020).

Sin embargo, las fallas en los pavimentos tanto flexibles como rígidos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son; fallas superficiales y fallas estructurales.

- d) **Fallas superficiales:** Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a los deterioros en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada (Gutierrez, 1994).

La corrección de estas fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

- e) **Fallas estructurales:** Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más



capas constitutivas que deben resistir las solicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos (Gutierrez, 1994).

Las causas de las fallas en los pavimentos flexibles se deben:

- a) **Tráfico de diseño.** - Son cargas mayores a las de diseño un incremento no contemplado del tráfico. En muchos casos se tiene un tráfico de diseño del pavimento incorrecto, las cargas son bastante mayores a las previstas. Se debe a errores en la aproximación de cargas o también al incremento en el tráfico de los años (Leguia Loarte, 2016)
- b) **Proceso constructivo.** - Deficiencias en los procesos de construcción empleados, mala calidad y dosificación de materiales Se presentan estructuras de pavimento débiles, originados por espesores incorrectos de las capas, diseños de mezcla inadecuados, y muchas veces deficiencia en la distribución y compactación de las capas, ya que estos a larga pueden ocasionar fallas por hundimiento (Gutiérrez, 1994).
- c) **Deficiencias de proyecto.** - Diseños mal elaborados, estudio incompleto de la subrasante, entre otros. Elaboración de proyectos inadecuados, donde no se hacen los estudios competentes y básicos para un buen diseño, así como la falta de consideraciones de futuros imprevistos en los procesos constructivos (Gutierrez, 1994).
- d) **Factores ambientales.** - Elevación de la napa freática, inundaciones, lluvias, congelamientos y otros (Gutierrez, 1994).
- e) **Conservación deficiente.** - Técnicas inadecuadas del mantenimiento y muchas veces ausencia del mismo. Se observa que muchas vías de diferente tipo de importancia no reciben un mantenimiento rutinario ni periódico (Gutierrez, 1994).



2.2.12 Serviciabilidad

El concepto de serviciabilidad, debe ser definida en relación al propósito de un pavimento construido, esto significa poder proveer un viaje confortable, seguro y suave a los usuarios. Durante este ciclo el pavimento inicia su vida en una condición perfecta hasta alcanzar una condición mala. La disminución de su condición o “serviciabilidad” a lo largo del tiempo es conocido como desempeño (Leguía Loarte, 2014).

Se consideran tres indicadores para medir la serviciabilidad de un pavimento:

a) El rango de serviciabilidad presente (PSR)

Se determina a partir del promedio de las evaluaciones de los usuarios, este promedio da origen al PSR, el cual, por naturaleza, tiene carácter subjetivo. (Luis & Jimenez, n.d.)

b) El índice de serviciabilidad presente (PSI)

Son las características físicas del pavimento que pueden medirse objetivamente y pueden relacionarse con las evaluaciones subjetivas. El cual establece la condición funcional o capacidad de servicio en que se encuentra operando actualmente este pavimento (Robles Bustios, 2015).

c) La condición superficial del pavimento

A través de ensayos realizados, se mostraron que la gran mayoría de informaciones sobre serviciabilidad del pavimento era atribuida a la irregularidad que existía a lo largo de todo el tramo de la vía, y las medidas de irregularidad buscaban estimar la serviciabilidad del pavimento existente (Zeballos Gamarra, 2018).

En la siguiente tabla se presenta las escalas de serviciabilidad que están sujetas entre 0 a 5 (AASHTO, 1962).

Tabla 2.*Escala de calificación de Serviciabilidad según AASHTO*

Calificación		Descripción
Numérica	Verbal	
5.0 - 4.0	Muy buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en su categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 - 3.0	Buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en su categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
3.0 - 2.0	Regular	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "muy buenos", entregan un manejo de primera clase y muestra muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 - 1.0	Malo	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
1.0 - 0.0	Muy malo	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.

Nota. Esta tabla muestra la descripción por clasificación, tanto como numérica y verbal.

2.2.13 Evaluación de pavimentos

La evaluación de pavimentos consiste en un estudio que presenta el estado actual de la estructura y la superficie del pavimento, con el fin de poder tomar las medidas de conservación y mantenimiento adecuadas, con las que se pretende prolongar la vida útil de El pavimento, en este sentido es sumamente importante escoger y llevar a cabo una evaluación que sea objetiva y en función del entorno en el que se encuentre (Leguía Loarte, 2014).

a) *Importancia de la evaluación*

La evaluación de pavimentos es importante porque permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones necesarias, logrando con ellas, cumplir con el objetivo de una óptima capacidad de servicio al



usuario. Al realizar una evaluación periódica del pavimento, puede predecir el nivel de vida de una red o proyecto. La evaluación de los pavimentos, permitirá además optimizar los costes de rehabilitación, ya que, si se trata un deterioro temprano, se prolonga su vida útil, evitando futuras inversiones futuras.

b) Objetividad

La objetividad en la evaluación de los pavimentos desempeña un papel clave, ya que requiere de personas verdaderamente calificadas para llevar a cabo las evaluaciones, de lo contrario, tales pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no pueden compararse, también es importante elegir un modelo de evaluación que está estandarizada para poder decir que se ha hecho una evaluación verdaderamente objetiva.

2.2.14 Evaluación de la adherencia

La adherencia neumático-calzada es una de las características superficiales del pavimento que tiene influencia en la seguridad del conductor, ya que permite: reducir la distancia de frenado y mantener en todo momento la trayectoria deseada del vehículo (Gonzales, 2004).

2.2.15 Evaluación estructural

Los métodos de evaluación estructural se dividen en dos grupos, los ensayos destructivos y los ensayos no destructivos. Entre los ensayos destructivos más conocidos están las calicatas que nos permiten obtener una visualización de las capas de la estructura expuestas, a través de las paredes de esta y realizar ensayos de densidad “in situ”. Estas determinaciones permiten obtener el estado (Leguía Loarte, 2014).

2.2.16 Evaluación superficial

Una evaluación superficial o funcional se entiende como la evaluación realizada en un camino para determinar los deterioros que afectan al pavimento y al usuario y conocer el estado en el que se encuentra.



Existen diferentes métodos para la evaluación superficial de pavimentos. Estos métodos son sencillos de aplicar y no requieren equipo experimentado. La evaluación visual es una de las herramientas más importantes en la aplicación de estos métodos, y es una parte esencial de toda la investigación. La evaluación se realiza generalmente en dos etapas, una inicial y otra detallada.

La evaluación inicial se realiza para realizar una inspección general del proyecto. Esta tarea se llevará a cabo mediante un desplazamiento personal o del vehículo (Leguía Loarte, 2014).

2.2.17 Método del PCI (índice de condición de pavimento)

2.2.17.1 Introducción

Es el método más completo para la evaluación y calificación objetiva de los pavimentos, siendo ampliamente aceptado y adoptado formalmente como un procedimiento estandarizado por agencias como el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, la APWA (American Public Work Association) y Ha sido publicado Por la ASTM como un método de análisis y aplicación, conocido como el procedimiento estándar para la inspección del índice de condiciones de pavimento en carreteras y estacionamientos ASTM D6433-03.

Este método no pretende resolver problemas de seguridad si uno está asociado con su práctica. El método fue desarrollado para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y el estado operativo de la superficie, valor que cuantifica el estado del pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento.

El cálculo se basa en los resultados de un inventario visual del estado del pavimento en el que se establecen la clase, la gravedad y la cantidad de cada falla presente para determinar la capacidad de servicio que el pavimento está proporcionando, y cubrirá en última instancia toda la sección de la carretera que se va a evaluar.

La evaluación detallada consiste en inspeccionar la ruta caminando sobre ella y realizar la recogida de datos necesaria, donde es necesario describir todos los tipos de fallos encontrados en función de su gravedad, frecuencia y ubicación, así como otra información que se considere necesaria.

2.2.17.2 Índice de condición del pavimento

El PCI es un estado fallado y un valor de “100” para un estado excelente. Se muestra a continuación los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla 3.

Escala de Clasificación PCI

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

Nota. Esta tabla muestra la clasificación y rango del estado del pavimento flexible.

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

Se aprecia además el estado del pavimento asociado a este mismo valor.

Tabla 4.

Acciones de acuerdo al PCI

PCI	Estado	Intervención
0-30	Malo	Reconstrucción
31-70	Regular	Rehabilitación
71-100	Bueno	Mantenimiento

Nota. Esta tabla muestra las acciones a tomar de acuerdo al estado de la vía.



Muestreo y unidades de muestra

Se identifica los tramos o áreas en el pavimento con diferentes usos en el plano de distribución de la red vial a la que se evaluará. Luego, se divide cada tramo en secciones basándose en criterios como diseño del pavimento, historia de construcción, tráfico y condición del mismo. Después dividimos las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra (Vaquez Varela, 2002).

Una vez divididas las secciones se identifican las unidades de muestras individuales a ser inspeccionadas de tal manera que permita a los inspectores, localizarlas fácilmente sobre la superficie del pavimento. Es necesario que las unidades de muestra sean fácilmente reubicables, a fin de que sea posible la verificación de la información de fallas existentes, la examinación de variaciones de la unidad de muestra con el tiempo y las inspecciones futuras de la misma unidad de muestra si fuera necesario (Vaquez Varela, 2002).

Sección de pavimento

Es un área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.

Tramo de pavimento

Un tramo es una parte identificable de la red de pavimento. Por ejemplo, cada camino o estacionamiento es un tramo separado.

Muestra adicional

Es una unidad de muestra inspeccionada adicionalmente a las unidades de muestra seleccionadas al azar con el fin de incluir unidades de muestra no representativas en la determinación de la condición del pavimento. Deben ser consideradas como muestras adicionales aquellas muestras muy pobres o excelentes que no son típicas en la sección



ni entre las unidades de muestra, que contienen deterioros poco comunes tales como cortes utilitarios (ejemplo: corte para instalación de tuberías de agua o desagüe, electricidad, teléfonos, etc.)

Factores para la evaluación de la condición de un pavimento

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende:

Una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos y una segunda fase que será el cálculo.

Para la evaluación de pavimentos según el PCI, la clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento entre las que tenemos piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros.

Severidad

La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. De esta manera, se deberá valorar la calidad del viaje, ósea, la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal; es así que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito:

BAJO: Las vibraciones o saltos en el vehículo se sienten, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y/o confort. Los abultamientos y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero no provoca incomodidad.

MEDIO: Se producen vibraciones o salto significativos, que hacen necesario reducir la velocidad por seguridad y/o confort. Saltos individuales o continuos que producen molestias.



ALTO: Excesivas vibraciones que hacen reducir considerablemente la velocidad por razones de comodidad y seguridad. Saltos individuales que producen gran molestia y peligro o daño severo vehicular (Vaquez Varela, 2002).

La calidad del tránsito se determina recorriendo la sección de un pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad especificada por el límite legal. Las secciones del pavimento cercanas a las señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal (Vaquez Varela, 2002). El último factor que se debe considerar para calificar un pavimento es la extensión, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro, en el caso de la evaluación de pavimentos de hormigón, la calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en una losa o varias losas.

De acuerdo al tipo de pavimento del cual se esté realizando la evaluación, se contará con el formato adecuado en el cual se registra los datos de campo. Los formatos de evaluación se los puede encontrar en el Anexo B.

El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, un valor que cuantifique el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima (Vaquez Varela, 2002).

2.2.18 Fallas en pavimentos flexibles

Las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa



del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía.

Existen dos tipos de fallas: estructurales y funcionales. Las primeras, son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas. Las fallas funcionales, en cambio, afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

Para pavimentos flexibles los daños pueden ser agrupados en 4 categorías: 1) Fisuras y grietas; 2) Deformaciones superficiales; 3) Desintegración de pavimentos o desprendimientos; 4) Afloramientos y otras fallas.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES E INSTRUMENTOS

El trabajo de campo se necesitó de los implementos adecuados y suficientes para medir y registrar de forma precisa la auscultación visual, que fueron:

a) Hoja de Registro de datos:

Es un sistema de almacenamiento de información recopilada en campo que nos permite registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, número y tamaño de losa, tipos de falla, grado de severidad, cantidades, y nombre del encargado de la inspección.

b) Odómetro Manual o Wincha Métrica:

Es un instrumento utilizado para medir distancias en la vía, calles, otros. El cual nos ayudó para determinar las áreas de las unidades de muestra.

Figura 4.

Odómetro



Nota. El grafico que representa sirve para medir en metro lineal.

Figura 5.

Wincha métrica de 8m



Nota. El grafico que representa sirve para medir en metro lineal.

c) Regla de medición:

De 24 in. (600 mm) con precisión de 1/8 in. (3 mm) o mayor para medir profundidades y longitudes.

Figura 6.

Regla de medición de 0.60m



Nota. Este grafico representa una regla se sirve para medir pequeñas medidas.

d) Equipo de seguridad:

El tráfico fue un peligro para los inspectores ya que se debió caminar por el pavimento para realizar la inspección de sus condiciones. Las inspecciones fueron coordinadas con el personal de apoyo evitando cualquier accidente.

El personal a cargo contó con las medidas de seguridad necesarias y equipos respectivos para la protección y seguridad de las personas que ejecutaron la inspección, tales como:

Chalecos de seguridad Reflejantes: sirve para mejorar la seguridad del personal que trabaja en obras viales, con el fin de evitar accidentes.

Figura 7.

Chalecos de Seguridad Reflectantes



Nota. El grafico representa un chaleco de seguridad, se usa en el momento de diagnosticar la vía.

Conos de Seguridad Vial: Los conos de seguridad son conos de plástico de colores brillantes usados en carreteras para avisar a los conductores de zonas en obras o accidentes.

Estos conos son fáciles de poner y quitar y representaron un elemento de seguridad para las personas que trabajaron en la inspección, ya que sirvió para indicar el desvío en el camino y delimitar el área de trabajo.

Figura 8.

Conos de seguridad Vial



Nota. El grafico representa un cono de seguridad que lo utilizamos al momento de levantar las fallas.

3.2 ZONA DE ESTUDIO

Esta carretera parte del km 10 de la carretera interoceánica Ilave – Desaguadero, la vía Chasqui - Pilcuyo tienen el sentido de circulación vehicular de Sur a Este.

La zona de trabajo se encuentra ubicada en:

UBICACIÓN	: Chasqui – Pilcuyo
DISTRITO	: Pilcuyo
PROVINCIA	: El Collao
DEPARTAMENTO	: Puno



La zona de trabajo tiene como colindantes:

- NORTE : Predios del C.P. de Chasqui, Predios del distrito de Pilcuyo.
 SUR : Predios del Distrito de Pilcuyo.
 ESTE : Predios del Distrito de Pilcuyo.
 OESTE : Predios del C.P. de Chasqui.

a) Ubicación geográfica

Tabla 6.

Coordenadas geográficas del tramo en estudio

Latitud oeste	Latitud este	Altitud
16° 7'32.84" y 69°35'4.09"	16° 6'44.75" y 69°34'12.68"	3845 m.s.n.m.

Nota. Esta tabla muestra las coordenadas geográficas tanto en oeste, este y altitud.

Tabla 7.

Coordenadas UTM del tramo en estudio

Punto	Norte	Este	Cota
INICIO	8217072	437498	3847
FINAL	8219220	440336	3850

Nota. Esta tabla muestra las coordenadas UTM al inicio y final de la vía en estudio.

b) Características de la vía

Tabla 8.

Resumen de las características de la vía

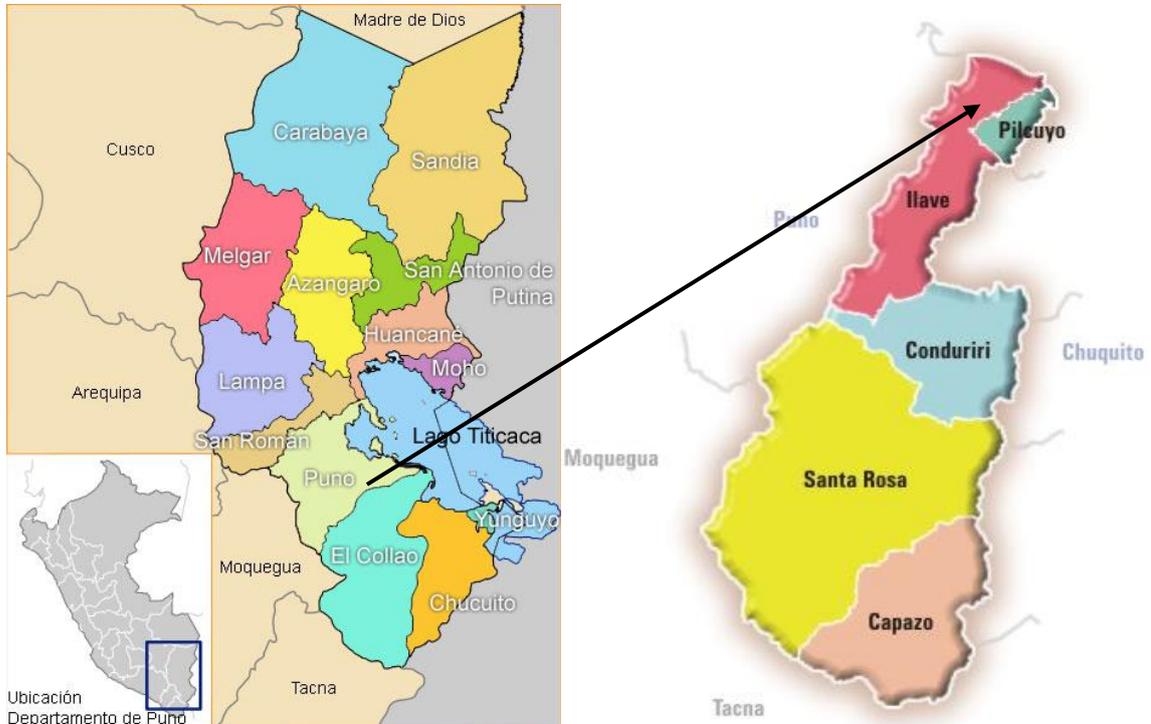
Características de la vía	
Numero de calzada:	2.00
Ancho de calzada:	6.00
Longitud de muestras:	38.3
tipo de pavimentos:	Flexible
Antigüedad:	Aprox. 25 años

Nota. Esta tabla muestra las características de la vía en estudio.

c) Ubicación política

Figura 9.

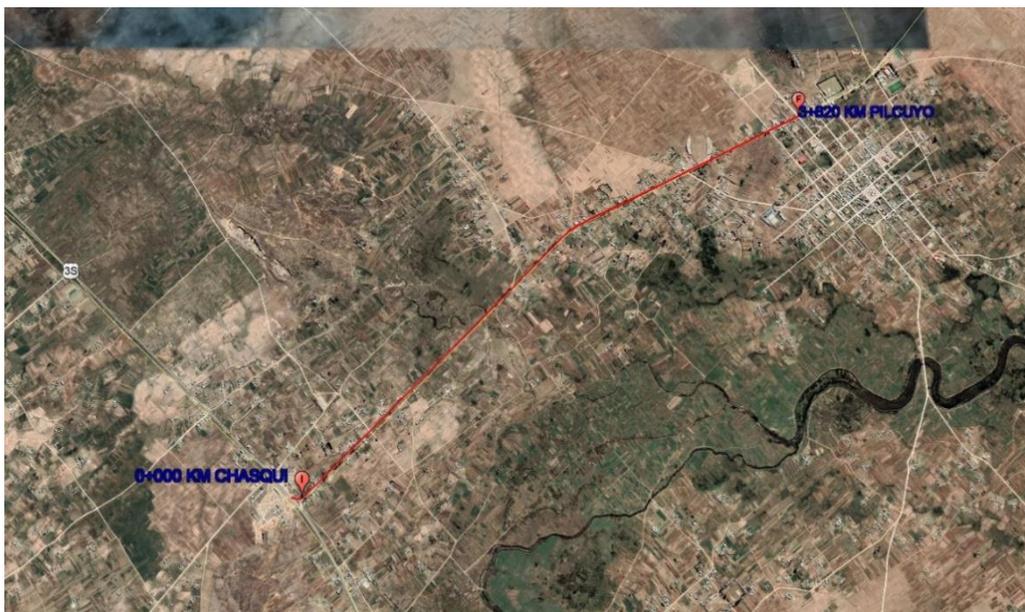
Ubicación política de la zona en estudio



Nota. El grafico representa la ubicación política de la zona en estudio.

Figura 10.

Ubicación del estudio



Nota. El grafico representa la ubicación del estudio, inicio final de la vía.

3.2.1 Área y perímetro de estudio

Tiene una longitud de 1915.00 metros con simples curvas. Con un ancho de calzada de 6.00 ml, ya que cada carril mide 3.00 metros, y el ancho de berma es de 1.00 m de ambos lados, Tabla 8. Figura 11.

3.2.2 Descripción del objeto de investigación

La vía Chasqui - Pilcuyo tiene una calzada de 6.00 ml, la cual tiene dos carriles, inicialmente por su línea en el centro lo cual en ciertas partes se estuvo borrando por el desgaste y el pasar del tiempo, la longitud de la vía es de 1915 ml. teniendo un total de la superficie de 11,490.00 m². Figura 10.

Al finalizar de la vía, en lo ancho de ambos carriles, se encuentra un reductor de velocidad tipo resalto justo antes de llegar al estadio Pilcuyo. Y a su vez, siguiendo por la trayectoria de la vía, encontramos el segundo reductor de velocidad situado entre en el barrio pueblo joven.

Figura 11.

Líneas laterales y centrales de la via que ya se están borrando.



Nota. El grafico representa las líneas laterales y centrales que ya están borradas por la falta de mantenimiento.



3.3 TIPO DE ESTUDIO

Es aplicada porque tiene como objetivo resolver un determinado problema, el cual es conocer el estado de conservación de las vías y descriptiva ya que tiene por finalidad detallar los hechos tal como son observados, en este caso el análisis visual en las vías arteriales en estudio; dado que gracias a ello obtendremos la mejor alternativa de mantenimiento a realizarse en las vías.

El tipo de investigación es de enfoque mixto ya que abarca dos tipos: cualitativo y cuantitativo. Es cualitativa, porque para el cálculo del PCI obtendremos resultados descriptivos como excelente, muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo y fallado; por otro lado, es también cualitativo por que el resultado que proporcione el PCI tendrá 7 escalas numéricas que van desde el 0 hasta el 100, tabla 4.

3.3.1 Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es exploratorio, puesto que tiene por propósito describir los niveles de severidad, tipos de fallas presentados en el pavimento flexible, además de detallar el procedimiento de inspección a realizarse.

La base de la investigación está en la toma de datos en campo a través de un formato de evaluación de registro, cuyos resultados se representan a través de tablas de registro, de campo, diagramas de sectores y gráficos de barras.

3.3.2 Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la tesis se tiene un diseño de investigación no experimental, dado que no se manipuló la variable (Índice de Condición del Pavimento). Por otro lado, según la temporalización la investigación es de tipo transversal ya que las mediciones realizadas en campo se tomaron una sola vez de tal forma que se analizan los datos en un momento dado. Además, es de diseño prospectivo, ya que los datos tomados en campo fueron recientes.

3.3.3 Variables

En la presente tesis se ha identificado las variables de estudio; donde la variable es la evaluación superficial del pavimento flexible y el Método PCI, siendo esta variable cualitativa ordinal ya que no puede ser medida sino descrita y obedece a un orden jerárquico en este caso tiene 7 niveles q va desde excelente hasta fallado.

Evaluar el estado de conservación del pavimento Flexible aplicando el Método Índice de Condición de Pavimento de la vía Chasqui - Pilcuyo, Puno - 2019.

Variable independiente de tipo cualitativo: Método Pavement Condition Index (PCI).

Variable dependiente: Evaluar el estado de conservación del pavimento flexible.

3.3.4 Operacionalización de variables

a) Variable independiente

Tabla 9.

Operacionalización de la variable independiente

Variables	Dimensiones	Indicadores	Índice de medida
			Bajo
Método PCI	Evaluación superficial del	Índice de condición	Medio
(Índice de Condición	pavimento		Alto
del Pavimento)		Extensión del tipo de	m^2
		falla	m^3

Nota. Esta tabla muestra la variable independiente, variables, dimensiones, indicadores e índice de medida.

b) **Variable dependiente****Tabla 10.***Operacionalización de la variable dependiente*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Índices de medida (m², m³)	
Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible	Evaluación Inicial (Tipos de fallas)	Piel de cocodrilo	Bajo	
		Exudación		
		Fisuras en bloque		
		Abultamiento		
		Corrugación		
		Grieta de borde		
		Grieta de reflexión		
		Desnivel carril/berma		Medio
		Parcheo		
		Pulimiento de agregados		Alto
		Huecos		
		Cruce de vía férrea		
		Ahullamiento		Excelente
	Desplazamiento			
	Grieta parabólica			
	Hinchamiento			
	Meteorización			
	Evaluación detallada	Evaluación	• Índice de condición del pavimento	Bueno
			Malo	
• Condición del pavimento			Muy malo fallado	

Nota. Esta tabla muestra la variable dependiente según sus variables, dimensiones, indicadores e índice de medida.

3.3.5 Definición operacional de variables

Variable independiente: Método Pavement Condition Index (PCI) La investigación se realizó mediante el método indicado. Los indicadores que se tomaron son parámetros de evaluación, cálculo del PCI y condición del pavimento.



a) *Parámetros de evaluación*

Tabla 11.

Fallas del pavimento flexible

Numero	Tipo de Falla	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Fisuras en Bloque	m2
4	Abultamientos y Hundimientos	m2
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	MI
8	Grieta de reflexión de junta	MI
9	Desnivel Carril/Berma	MI
10	Grietas Longitudinales y Transversales	MI
11	Parqueo	m2
12	Pulimiento de Agregados	m2
13	Huecos	m2
14	Cruce de vía férrea	m2
15	Ahuellamiento	m2
16	Desplazamiento	m2
17	Grieta Parabólica	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Meteorización	m2

Nota. Esta tabla muestra los tipos de fallas establecidas según el manual PCI.

Tabla 12.

Severidades en las fallas según PCI

Severidades	
Baja	L
Media	M
Alta	H

Nota. Esta tabla muestra las severidades de los daños encontrados en estudio.

La calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en uno o varios tramos.

b) Índice de condición:

- La metodología PCI considera lo siguiente:
- Cálculo del valor deducido (VD).
- Determinar el número máximo admisible del valor deducido.
- Cálculo del máximo valor deducido corregido (VDC).
- Cálculo del índice de condición (PCI).

c) Condición del pavimento:

Para obtener la condición actual se considera:

- Identificar la escala de clasificación PCI.
- Determinar la condición según la escala.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

En el presente proyecto de investigación se tiene 1915 ml se ha consignado 50 unidades de área, las mismas que se han obtenido de la siguiente manera:

La vía de evaluación tiene una longitud de 1.915 ml(A), un PCI de 38.30 ml (B), un ancho de calzada de 6.00 ml (C),



- Luego: B*C

$$38.30 \text{ ml} * 6.00 \text{ ml} = 229.8 \text{ m}^2$$

- Luego: A/B

$$1915/38.30 = 50 \text{ unidades de área.}$$

3.4.2 Análisis visual

El análisis visual es de tipo no probabilística, la esencia en un subconjunto de la población que se define las características peculiares y siendo el componente fundamental de la población. Tal como se muestra en las figuras del anexo I, panel fotográfico.

En la selección por el método PCI en la investigación se tomó las muestras no probabilísticas seleccionando la población a estudiar, como muestra que no depende de la probabilidad sino depende por las causas relacionadas con las características de la investigación. Se ha visualizado la calidad de un grupo de población recolectando todos los datos de la vía en estudio.

Procesamiento y análisis estadístico de los datos

La estadística descriptiva es la técnica matemática que obtiene, organiza, representa y describe un conjunto de datos con el propósito de facilitar el uso de tablas, medidas numéricas o gráficos.

El procesamiento para la ejecución del caso en estudio se realizó a través de una hoja de cálculo elaborada bajo los procedimientos de la metodología PCI y el análisis se presentó a través de gráficos de sectorización, histogramas, gráficos de líneas, tablas de registro y gráfico de barras (Microsoft Excel) de datos que se tomaron de la medición de las fallas levantadas en campo.



3.5 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD Y CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO, CLASIFICANDO LOS TIPOS DE DAÑOS ENCONTRADOS.

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente (Vaquez Varela, 2002).

Primera etapa.

La primera etapa es el trabajo de campo en el cual se identificarán los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos.

El procedimiento es lo siguiente:

3.5.1 Unidad de muestreo

Se toma la medida de la sección del tramo en estudio, obtenemos la longitud de cada unidad de muestreo cuidando que las áreas de las muestras estén dentro de los 229.8 m². Tabla 3.

Tabla 13.

Longitudes para unidades de muestreo

ANCHO DE CALZADA (M.)	LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTREO (M.)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30	31.50

Nota. Esta tabla muestra las longitudes para el muestreo en estudio de la vía según PCI.

Lo cual para nuestro estudio se tiene un ancho de calzada de 6 metros, la longitud de unidad de muestreo es de 38.30 m.



3.5.2 Evaluación de la condición

A cada unidad de muestra seleccionada para la inspección, se la registra individualmente, y se le detecta el tipo, severidad y cantidad de las fallas, las cuales se deben registrar en el formato del Anexo B (Formatos de Evaluación de Pavimentos). Y se deberá repetir este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada.

Paso 1.- Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo, está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas. Con la finalidad de facilitar el entendimiento del cálculo del PCI, se ha descrito mediante los siguientes pasos:

- Se totaliza cada tipo y nivel de severidad de daño y se registra en la columna de “Total” de la hoja de datos de campo. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo. Tabla 4.



Tabla 14.

Unidad de medida según tipo de falla

Numero	Tipo de Falla	Unidad
1	Piel de Cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Fisuras en Bloque	m2
4	Abultamientos y Hundimientos	m2
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de Borde	ml
8	Grieta de reflexión de junta	ml
9	Desnivel Carril/Berma	ml
10	Grietas Longitudinales y Transversales	ml
11	Parcheo	m2
12	Pulimiento de Agregados	m2
13	Huecos	m2
14	Cruce de vía férrea	m2
15	Ahuellamiento	m2
16	Desplazamiento	m2
17	Grieta Parabólica	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Meteorización	m2

Nota. Esta tabla muestra los tipos de fallas según manual PCI.

- Dividimos la “Cantidad total” de cada tipo de daño, en cada nivel de severidad, entre el “área muestra” de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la “densidad” del daño con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- Determinamos el “Valor Deducido” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas o tablas denominadas “valor deducido del

daño”, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Paso 2.- Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):

- Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV), de lo contrario, deben seguirse los pasos b y c.
- Liste los valores deducidos individuales en orden descendente. Usando la Tabla 5 Cálculo del PCI de la unidad de muestra.

Tabla 15.

Modelo de tabla para cálculo del PCI de la unidad de muestra

N°	Valores deducidos	Total	q	V.D.C.
----	-------------------	-------	---	--------

Nota. Esta tabla muestra el modelo para el cálculo del PCI y así obtener el V.D.C.

Determine el “Número Máximo de Valores Deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación:

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

Dónde:

Mi: Número máximo admisible de “valores deducidos, incluyendo la fracción para la unidad de muestreo i. (mi=10).

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

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



Paso 3. Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV): Este paso se lo realiza mediante un proceso iterativo que se lo describe a continuación:

- a) Determine el número de valores deducidos (q) mayores que 2.
- b) Determine del “valor deducido total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- c) Determine el CDV con el q y el “valor deducido total” en la curva de corrección, de acuerdo al tipo de pavimento.
- d) Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2 y repita las etapas de “a” hasta “c”.
- e) El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en el proceso de iteración indicado.

Paso 4: Calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 100.

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

Dónde:

PCI: Índice de condición presente

Máx. CDV: Máximo valor corregido deducido

Primera etapa:

En la primera etapa el procedimiento fue el siguiente:

1. Se tomó medidas de las secciones del tramo en estudio y de estas obtuvimos una calzada de 6.00 m. para que las áreas de las muestras estén dentro de los 229.8 m². Figura 4, 5, 6, 7, 8.
2. La longitud de la unidad de la muestra con la que se trabajó fue de 38.30 ml.
3. En campo esta longitud de unidad nos determinó el número total de unidades de muestreo de todo el tramo de pavimento flexible. Obtuvimos 50 unidades de muestreo como se muestra en el Anexo 3. Figura 4, 5, 6, 7, 8.



4. Se determinó las unidades de muestreo para la evaluación, sabiendo que son 50 las unidades de muestra, entonces nuestro intervalo de muestreo será de 1.00, entonces escogimos como primera muestra a la U 1. Y así las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían la U 2, U 3, U 4, U 5, U 6, U 7, U 8, U 9, U 10, U 11, U 12, U 13, U 14, U 15, U 16, U 17, U 18, U 19, U 20, U 21, U 22, U 23, U 24, U 25, U 26, U 27, U 28, U 29, U 30, U 31, U 32, U 33, U 34, U 35, U 36, U 37, U 38, U 39, U 40, U 41, U 42, U 43, U 44, U 45, U 46, U 47, U 48, U 49, U 50.

3.6 CALCULO DE PCI

Tabla 16.

Cálculo del PCI por el método índice de condición del pavimento

MÉTODO PCI		NIVEL DE SEVERIDAD			
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE					
HOJA DE REGISTRO					
NOMBRE DE LA VÍA	CHASQUI - PILCUYO	PROGRESIVA INICIAL	UNIDAD DE MUESTRA	U 2	SECCIÓN
EJECUTOR	BACH. ROYER ALBERTO APAZA CONDORCALLO	PROGRESIVA FINAL	ÁREA DE MUESTRA	m2	FECHA
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión		11. Parcheo y acometidas de servicio público	16. Desplazamiento	2
2. Exudación	7. Grieta de borde		12. Pulimento de agregados	17. Grieta parabólica	14/02/2021
3. Fisuras en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta		13. Huecos	18. Hinchamiento	
4. Abultamiento y hundimiento.	9. Desnivel carril-berma		14. Cruce de vía férrea	19. Meteorización	
5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales		15. Ahullamiento		
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD			VALOR DEDUCIDO
13	M	9.00		9.00	3.92
12	M	2.7		2.70	1.17
1	H	3.2		3.20	1.39
1	L	6.36		6.36	2.77
1	M	4.00	9.24	13.24	5.76
		TOTAL		9.00	3.92
				2.70	1.17
				3.20	1.39
				6.36	2.77
				13.24	5.76
					68
					1
					37
					20
					40

Nota. Esta tabla muestra la información recopilada de la U 2, donde se levantó 3 tipos de fallas como huecos, pulimento de agregados y piel de cocodrilo con sus respectivas cantidades y posteriormente obtenemos el total y calculamos la densidad y obtenemos el valor deducido.

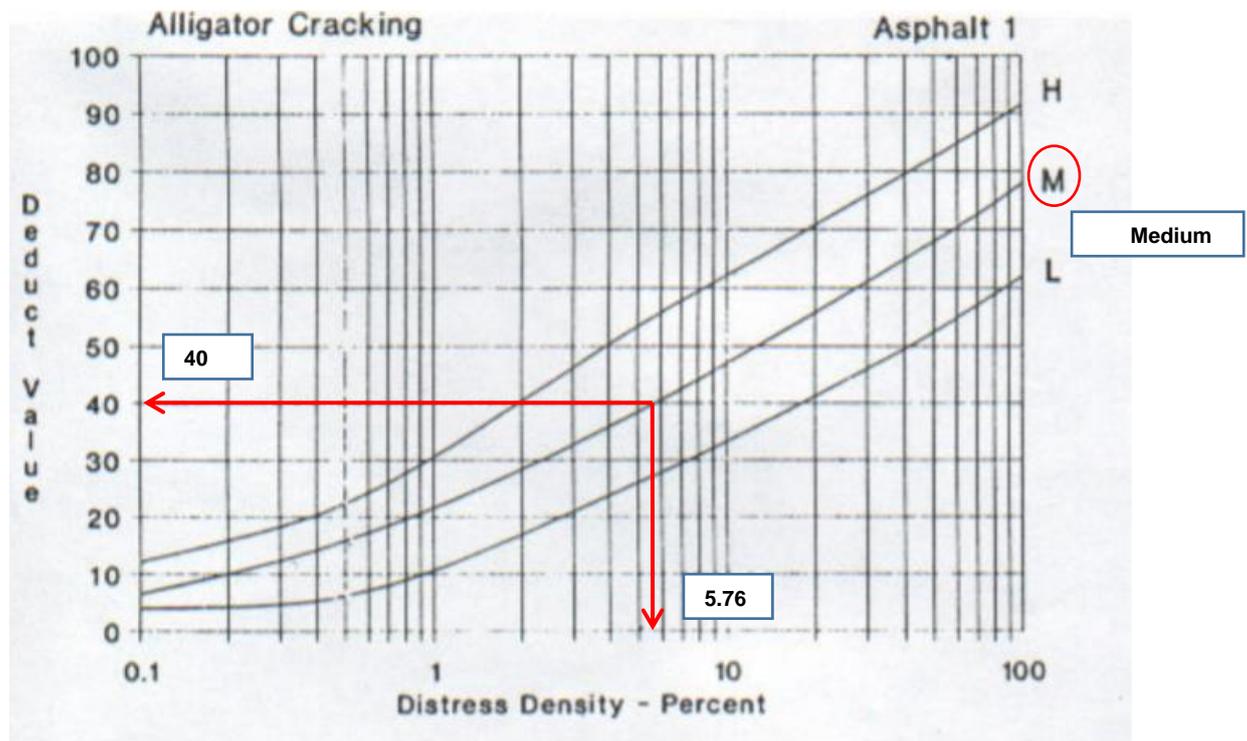
Por ejemplo, si se ha encontrado una falla de parcheo (Daño 1) con una severidad media (M) y con un total 13.24 m², su densidad fue:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Area Total del Daño} \times 100}{\text{Area de muestra}} = \frac{13.24 \times 100}{229.8} = 5.76$$

Luego para hallar el Valor Deducido (VD) se tomó la curva de severidad Media (M) de la falla del Parcheo en el subtítulo número 1 del anexo C 1, (Curvas para hallar el Valor Deducido), y se identificó la densidad de 5.76, teniéndose como resultado el valor deducido de 40 para dicho daño.

Figura 12.

Curvas para hallar el valor deducido.



Nota. El gráfico representa las curvas para hallar el valor deducido donde ubicamos con el valor obtenido densidad, para obtener el valor deducido.

Posterior a esto se necesitó calcular el Valor deducido Total, entonces se procedió a ordenar de mayor a menor los valores deducidos, y determinar el “Número máximo de valores deducidos” lo cual en nuestra muestra es 68, según el Paso 02 del subtítulo



3.5 (procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento) capítulo III, para hallar el Valor deducido corregido (Vaquez Varela, 2002).

$$\text{Numero de Valores Deducidos} = 1 + \frac{9}{98}(100 - \text{MAX.V.D.}) \leq 10$$

$$\text{Max V.D.} = 68$$

$$\text{Numero de Valores Deducidos} = 1 + \frac{9}{98}(100 - 68) \leq 10$$

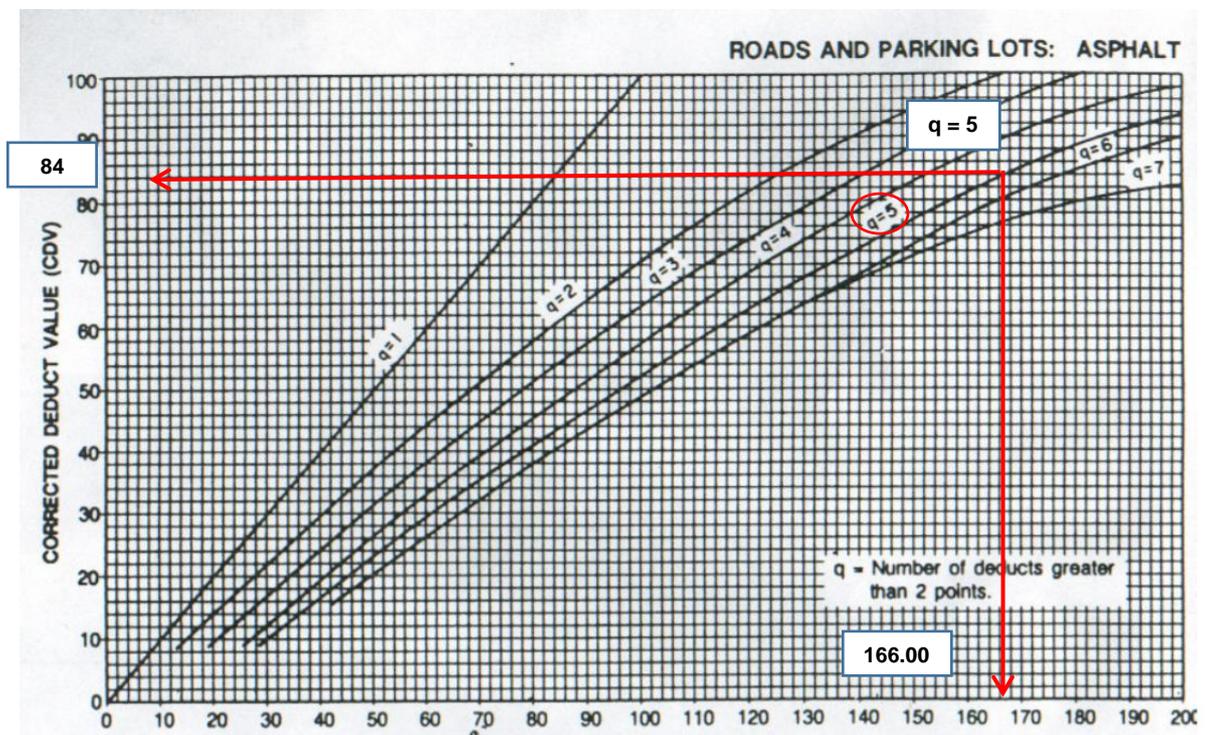
$$\text{Numero de Valores Deducidos} = 3.94$$

Se realizó la iteración con los valores mayores a 2.0, y se halló $q = 5$, se calculó el Valor deducido total que resulta de sumar todos los valores individuales y con apoyo de la gráfica del **Anexo IV, C.2** se obtuvo el valor del CDV (Corrected Deduct Value) ó VDC (Valor Deducido Corregido). Así se repitió el procedimiento en cada iteración y se redujo a 2.0 el dato de menor valor de los que superaron el valor deducido de 2.0 (condición inicial o anterior) que junto al Valor deducido total que tampoco cambió de valor (Vaquez Varela, 2002).

Curvas para hallar el Valor Deducido Corregido (VDC), En la numero 1 se identificó un total de 166.00 que pertenece a ($q = 5$), teniéndose como resultado el valor deducido corregido de 84 para dicha muestra.

Figura 13.

Curvas para hallar el valor deducido corregido (vdc)



Nota. El gráfico representa las curvas para hallar el valor deducido corregido con los datos obtenidos de q.

Una vez que se obtuvo todos los valores de VDC se tomó el mayor y este se tomó como el Máximo valor deducido corregido (Max. V.D.C.), lo que en nuestro caso el máximo valor deducido corregido es 90.

Y por último con el Max V.D.C., se procedió a hallar PCI de la unidad de muestra con la ecuación 4 (Índice de Condición de Pavimento de Unidad de Muestra) Paso 4 (cálculo de PCI). En nuestro caso aplicando la fórmula nos da un resultado de PCI = 10, lo cual nuestro pavimento da una condición del estado de pavimento fallado. Figura 12,13.



Tabla 17.

Cálculo de valores deducidos corregido de una unidad de muestra U 2

Numero	Valores deducidos					Total	q	V. D. C
1	68	40	37	20	1	166,00	5	84
2	68	40	37	20	1	166,00	4	90
3	68	40	37	2	1	148,00	3	88
4	68	40	2	2	1	113,00	2	78
5	68	2	2	2	1	75,00	1	75
							Max. V. D. C	90

Nota. Esta tabla muestra el cálculo de valores deducido corregido de una unidad de muestra según la figura

14.

Índice de condición del pavimento (PCI): $PCI = 100 - (\text{Max V D C o Total V D})$

$PCI = 10$

Condición del estado del pavimento: **(FALLADO)**

3.7 INSPECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA

El procedimiento de inspección para pavimentos con superficies de asfalto, se realiza llenando los espacios en blanco en los formatos correspondientes. En el Anexo B se muestra el formato llenado de cada unidad de muestreo inspeccionada.

La unidad de muestra U 1, U 2, U 3, U 4, U 5, U 6, U 7, U 8, U 9, U 10, U 11, U 12, U 13 tienen 229.8 m² cada unidad de muestra, y perteneciente a la sección 01 a dicha región de pavimento de la vía Chasqui – Pilcuyo.

Tabla 18.

Severidad de fallas encontradas en la sección 1

Numero de muestra	Falla	Und	Bajo	Medio	Alto	PCI	Descripción
U 1	1	m2	36			63	Bueno
	13	Und		9			
U 2	12	m2		2.7		10	Fallado
	1	m2	6.36	13.24	3.2		
U 3	1	m2	7.7	4.8		51	Regular
	4	M	6				
U 4	1	m2		6		67	Bueno
U 5	3	m2	15	7.8		89	Excelente
U 6	8	ml	15			90	Excelente
U 7	8	m		2.5		90	Excelente
	3	m2		6.9			
U 8	3	m2	7.52			96	Excelente
	10	m2		6.6			
U 9	1	m2		41.76	25.11	1	Fallado
	11	m2	0.54				
	3	m2	4.3				
	19	m2		4.68	33.75		
U 10	1	m2		26.79	27.41	2	Fallado
	19	m2		13.32	4.18		
	13	m		7.89			
U 11	1	m2		2	17.09	12	Muy Malo
	11	m2		13.34			
	19	m2		41.12			
	13	und		4.9			
	11	m2		4.05			
	17	m2		10.56			
U 12	11	m2		1.6	33.12	10	Fallado
	13	Und	17.48				
	1	m2			2.08		
U 13	19	m2			3.12	16	Muy malo
	5	m2		5			
	11	m2			8.48		
	1	m2			27.66		
	7	ml			58.76		
	16	m2			3		

Nota. Esta tabla muestra las severidades encontradas en la sesión 1 en las 13 muestras clasificando con su nivel de severidad de cada unidad de muestreo.



Unidad de muestra U 1

La falla encontrada de esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja. Figura 18.

Donde observamos en la tabla 28 se obtuvo 1 valor deducido: 37, Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 37, dando como resultado un índice de 63 que corresponde a un pavimento bueno.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) hacer un sello superficial de la sobrecapa (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 2

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Huecos, pulimiento de agregados y piel de cocodrilo. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja, media y alta. Figura 19.

Donde observamos en la tabla 30 se obtuvo 5 valores deducidos: 68, 40, 37, 20, 1. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 90, dando como resultado un índice de 10 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (13) hacer un parcheo parcial, falla (12) sobrecapa, sello superficial, falla (1) parcheo parcial y parcheo de profundidad total (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 3

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: piel de cocodrilo y abultamiento y hundimiento. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja y media. Figura 20.



Donde observamos en la tabla 32 se obtuvo 3 valores deducidos: 31, 20.05, 6. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 49, dando como resultado un índice de 51 que corresponde a un pavimento Regular.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) hacer un sello superficial una sobrecapa, parcheo parcial en toda la profundidad, falla (4) parcheo parcial (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 4

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra es la piel de cocodrilo. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad Media. Figura 20.

Donde observamos en la tabla 34 se obtuvo 1 valor deducido: 33, Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 33, dando como resultado un índice de 67 que corresponde a un pavimento Bueno.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) hacer un parcheo parcial o en toda la profundidad, hacer una sobre capa lo cual es reconstrucción (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 5

La falla encontrada de esta unidad de muestra es fisuras en bloque. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja y media. Figura 21.

Donde observamos en la tabla 36 se obtuvo 2 valores deducidos: 9, 7, Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 11, dando como resultado un índice de 89 que corresponde a un pavimento excelente.



Alternativas de solución

Se recomienda, falla (3) hacer el sellado de grietas con ancho mayor a 3.00 mm, riego de sello que consiste en mantenerlo con concreto asfáltico, también requiere de reciclado superficial y escarificado en caliente y sobrecapa (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 6

La falla encontrada de esta unidad de muestra es grieta de reflexión de junta. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media. Figura 22.

Donde observamos en la tabla 38 se obtuvo 1 valor deducidos: 10, Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 10, dando como resultado un índice de 90 que corresponde a un pavimento excelente.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (8) hacer el sellado de grietas y un parcheo de profundidad parcial (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 7

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: grieta de reflexión de junta y fisuras en bloque. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media. Figura 23.

Donde observamos en la tabla 40 se obtuvo 2 valores deducidos: 8 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 10, dando como resultado un índice de 90 que corresponde a un pavimento excelente.



Alternativas de solución

Se recomienda, falla (8) hacer un sellado de grietas y parcheo de profundidad parcial, falla (3) reciclado superficial y escarificado en caliente y sobrecapa (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 8

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: fisuras en bloques. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja. Figura 24.

Donde observamos en la tabla 42 se obtuvo 1 valor deducidos: 4, Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 4, dando como resultado un índice de 96 que corresponde a un pavimento excelente.

Alternativas de solución

Se recomienda falla (3) hacer el sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Y riego de sello (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 9

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Grietas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo, parcheo y acometidas de servicio público, fisuras en bloque, meteorización. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja, media y alta. Figura 25.

Donde observamos en la tabla 44 se obtuvo 7 valores deducidos: 64, 55, 50, 10, 9, 2 y 1. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 99, dando como resultado un índice de 1 que corresponde a un pavimento Fallado.



Alternativas de solución

Se recomienda, falla (10) sellado de grietas, falla (1) parcheo parcial en toda la profundidad una sobrecapa, reconstrucción del área, falla (11) sustitución del parche, falla (3) sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm, falla (19) riego de sello, y tratamiento superficial (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 10

La unidad de muestra U10 tiene 229.8 m², y perteneciente a la sección 01 a dicha región de pavimento de la vía Chasqui – Pilcuyo. Figura 26.

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Meteorización, huecos. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta.

Donde observamos en la tabla 46 se obtuvo 5 valores deducidos: 61, 60, 45, 20, 14. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 98, dando como resultado un índice de 2 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (19) sello superficial, tratamiento superficial y sobrecarpeta, tratamiento superficial, sobrecarpeta y reconstrucción. Falla (13) parcheo parcial o profundo (Vaquez Varela, 2002).



Unidad de muestra U 11

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Parcheo y acometidas de servicio público, Meteorización, huecos, Grietas parabólicas. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta. Figura 27.

Donde observamos en la tabla 48 se obtuvo 7 valores deducidos: 59, 44, 25, 23.5, 20.5, 17.5, 10. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 88, dando como resultado un índice de 12 que corresponde a un pavimento Muy malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (11) no se hace nada o requiere sustitución del parche. Falla (19) sello superficial, tratamiento superficial o una sobrecapa falla (13) parcheo parcial o profundo falla (17) parcheo parcial (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 12

La unidad de muestra U 12 tiene 229.8 m², y perteneciente a la sección 01 a dicha región de pavimento de la vía Chasqui – Pilcuyo. Figura 28.

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Parcheo y acometidas de servicio público, Meteorización, huecos, corrugación. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja, media y alta.

Donde observamos en la tabla 50 se obtuvo 6 valores deducidos: 60, 50.5, 29, 23, 18, 8. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 90, dando como resultado un índice de 10 que corresponde a un pavimento Fallado.



Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (11) no se hace nada o requiere sustitución del parche. Falla (19) sello superficial, tratamiento superficial o una sobrecapa. Falla (13) parcheo parcial o profundo falla (5) reconstrucción (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U13

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Parcheo y acometidas de servicio público, Grieta de borde, Desplazamiento. Ver tabla 18 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta. Figura 29.

Donde observamos en la tabla 52 se obtuvo 4 valores deducidos: 63.5, 47, 32.5, 21.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 84, dando como resultado un índice de 16 que corresponde a un pavimento Muy malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (1) Parcheo parcial en profundidad total, reconstrucción. Falla (11) realizar una sustitución del parche. Falla (7) Parcheo parcial - profundo. Falla (16) Fresado, parcheo parcial o profundo (Vaquez Varela, 2002).

La unidad de muestra U 14, U 15, U 16, U 17, U 18, U 19, U 20, U 21, U 22, U 23, U 24, U 25, U 26, tienen 229.8 m² cada unidad de muestra, y perteneciente a la sección 02 a dicha región de pavimento de la vía Chasqui – Pilcuyo.

Tabla 19.

Severidad de fallas encontradas en la sección 2

Numero de muestra	Falla	Und	Bajo	Medio	Alto	PCI unidad de muestra	Descripción
U 14	1	m2			61.19	1	Fallado
	11	m2			32.63		
	16	m2			7.04		
U 15	13	Und		1.26		9	Fallado
	16	m2			0.8		
	10	MI		15.04	1.8		
	11	m2		35			
	1	m2	63.76				
	18	m2		3.5			
U 16	1	m2			16.62	19	Muy Malo
	7	MI			18.48		
	11	m2			27.52		
U 17	11	m2			9.02	14	Muy Malo
	6	m2	33.8				
	3	m2		2.52			
	5	m2		12			
U 18	1	m2			12.8	40	Malo
	11	m2		3.22			
	1	m2		3	3.2		
	3	m2			16.95		
U 19	13	Und			0.6	18	Muy Malo
	1	m2			24.59		
	11	m2		6.12			
U 20	1	m2			4.32	52	Regular
	11	m2		1.44			
	16	m2		11.2			
U 21	1	m2			17.5	30	Malo
	16	m2			4		
	6	m2			1.76		
	13	Und			0.4		
U 22	1	m2			7.55	34	Malo
	3	m2			54		
U 23	1	m2		2.08	3.48	8	Fallado
	11	m2			17.46		
	16	m2			2.91		
	13	Und			4.9		
U 24	1	m2			25.52	26	Malo
	11	m2		2.8			
	3	m2		16.6	8		
U 25	1	m2			16.02	16	Muy Malo
	16	m2			3.9		
	11	m2			2.1		
	3	m2		18			
U 26	3	m2		15		75	Muy bueno
	11	m2		5.15	0.48		
	4	ml		1.36			

Nota. Esta tabla muestra las severidades encontradas en la sesión 2 en las 13 muestras clasificando con su nivel de severidad de cada unidad de muestreo.



Unidad de muestra U 14

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Parcheo y acometidas de servicio público, Desplazamiento. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta. Figura 30.

Donde observamos en la tabla 54 se obtuvo 3 valores deducidos: 74.5, 57, 30.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 99, dando como resultado un índice de 1 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (11) realizar una sustitución del parche Falla (16) Fresado, parcheo parcial o profundo (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 15

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Huecos, Desplazamiento, Grietas longitudinales y transversales, Parcheo y acometidas de servicio público, Piel de cocodrilo, Hinchamiento. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja, media y alta. Figura 31.

Donde observamos en la tabla 56 se obtuvo 7 valores deducidos: 60, 47, 35, 20.5, 15, 11.5, 8. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 91, dando como resultado un índice de 9 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (13) parcheo profundo. Falla (16) parcheo parcial profundo. Falla (10) sellado de grietas y parcheo parcial. Falla (11) no se hace nada o sustitución del parche. Falla (1) sello superficial y sobrecapa. Falla (18) no se hace nada, reconstrucción (Vaquez Varela, 2002).



Unidad de muestra U 16

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Grieta de borde, Parcheo y acometidas de servicio público. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta. Figura 32.

Donde observamos en la tabla 58 se obtuvo 3 valores deducidos: 58.5, 54.5, 21. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 81, dando como resultado un índice de 19 que corresponde a un pavimento Muy malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (7) parcheo parcial – profundo. Falla (11) sustitución del parche (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 17

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Parcheo y acometidas de servicio público. Depresión, Fisuras en bloque, Corrugación, Piel de cocodrilo. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja, media y alta. Figura 33.

Donde observamos en la tabla 60 se obtuvo 5 valores deducidos: 65, 34.5, 31, 24, 4.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 86, dando como resultado un índice de 14 que corresponde a un pavimento Muy malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (11) sustitución del parche. Falla (6) no se hace nada. Falla (3) sellado de grietas, escarificado en caliente y sobrecapa. Falla (5) reconstrucción. Falla (1) parcheo parcial, sobrecapa y reconstrucción (Vaquez Varela, 2002).



Unidad de muestra U 18

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Parcheo y acometidas de servicio público. Depresión, Fisuras en bloque, Corrugación, Piel de cocodrilo. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja, media y alta. Figura 34.

Donde observamos en la tabla 62 se obtuvo 5 valores deducidos: 65, 34.5, 31, 24, 4.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 86, dando como resultado un índice de 14 que corresponde a un pavimento Muy malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (11) no se hace nada o sustitución del parche. Falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (3) sellado de grietas, escarificado en caliente y sobrecapa. Falla (13) parcheo profundo (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 19

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Parcheo y acometidas de servicio público. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta. Figura 35.

Donde observamos en la tabla 64 se obtuvo 2 valores deducidos: 68, 17.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 82, dando como resultado un índice de 18 que corresponde a un pavimento Muy malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (11) realizar una sustitución del parche (Vaquez Varela, 2002).



Unidad de muestra U 20

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Parcheo y acometidas de servicio público, Desplazamiento. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta. Figura 36.

Donde observamos en la tabla 66 se obtuvo 3 valores deducidos: 38, 25 y 7. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 48, dando como resultado un índice de 52 que corresponde a un pavimento Regular.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (11) realizar una sustitución del parche. Falla (16) parcheo parcial o profundo (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 21

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Desplazamiento, Depresión, Huecos. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta. Figura 37.

Donde observamos en la tabla 68 se obtuvo 4 valores deducidos: 59, 24, 22.5, 16. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 70, dando como resultado un índice de 30 que corresponde a un pavimento Malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (16) fresado, parcheo parcial profundo.

Falla (6) parcheo superficial, parcial o profundo. Falla (13) parcheo profundo (Vaquez Varela, 2002).



Unidad de muestra U 22

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Exudación. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta. Figura 38.

Donde observamos en la tabla 70 se obtuvo 2 valores deducidos: 47.5, 44.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 66, dando como resultado un índice de 34 que corresponde a un pavimento Malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (3) sellado de grietas, reciclado superficial, escarificado en caliente y sobrecapa (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 23

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: piel de cocodrilo, Ver tabla 19 siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta. Figura 39.

Donde en la tabla 72 del PCI se obtiene 5 valores deducidos: 69, 46, 35, 21 y 19.5 Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 92, dando como resultado un índice de 8 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (11) sustitución del parche. Falla (16) fresado, parcheo parcial profundo. Falla (13) parcheo profundo (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 24

La unidad de muestra U 24 tiene 229.8 m², y perteneciente a la sección 02 a dicha región de pavimento de la vía Chasqui – Pilcuyo.



La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Piel de cocodrilo, Parcheo y acometida de servicio público, Fisuras en bloque. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta.

Donde observamos en la tabla 74 se obtuvo 4 valores deducidos: 68, 20, 18, 15. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 74, dando como resultado un índice de 26 que corresponde a un pavimento Malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (11) sustitución del parche. Falla (3) sellado de grietas, reciclado superficial, escarificado en caliente y sobrecapa (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 25

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Piel de cocodrilo, Desplazamiento, Parcheo y acometida de servicio público, fisuras en bloque. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta.

Donde observamos en la tabla 76 se obtuvo 4 valores deducidos: 60, 57, 19.5, 15. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 84, dando como resultado un índice de 16 que corresponde a un pavimento Muy malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (16) fresado, parcheo parcial profundo. Falla (11) sustitución del parche. Falla (3) sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecapa (Vaquez Varela, 2002).



Unidad de muestra U 26

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Fisuras en bloque, parcheo y acometidas de servicio público, abultamiento y hundimiento, parcheo y acometidas de servicio público. Ver tabla 19 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta. Figura 40.

Donde observamos en la tabla 78 se obtuvo 4 valores deducidos: 15, 14, 10, 9. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 25, dando como resultado un índice de 75 que corresponde a un pavimento Muy bueno.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (11) no se hace nada o sustitución del parche. Falla (3) sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecapa. Falla (4) reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial, sobrecapa (Vaquez Varela, 2002).

La unidad de muestra U 27, U 28, U 29, U 30, U 31, U 32, U 33, U 34, U 35, U 36, U 37, U 38, U 39 tienen 229.8 m² cada unidad de muestra, y perteneciente a la sección 03 a dicha región de pavimento de la vía Chasqui – Pílcuyo.

Tabla 20.

Severidad de fallas encontradas en la sección 3.

Numero de muestra	Falla	Und	Bajo	Medio	Alto	PCI unidad de muestra	Descripción
U 27	1	m2			18.7	31	Malo
	6	m2		0.7			
	11	m2		2.86			
U 28	3	m2	3.44	12		86	Excelente
U 29	3	m2		30		70	Bueno
U 30	11	m2			9.24	22	Muy malo
	1	m2		4.8	13.3		
U 31	1	m2		5.6	14.04	8	Fallado
	13	und			6.6		
U 32	13	und			17.79	0	Fallado
	7	ml			18.48		
	1	m2			5.28		
U 33	16	m2			14.97	22	Muy malo
	13	und			5.06		
U 34	13	und			14.97	0	Fallado
	16	m2			12		
	1	m2			25.89		
U 35	19	m2			18.2	17	Muy malo
	11	m2			3.4		
	1	m2			1.92		
	13	und			3.5		
U 36	1	m2			12	33	Malo
	11	m2			12		
U 37	13	und			11.62	7	Fallado
	7	ml			3.1		
	11	m2			16.3		
U 38	1	m2			31.38	1	Fallado
	19	m2			10.78		
	13	und			4.35		
U 39	11	m2		34.16		23	Muy malo
	13	und	2	3			
	19	m2		190.96	4.83		

Nota. Esta tabla muestra las severidades encontradas en la sesión 3 en las 13 muestras clasificando con su nivel de severidad de cada unidad de muestreo.



Unidad de muestra U 27

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Piel de cocodrilo, Depresion, Parcheo y acometida de servicio público, fisuras en bloque. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta. Figura 41.

onde observamos en la tabla 80 se obtuvo 3 valores deducidos: 60, 32, 20. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 69, dando como resultado un índice de 31 que corresponde a un pavimento Malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción. Falla (6) parcheo superficial, parcial o profundo. Falla (11) sustitución del parche (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 28

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Fisuras en bloque. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad baja y media. Figura 42.

Donde observamos en la tabla 82 se obtuvo 2 valores deducidos: 12, 2.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 14, dando como resultado un índice de 86 que corresponde a un pavimento Excelente.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (3) sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm, riego de sello, sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecapa (Vaquez Varela, 2002).



Unidad de muestra U 29

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Fisuras en bloque. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media.

Donde observamos en la tabla 84 se obtuvo 1 valor deducido: 30. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 30, dando como resultado un índice de 70 que corresponde a un pavimento Bueno. Figura 43.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (3) sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecapa (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 30

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: parcheo y acometidas de servicio público. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta. Figura 44.

Donde observamos en la tabla 86 se obtuvo 3 valores deducidos: 66, 34, 29. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 78, dando como resultado un índice de 22 que corresponde a un pavimento Muy malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (11) no se hace nada, sustitución del parche. Falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 31

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: piel de cocodrilo, huecos. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad media y alta.



Donde observamos en la tabla 88 se obtuvo 3 valores deducidos: 72, 58, 33. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 92, dando como resultado un índice de 8 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (1) parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecapa, reconstrucción Falla (13) parcheo profundo (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 32

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Huecos, grieta de borde, Piel de cocodrilo. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta.

Donde observamos en la tabla 90 se obtuvo 3 valores deducidos: 96, 44, 31. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 100, dando como resultado un índice de 0 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (13) parcheo profundo. Falla (7) parcheo parcial profundo. Falla (1) parcheo parcial, sobrecarpeta, reconstrucción (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 33

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Desplazamiento, huecos. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta.

Donde observamos en la tabla 92 se obtuvo 2 valores deducidos: 67, 44.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 78, dando como resultado un índice de 22 que corresponde a un pavimento Muy malo.



Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (16) fresado, parcheo parcial o profundo. Falla (13) parcheo profundo (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 34

Las fallas encontradas de esta unidad de muestra son: Huecos, Deslizamiento, Piel de cocodrilo. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta. Figura 45.

Donde observamos en la tabla 94 se obtuvo 3 valores deducidos: 91, 63.5, 39. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 100, dando como resultado un índice de 0 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (13) parcheo profundo. Falla (16) fresado parcial o profundo. Falla (1) parcheo parcial, sobrecarpeta, reconstrucción (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 35

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Meteorización, Parcheo y acometidas de servicio público, piel de cocodrilo, huecos. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta.

Donde observamos en la tabla 96 se obtuvo 4 valores deducidos: 60, 37, 28.5, 23.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 83, dando como resultado un índice de 17 que corresponde a un pavimento Muy malo.



Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (19) tratamiento superficial, sobrecapa, reciclaje, reconstrucción.

Falla (11) sustitución del parche. Falla (1) parcheo parcial, sobrecapa, reconstrucción.

Falla (13) parcheo profundo (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 36

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Piel de cocodrilo, parcheo y acometidas de servicio público. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta.

Donde observamos en la tabla 98 se obtuvo 2 valores deducidos: 55, 37.5. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 67, dando como resultado un índice de 33 que corresponde a un pavimento Malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (11) sustitución del parche. Falla (1) parcheo parcial, sobrecapa, reconstrucción (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 37

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: huecos, grietas de borde, Parcheo y acometidas de servicio público. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alta.

Donde observamos en la tabla 100 se obtuvo 3 valores deducidos: 89.4, 45, 9.8. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 93, dando como resultado un índice de 7 que corresponde a un pavimento Fallado.



Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (13) parcheo profundo, Falla (7) parcheo parcial – profundo, Falla (11) Sustitución del parche (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 38

La falla encontrada de esta unidad de muestra es: Piel de cocodrilo, Meteorización, Huecos. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad alto.

Donde observamos en la tabla 102 se obtuvo 3 valores deducidos: 66.5, 66, 45. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 99, dando como resultado un índice de 1 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (1) parcheo parcial, sobrecapa, reconstrucción, Falla (19) tratamiento superficial, sobrecapa, reciclaje, reconstrucción, Falla (13) parcheo profundo.

Unidad de muestra U 39

Las fallas encontradas de estas unidades de muestras son: Parcheo y acometidas de servicio público, Huecos, meteorización. Ver tabla 20 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo, medio, alto.

Donde observamos en la tabla 104 se obtuvo 5 valores deducidos: 37, 36, 21, 18, 14. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 77, dando como resultado un índice de 23 que corresponde a un pavimento Muy malo.



Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (11) no se hace nada, sustitución del parche. Falla (13) no se hace nada, parcheo parcial o profundo. Falla (19) sello superficial, tratamiento superficial, sobrecapa, reciclaje. Reconstrucción (Vaquez Varela, 2002).

La unidad de muestra U 40, U 41, U 42, U 43, U 44, U 45, U 76, U 47, U 48, U 49, U 50 tienen 229.8 m² cada unidad de muestra, y perteneciente a la sección 04 a dicha región de pavimento de la vía Chasqui – Pilcuyo.



Tabla 21.

Severidad de fallas encontradas en la sección 4

Numero de muestra	Falla	Und	Bajo	Medio	Alto	PCI	Descripción
U 40	1	m2	1.12			30	Malo
	5	m2	191.4				
	6	m2	38.7				
	10	ml	3.5				
	11	m2			0.22		
	18	m2	172.5				
U 41	1	m2			1.5	66	Bueno
	6	m2	0.48				
	7	ml	0.58				
	14	m2	0.88				
	15	m2	0.08				
	18	m2	114.87				
U 42	1	m2			4.36	49	Regular
	5	m2	29.1				
	6	m2	11.34				
	7	ml	3.5				
	10	ml	5.2				
	11	m2	0.34				
	14	m2	1.35				
	18	m2	141.2				
U 43	12	m2	4	7	13	74	Muy bueno
	1	m2	1.4				
	17	m2	12.42				
U 44	12	m2	7	3	10	10	Fallado
	17	m2			138.00		
U 45	11	m2		0.42		61	Bueno
	12	m2	4	14	15.2		
	17	m2		0.78			
U 46	12	m2	11.65	3		82	Muy bueno
	17	m2		6			
U 47	12	m2	6		3	53	Regular
	11	m2	22.78				
	17	m2		26.15			
U 48	12	m2	9		5	43	Regular
	11	m2			23.97		
U 49	12	m2	5	8	11.15	87	Excelente
	11	m2	11.43				
U 50	12	m2	4	7	3.5	21	Muy malo
	11	m2			92.00		

Nota. Esta tabla muestra las severidades encontradas en la sesión 4 en las 11 muestras clasificando con su nivel de severidad de cada unidad de muestreo.



Unidad de muestra U 40

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Piel de cocodrilo, Corrugación, Depresión, Grietas longitudinales y transversales, Parcheo y acometidas de servicios públicos, Hinchamiento. Ver tabla 21 siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo y alto.

Donde observamos en la tabla 106 se obtuvo 6 valores deducidos: 55, 36, 25, 8, 7, 6. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 70, dando como resultado un índice de 30 que corresponde a un pavimento Malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (1) sello superficial, sobrecapa. Falla (5) no se le hace nada. Falla (6) no se hace nada. Falla (10) sellado de grietas de ancho mayor que 30. mm. Falla (11) sustitución del parche Falla (18) no se hace nada (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 41

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Piel de cocodrilo, Depresión, Grietas longitudinales y Cruce de vía férrea, Ahullamiento, Hinchamiento. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo y alto. Figura 46.

Donde observamos en la tabla 108 se obtuvo 4 valores deducidos: 25, 17, 5, 2. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 34, dando como resultado un índice de 66 que corresponde a un pavimento Bueno.



Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (1) Parcheo parcial, sobre capa, reconstrucción. Falla (18) No se hace nada. Falla (6) no se hace nada. Falla (2) No se hace nada (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 42

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Piel de cocodrilo, Corrugación, Depresión, Grietas de borde, grietas longitudinales y transversales, parcheo y acometidas de servicio público, Cruce de vía férrea, Hinchamiento. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo y alto.

Donde observamos en la tabla 110 se obtuvo 5 valores deducidos: 40, 19, 14, 10, 3, 2. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 51, dando como resultado un índice de 49 que corresponde a un pavimento Regular.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (1) Parcheo parcial, sobre capa, reconstrucción. Falla (5) No se hace nada. Falla (6) No se hace nada. Falla (7) No se hace nada, sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm. Falla (10) No se hace nada, sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm. Falla (11) No se hace nada. Falla (14) No se le hace nada, Falla (18). No se hace nada (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 43

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Pulimiento de agregados, Piel de cocodrilo, Grieta parabólica. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo, medio y alto. Figura 47.



Donde observamos en la tabla 112 se obtuvo 4 valores deducidos: 21, 7, 2, 1. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 26, dando como resultado un índice de 74 que corresponde a un pavimento Muy bueno.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (12) No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta, fresado y sobre carpeta. Falla (1) No se hace nada. Falla (17) No se hace nada, Parcheo parcial (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 44

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Pulimiento de agregados, Grieta parabólica. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo, medio y alto.

Donde observamos en la tabla 114 se obtuvo 3 valores deducidos: 87, 2, 1. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 90, dando como resultado un índice de 10 que corresponde a un pavimento Fallado.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (12) No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta, fresado y sobre carpeta. Falla (17) Parcheo parcial.

Unidad de muestra U 45

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Parcheo y acometida de servicio público, Pulimiento de agregados, Grieta parabólica. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo, medio y alto.



Donde observamos en la tabla 116 se obtuvo 3 valores deducidos: 33, 3, 3, 2. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 39, dando como resultado un índice de 61 que corresponde a un pavimento Bueno.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (11) No se hace nada, Sustitución del parche. Falla (12) No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta, fresado y sobre carpeta. Falla (17) Parcheo parcial (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 46

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Pulimiento de agregados, Grieta parabólica. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo y medio.

Donde observamos en la tabla 118 se obtuvo 2 valores deducidos: 16, 2. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 18, dando como resultado un índice de 82 que corresponde a un pavimento Muy bueno.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (12) No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta, fresado y sobre carpeta. Falla (17) Parcheo parcial (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 47

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Pulimiento de agregados, Parcheo y acometidas de servicio público, Grieta parabólica. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo, medio y alto.

Donde observamos en la tabla 120 se obtuvo 2 valores deducidos: 45, 17. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido



47, dando como resultado un índice de 53 que corresponde a un pavimento Regular.
Figura 48.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (12) No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta, fresado y sobre carpeta. Falla (11) No se hace nada. Falla (17) Parcheo parcial (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 48

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Pulimiento de agregados, Parcheo y acometidas de servicio público. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo y alto.

Donde observamos en la tabla 122 se obtuvo 3 valores deducidos: 53, 4, 3, Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 57, dando como resultado un índice de 43 que corresponde a un pavimento Regular.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (12) No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta, fresado y sobre carpeta. Falla (11) No se hace nada (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 49

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Pulimiento de agregados, Parcheo y acometidas de servicio público. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo, medio y alto. Figura 49.

Donde observamos en la tabla 124 se obtuvo 3 valores deducidos: 10, 2, 1, Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 13, dando como resultado un índice de 87 que corresponde a un pavimento excelente.



Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (12) No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta, fresado y sobre carpeta. Falla (11) No se hace nada (Vaquez Varela, 2002).

Unidad de muestra U 50

Las fallas encontradas de esta unidad de muestras son: Pulimiento de agregados, Parcheo y acometidas de servicio público. Ver tabla 21 Siendo fallas que predominan y que poseen un nivel de severidad bajo, medio y alto. Figura 50.

Donde observamos en la tabla 126 se obtuvo 2 valores deducidos: 78, 1. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene como máximo valor deducido corregido 78, dando como resultado un índice de 21 que corresponde a un pavimento Muy malo.

Alternativas de solución

Se recomienda, Falla (12) No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta, fresado y sobre carpeta. Falla (11) Sustitución del parche (Vaquez Varela, 2002).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

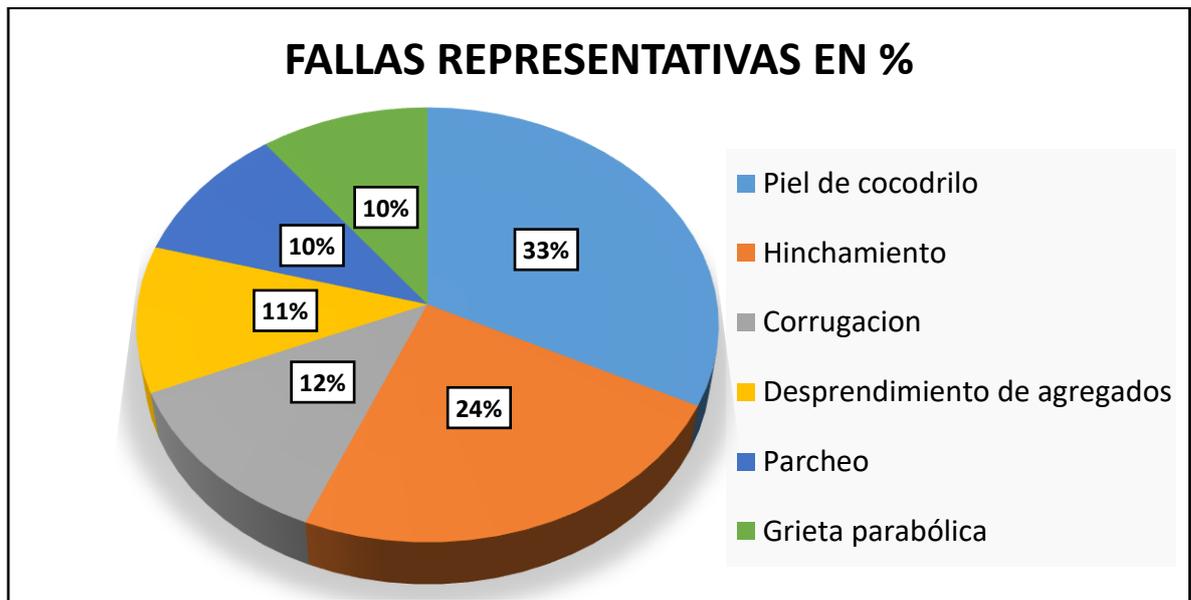
4.1.1 RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO

4.1.1.1 Severidad de cada tipo de falla existente en la vía

Se puede observar que en las cuatro secciones existen diferentes tipos de severidad de cada tipo de falla existentes en la vía: Piel de cocodrilo, hinchamiento, corrugación, desprendimiento de agregados, parcheo y grieta parabólica con las siguientes áreas, 584.79 m², 429 m², 220.5 m², 195.83 m², 186.38 m², 185.33 m².

Figura 14.

Severidad por tipo de fallas mas resaltante en la 4 secciones en %



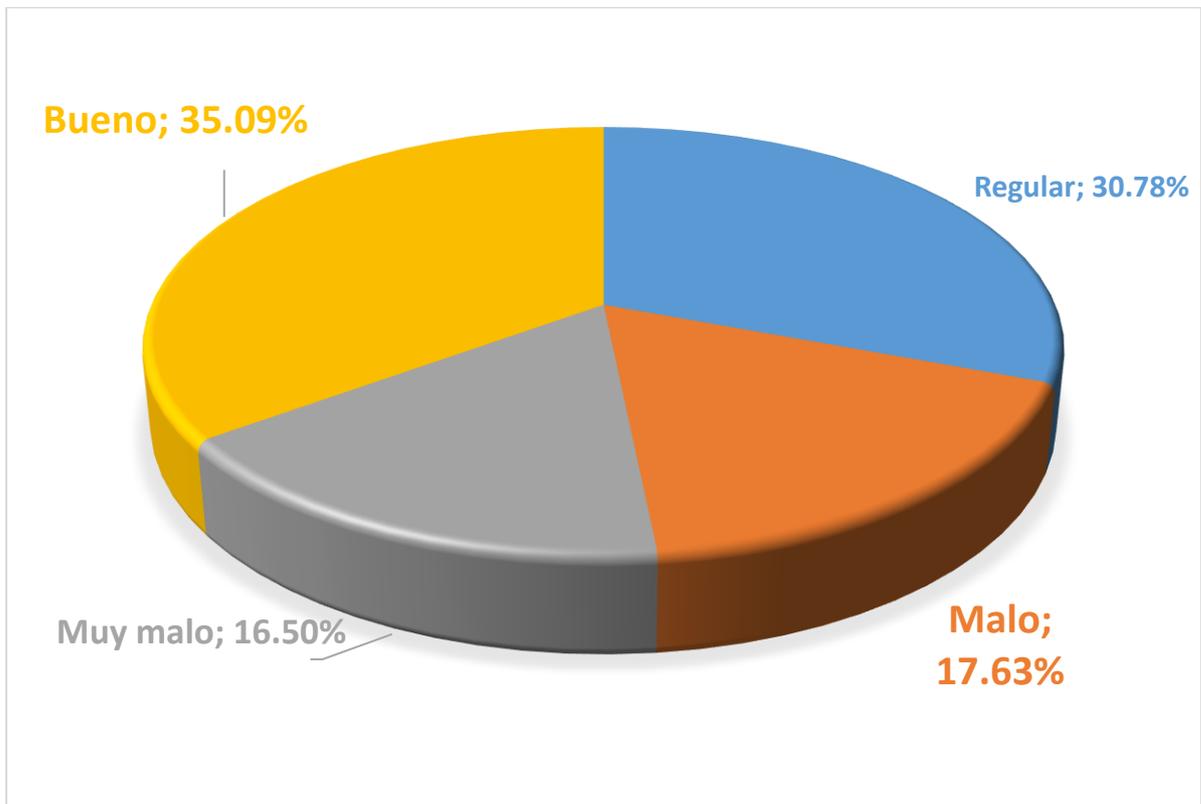
Nota. El gráfico representa las severidades más resaltantes por tipo de fallas presentados en porcentaje.

Al evaluar las 4 secciones obtenemos los datos siguientes:

Según el resumen de resultados tabla 26, la sección 01 tiene un PCI de 45,92 con un estado REGULAR, en la sección 02 tiene un PCI de 26.31, con un estado MALO, la sección 03 tiene un PCI de 24.62 con un estado MUY MALO, y la sección 04 tiene un PCI de 52.36 con un estado BUENO.

Figura 15.

Porcentaje de severidad de pavimento de las 4 secciones



Nota. El grafico presenta la severidad hallada de las 4 secciones en porcentaje.

4.1.2 RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO

4.1.2.1 Clasificación de tipos de daños

Como podemos observar son cuatro secciones, en las siguientes tablas se detalla el consolidado de las fallas encontradas por cada sección, como su magnitud y tipo de falla que corresponde según Índice de Serviciabilidad de Pavimento. Tabla 22, 23, 24 ,25



Tabla 22.

Fallas de la sección 01

Fallas	Und	BAJO	MEDIO	ALTO	TOTAL
1	m2	47,06	97,59	102,6	247,25
3	m2	26,8	14,7		41,5
4	ml	6			6
5	m2		5		5
7	ml			58,76	58,76
8	ml	2,5			2,5
10	ml	6,6			6,6
11	m2	0,54	18,99	41,6	61,13
12	m2		2,7		2,7
13	und	17,5	21,79		39,29
16	m2			3	3
17	m2		10,56		10,56
19	m2		58,12	41,05	99,17
				TOTAL	583,46

Nota. Esta tabla muestra las fallas encontradas en la sección 1.

a) fallas más relevantes en la sección 1

Falla 01	247,25 m2	= 42,4 %
falla 19	99,17 m2	= 17,0 %

Tabla 23.

Fallas de la sección 02

Fallas	Und	BAJO	MEDIO	ALTO	TOTAL
1	m2	6,76	5,08	192,8	204,64
3	m2		37,12	78,95	116,07
5	m2		12		12
6	m2	33,8		1,8	35,6
7	ml			18,48	18,48
10	ml		15,04	1,8	16,84
11	m2		48,58	88,73	137,31
13	und		1,26	5,9	7,16
16	m2		11,2	18,7	29,9
18	m2		3,5		3,5
				TOTAL	581,5

Nota. Esta tabla muestra las fallas encontradas en la sección 2.



b) fallas más relevantes en la sección 2

Falla 01	204,64 m2	=	35,2 %
Falla 03	116,07 m2	=	20,0 %
Falla 11	137,31 m2	=	23,6 %

Tabla 24.

Fallas de la sección 03

Fallas	Und	BAJO	MEDIO	ALTO	TOTAL
1	m2		10,4	122,5	132,9
3	m2	3,44	42		45,44
6	m2		0,7		0,7
7	ml			21,58	21,58
11	m2		2,86	40,94	43,8
13	und			63,3	63,3
16	m2			27	27
19	m2			28,98	28,98
TOTAL					363,7

Nota. Esta tabla muestra las fallas encontradas en la sección 3.

c) fallas más relevantes en la sección 3

Falla 01	132,9 m2	=	36,5 %
Falla 13	63,3 und	=	17,4 %

Tabla 25.

Fallas de la sección 04

Fallas	Und	BAJO	MEDIO	ALTO	TOTAL
1	m2	2,52		5,86	8,38
5	m2	220,5			220,5
6	m2	50,52			50,52
7	ml	4,08			4,08
10	ml	8,7			8,7
11	m2	34,6	35,58	116,2	186,38
12	m2	50,65	42	57,85	150,5
13	und	2	3		5
14	m2	3,23			3,23
15	m2	0,88			0,88
17	m2	14,4	32,93	138	185,33
18	m2	429			429
19	m2		191	4,83	195,83
TOTAL					1448,33

Nota. Esta tabla muestra las fallas encontradas en la sección 4.



d) fallas más relevantes en la sección 4

Falla 18	429	m2	=	29,6	%
Falla 05	220,5	m2	=	15,2	%
Falla 19	195,83	m2	=	13,5	%
Falla 11	186,38	m2	=	12,9	%
Falla 17	185,33	m2	=	12,8	%

4.1.3 RESULTADO DEL OBJETIVO ESPECIFICO

4.1.3.1 Evaluación de la condición del pavimento

Una vez levantado todo el dato de campo, ya obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se calculó el PCI promedio de las 4 secciones consideradas, para tener una idea global de cuál es el estado del pavimento flexible de la vía Chasqui – Pilcuyo, Se muestra un resumen de estos resultados, identificando las cuatro secciones de la vía, con sus respectivas unidades de muestra que fueron tomadas para la inspección visual. Tabla 26.

El pavimento flexible de la vía Chasqui – Pilcuyo tiene un PCI final ponderado de 37.30 lo cual pertenece a un estado de pavimento **Malo**, entonces es por esto que casi en toda la trayectoria de la vía Chasqui – Pilcuyo, resulta ser un factor de desconfort para los usuarios, y a su vez ocasiona un mayor deterioro de los vehículos que transitan para el distrito de Pilcuyo.

Tabla 26.

Resumen de resultados de las 4 secciones

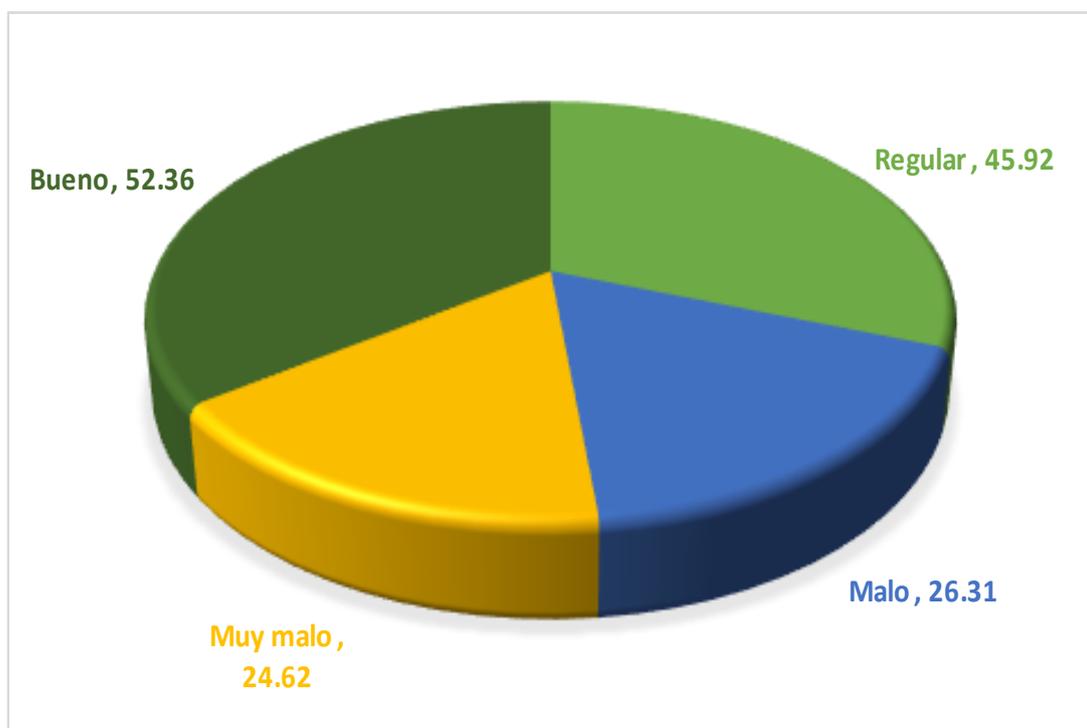
Unidad de muestra	Abscisa		Sección	Área (m ²)	PCI unidad de muestra	descripción	PCI sección	Descripción
	Inicio	Final						
U 1	0+000	00+38.30	1	229.8	63	Bueno	45,92	Regular
U 2	0+38.30	00+76.6	1	229.8	10	Fallado		
U 3	00+76.6	00+114.9	1	229.8	51	Regular		
U 4	00+114.9	00+153.2	1	229.8	67	Bueno		
U 5	00+153.2	00+191.5	1	229.8	89	Excelente		
U 6	00+191.5	00+229.8	1	229.8	90	Excelente		
U 7	00+229.8	00+268,1	1	229.8	90	Excelente		
U 8	00+268,1	00+306.4	1	229.8	96	Excelente		
U 9	00+306.4	00+344.7	1	229.8	1	Fallado		
U 10	00+344.7	00+383	1	229.8	2	Fallado		
U 11	00+383	00+421.3	1	229.8	12	Muy Malo		
U 12	00+421.3	00+459.3	1	229.8	10	Fallado		
U 13	00+459.3	00+497.9	1	229.8	16	Muy malo		
U 14	00+497.9	00+536.2	2	229.8	1	Fallado		
U 15	00+536.2	00+574.5	2	229.8	9	Fallado		
U 16	00+574.5	00+612.8	2	229.8	19	Muy Malo		
U 17	00+612.8	00+651.1	2	229.8	14	Muy Malo		
U 18	00+651.1	00+689.4	2	229.8	40	Malo		
U 19	00+689.4	00+727.7	2	229.8	18	Muy Malo		
U 20	00+727.7	00+766.0	2	229.8	52	Regular		
U 21	00+766.0	00+804.3	2	229.8	30	Malo		
U 22	00+804.3	00+842.6	2	229.8	34	Malo		
U 23	00+842.6	00+880.9	2	229.8	8	Fallado		
U 24	00+880.9	00+919.2	2	229.8	26	Malo		
U 25	00+919.2	00+957.5	2	229.8	16	Muy Malo		
U 26	00+957.5	00+995.8	2	229.8	75	Muy bueno		
U 27	00+995.8	1+034.1	3	229.8	31	Malo		
U 28	1+034.1	1+072.4	3	229.8	86	Excelente		
U 29	1+072.4	1+110.7	3	229.8	70	Bueno		
U 30	1+110.7	1+149	3	229.8	22	Muy malo		
U 31	1+149	1+187.3	3	229.8	8	Fallado		
U 32	1+187.3	1+225.6	3	229.8	0	Fallado		
U 33	1+225.6	1+263.9	3	229.8	22	Muy malo		
U 34	1+263.9	1+302.2	3	229.8	0	Fallado		
U 35	1+302.2	1+340.5	3	229.8	17	Muy malo		
U 36	1+340.5	1+378.8	3	229.8	33	Malo		
U 37	1+378.8	1+147.1	3	229.8	7	Fallado		
U 38	1+147.1	1+455.4	3	229.8	1	Fallado		
U 39	1+455.4	1+493.7	3	229.8	23	Muy malo		
U 40	1+493.7	1+532	4	229.8	30	Malo		
U 41	1+532	1+570.3	4	229.8	66	Bueno		
U 42	1+570.3	1+608.6	4	229.8	49	Regular		
U 43	1+608.6	1+646.9	4	229.8	74	Muy bueno		
U 44	1+646.9	1+685.2	4	229.8	10	Fallado		
U 45	1+685.2	1+723.5	4	229.8	61	Bueno		
U 46	1+723.5	1+761.8	4	229.8	82	Muy bueno		
U 47	1+761.8	1+800.1	4	229.8	53	Regular		
U 48	1+800.1	1+838.4	4	229.8	43	Regular		
U 49	1+838.4	1+876.7	4	229.8	87	Excelente		
U 50	1+876.7	1+915	4	229.8	21	Muy malo		

Nota. Esta tabla muestra el resumen final de la condición del pavimento de las 4 secciones según PCI.

Como se puede observar en los resultados finales la vía Chasqui – Pílcuyo, presenta una condición de pavimento **MALO**, en sus cuatro secciones obtenemos: Primera sección **REGULAR**, Segunda sección **MALO**, Tercera sección **MUY MALO** y Cuarta sección **BUENO**, promediando las 4 secciones nos da la condición del pavimento según PCI. Tabla 26.

Figura 16.

Condición del pavimento en cuatro secciones.



Nota. El gráfico representa la condición del pavimento en las 4 secciones estudiadas según Tabla 26.

4.2 DISCUSIÓN

Al evaluar la severidad y obteniendo los datos que se observa en la tabla y los cálculos respectivos para cada tipo de falla, se logró calcular el PCI promedio de las 50 muestras, teniendo el estado situacional del pavimento flexible que se encuentran en el límite inferior del rango de las acciones a tomar según el Índice de Condición del



Pavimento, así que este índice si bien nos indica que el estado del pavimento es 37.30 lo cual representa un pavimento MALO, por lo tanto, la rehabilitación del pavimento sería una buena opción a tomar en beneficio de todo ámbito para los pobladores del distrito de Pilcuyo, lo cual está muy cerca de optarse por la reconstrucción del mismo. Según (Rabanal Pajares, 2014). Este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). teniendo como Objetivos. Realizar el análisis del estado de conservación del pavimento. Resultados: las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles como baches, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales y transversales las que fueron las más representativas en todo el tramo. Se concluye que la Vía de Evitamiento Norte tiene un pavimento de estado REGULAR, con un PCI ponderado igual a 49.

Clasificando los tipos de daños encontrados se observar son cuatro secciones, en las siguientes tablas se detalla el consolidado de las fallas encontradas por cada sección, como su magnitud y tipo de falla que corresponde según Índice de Serviciabilidad de Pavimento, las más resaltantes se observan en la tabla 21, 22, 23,24. En la sección 1, las fallas más resaltantes son Falla 01 y Falla 19. En la sección 2, falla 01, falla 03 y falla 11. En la sección 3, falla 01 y falla 13. En la sección 04, falla 18, falla 05, falla 19, falla 11, falla 17. Según (Savira E, 2017) Los tipos de fallas encontradas en el tramo de estudio en su mayoría son baches, peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados, parches y parches de corte utilitario. Otros tipos de fallas encontradas fueron: Fisuras longitudinal y transversal, fisuras de borde, depresión y piel de cocodrilo.

Evaluando la condición del pavimento se puede observar que en la vía Chasqui – Pilcuyo, presentando la condición de pavimento en sus cuatro secciones obtenemos:



Primera sección 45.92% estado REGULAR, Segunda sección 26.31% esta MALO, Tercera sección 24.62% estado MUY MALO y Cuarta sección 52.36% estado BUENO. Según el autor (Leon Rodriguez, 2017). También podemos decir que el 55% de los pavimentos en estudio está fallado, el 27 % en un nivel muy malo, el 9 % malo y el otro 9% en un estado regular.



V. CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN GENERAL

El pavimento flexible de la vía Chasqui – Pilcuyo, departamento de Puno, provincia el Collao Ilave, en el año 2019, según la evaluación mediante el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) tiene un valor $PCI = 37.30$ en concordancia con la escala de evolución del PCI se concluye que el estado actual de dicho pavimento es **Malo**.

PRIMERA

Al evaluar la severidad de los daños encontrados en cuatro secciones podemos concluir que el 35.09 % del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento Bueno, después sigue un 30.78 % de unidades en estado regular, con 17.63 % de unidades en estado malo, y con 16.50 % de unidades en estado muy malo.

SEGUNDA

La clasificación de las siguientes fallas más relevantes es falla 01 piel de cocodrilo, falla 3 agrietamiento en bloque, falla 05 corrugación, falla 11 parcheo, falla 13 huecos, falla 17 grieta parabólica, falla 18 hinchamiento y falla 19 desprendimiento de agregados. Se encontraron de severidad baja, media y alta, lo cual la más relevante en las 04 secciones es la piel de cocodrilo, lo cual concluimos que la vía necesita un parcheo parcial profundo, una sobrecapa o en mejor de los casos la reconstrucción de la vía.



TERCERA

El pavimento flexible de la vía Chasqui – Pilcuyo, pertenece a un estado de pavimento **Malo**, entonces es por esto que casi en toda la trayectoria de la vía, resulta ser un factor de desconfort para los usuarios, Se concluye que por la condición que se encuentra el pavimento necesita una reconstrucción nueva de la vía, para garantizar su periodo de vida útil.



VI. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN GENERAL

Como el índice de condición del pavimento según PCI es descrito como malo, se recomienda realizar la reconstrucción de la vía en estudio, se requiere que la vía mencionada cuente de las condiciones de servicio óptimos y necesarios para generar confort y seguridad al usuario.

PRIMERA

Al obtener diferentes tipos de fallas de severidades en estado bueno, regular, malo, muy malo, se recomienda realizar un mantenimiento o reconstrucción de la vía en estudio, puesto que ya cumplió su vida útil se sugiere a la Municipalidad Distrital de Pilcuyo que tenga como referencia del presente estudio que se realizó tramo Chasqui – Pilcuyo, ubicado en el Distrito de Pilcuyo, así como aquellas que se requiere de intervención inmediata.

SEGUNDA

Al clasificar cada tipo de falla más resaltante en estudio se recomienda actuar de manera inmediata puesto que se dio alternativas de solución en cada tipo de falla y severidad encontrada en INSPECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA.

TERCERA

Al obtener un resultado se recomienda actuar de manera inmediata así mismo realizar un análisis situacional utilizando el método PCI en los pavimentos flexibles de la Región de Puno para determinar oportunamente el tipo de intervención a realizar (mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación, entre otras), con la finalidad de optimizar los recursos del estado y preservar la vida útil de los pavimentos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Rodríguez Velasquez, (2009) *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Piura].

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence=1
&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hiliquin Brañez, M. (2016) *Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016* [Tesis Pregrado, Universidad Privada de Tacna].

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPTI_e72f771a7511f8f3d758169671
e42417](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPTI_e72f771a7511f8f3d758169671e42417)

Lope Cruz, (2018) *Evaluación superficial del pavimento flexible por método índice de condición del pavimento, Avenida El Sol-Villa María del Triunfo, 2018* [Tesis Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34889>.

Mallma Jimenez, (2018) *Evaluación de la carpeta asfáltica del pavimento flexible aplicando el método índice de condición del pavimento* [Tesis Pregrado, Universidad Peruana los Andes].

<http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1041>

Leguía Loarte, (2014) *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales* [Tesis Pregrado, Universidad San Martín de

Porres]. <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6551> <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6495>

Gamboa Chicchón, (2009) *Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento*



- flexible en la av. las palmeras de piura* [Tesis Pregrado, Universidad de Piura].
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1351>
- Campos Diaz, (2017) *Evaluación del estado del pavimento flexible según el índice de condición del pavimento (pci), de la carretera cp. huambocancha baja-cp. el batan, provincia de cajamarca-2015* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1014>
- Rabanal Pajares, (2014) *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el metodo del índice de condición del pavimento. cajamarca - 2014* [Tesis Pregrado, Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/5511>
- Robles Bustios, (2015) *Cálculo del indice de condición del pavimento (pci) barranco-surco-lima* [Tesis Pregrado, Universidad Ricardo Palma].
<http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2399>
- Leon Rodriguez, (2017) *Análisis del estado de conservaciondel pavimento flexible del jr. chanchamayo desde la cuadra 9 a la 14. por el método: índice de condición de pavimentos* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1013/T016_41208154_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cote Sosa, (2017) *Indice de condicion del pavimento rigido en la ciudad de cartagena de indias y medidad de conservacion. caso de estudio: carrera 1 ra del barrio bocagrande* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cartagena].
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/5375>
- Vásquez Varela, (2002) *Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologias de inspección visual. Ingeniería de Pavimentos.*
- Alvares Delgado, (2016) *Determinacion del indice de condicion del pavimento flexible*



- en la carreter cajamarca - otuzco, distrito de baños del inca, de ´partamento de cajamarca* 2016 [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16992>
- Espinoza Nuñez, (2018) *Identidicacion y evaluacion de las patologias del mortero para obtener el indice de integridad estrucual y condicion operacional de la superficie del pavimento en la calle amazonas cuadra 6 al 10, distrito de punchana, provincia de maynas, departamento loreto, año - 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Catolica los Angeles Chimbote].
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/10605>
- Paucar Curo, (2019) *Evaluacion de pavimentos flexibles y rigidos aplicando las metodologias de inspeccion visual de zonas y rutas en riego e indice de condicion del pavimento para el mantenimiento viasl, aso de la av. floral y jr. carabaya, puno* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12319>
- Salazar Tello, (2019) *Evaluacion de las patologias del pavimento flexible aplicando el metodo pci, para mejorar la transitabilidad de la carretera pomalca - tuman* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40648>
- Zevallos Gamarra, (2018) *Identificacion y evaluacion de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vias de la ciudad de barranca - 2017* [Tesis Pregrado, Universiad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16979>



ANEXOS

ANEXO I

PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Figura 17.

Inicio del tramo en estudio.



Nota. El grafico presenta el inicio de la vía en estudio del tramo 0+000.0

Figura 18.

Piel de cocodrilo de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de la falla pielde cocodrilo del tramo 0+070.0.

Figura 19.

Piel de cocodrilo de severidad media.



Nota. El grafico presenta la severidad media de piel de cocodrilo del tramo 0+100.0.

Figura 20.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de tipo de falla hueco del tramo 0+200.00.

Figura 21.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de la falla hueco del tramo 0+150.0.

Figura 22.

Parcheo y acometidas de severidad media.



Nota. El grafico presenta la severidad media del tipo de falla parcheo y acometidas del tramo 0+250.0.

Figura 23.

Meteorización desprendimiento de agregados de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla meteorización desprendimiento de agregados del tramo 0+300.0.

Figura 24.

Meteorización desprendimiento de agregados de severidad media.



Nota. El grafico presenta la severidad media del tipo de falla meteorización desprendimiento de agregados del tramo 0+370.0.

Figura 25.

Hinchamiento de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla hinchamiento del tramo 0+400.0.

Figura 26.

Meteorización desprendimiento de agregados de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla meteorización de agregados del tramo 0+450.0.

Figura 27.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla hueco, del tramo 0+510.0.

Figura 28.

Meteorización desprendimiento de agregados de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla meteorización desprendimiento de agregados del tramo 0+550.0.

Figura 29.

Desplazamiento de severidad baja.



Nota. El grafico presenta la severidad baja del tipo de falla desplazamiento del tramo 0+600.0.

Figura 30.

Parqueo de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla parqueo del tramo 0+670.0.

Figura 31.

Piel de cocodrilo de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla piel de cocodrilo del tramo 0+700.0.

Figura 32.

Desnivel de carril / berma de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla desnivel de carril/berma del tramo 0+750.0.

Figura 33.

Desplazamiento de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla desplazamiento del tramo 0+800.0.

Figura 34.

Desnivel carril / berma de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla desnivel carril/berma del tramo 0+830.0.

Figura 35.

Desnivel carril / berma de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla desnivel carril/berma del tramo 0+870.

Figura 36.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta del tipo de falla hueco del tramo 0+900.0.

Figura 37.

Hueco de severidad media.



Nota. El grafico presenta la severidad media de la falla hueco del tramo 0+930.0.

Figura 38.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de tipo de falla hueco del tramo 0+950.0.

Figura 39.

Piel de cocodrilo de severidad media.



Nota. El grafico presenta la severidad media de piel de cocodrilo del tramo 1+000.

Figura 40.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de la falla hueco del tramo 1+100.

Figura 41.

Hueco de severidad media.



Nota. El grafico presenta la severidad media de la falla hueco del tramo 1+200.

Figura 42.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de la falla hueco del tramo 1+300.

Figura 43.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de la falla hueco del tramo 1+450.

Figura 44.

Desnivel carril / berma de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de la falla desnivel carril/berma del tramo 1+480.

Figura 45.

Fisura de severidad media.



Nota. El grafico presenta la severidad media de la falla fisura del tramo 1+500.

Figura 46.

Piel de cocodrilo de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad hallada como alta de piel de cocodrilo del tramo 1+600.

Figura 47.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de la falla hueco del tramo 1+660.

Figura 48.

Hueco de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de la falla hueco del tramo 1+700.00.

Figura 49.

Desnivel carril / berma de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de la falla desnivel/berma del tramo 1+750.

Figura 50.

Piel de cocodrilo de severidad alta.



Nota. El grafico presenta la severidad alta de piel de cocodrilo del tramo 1+915.00.