

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Criterios de conservación vial y evaluación funcional del
estado de la vía Sardinas – El Chaco**

Trabajo de investigación

Kevin Daniel Díaz Arequipa

Ingeniería Civil

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Civil

Quito, 11 de mayo del 2018

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Criterios de conservación vial y evaluación funcional del estado de la vía
Sardinas – El Chaco**

Kevin Daniel Díaz Arequipa

Calificación:

Profesor:

Gustavo Boada, Ingeniero Civil.

Director de Trabajo de Titulación

Quito, 11 de mayo del 2018

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

Nombres y apellidos:

Kevin Daniel Díaz Arequipa

Código:

00112466

Cédula de Identidad:

1501223810

Lugar y fecha:

Quito, 11 de mayo del 2018

RESUMEN

Los criterios de conservación vial, son importantes para que un pavimento y por ende una carretera cumpla con su vida útil. Es por eso, que se inspecciona los elementos de la carretera Sardinas – El Chaco y se determina el estado funcional de la capa de rodadura. El presente trabajo presenta la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) que permite una evaluación superficial de la capa de rodadura; empleando una calificación de 0 a 100, mediante inspección visual de los daños sobre el pavimento. También, se realiza un inventario vial; el mismo que sirve de apoyo para la evaluación de la capa de rodadura, sistemas de drenaje y obras de tierra. Como resultado de la inspección de 15 muestras se ha obtenido varios valores del PCI, desde condiciones de estado excelente hasta estado fallado. Se ha determinado las posibles soluciones de acuerdo a las fallas que predominan en el pavimento, para escoger la mejor opción y se ha calculado un presupuesto referencial para poder comparar los costos de mantenimiento rutinario con los costos de mantenimiento periódicos.

Palabras clave: Inventario vial, índice de condición del pavimento, conservación vial, mantenimiento, vida útil, pavimento flexible.

ABSTRACT

Road maintenance criteria are important for a pavement and therefore for a road to reach its service life. That is why, the elements of the road Sardinas - El Chaco are inspected and the functional state of the rolling layer is determined. The present work presents the application of the Pavement Condition Index (PCI) method that allows a superficial evaluation of the tread layer; using a rating from 0 to 100, by visual inspection of the pavement damage. Also, a road inventory is carried out; The same one that serves as support for the evaluation of the rolling layer and drainage systems. As a result of the inspection of 15 samples, several PCI values have been obtained, from excellent state conditions to failed state. It has been determined the possible solutions according to the faults that predominate in the pavement, the respective analysis has been made to choose the best option and a reference budget has been calculated to be able to compare the costs of routine maintenance with the periodic maintenance costs.

Key words: Road inventory, pavement condition index, road maintenance, useful life, flexible pavement.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
CAPÍTULO I.....	12
GENERALIDADES.....	12
<i>Introducción</i>	<i>12</i>
<i>Planteamiento del problema.....</i>	<i>14</i>
<i>Objetivos.....</i>	<i>15</i>
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	16
<i>Justificación del problema</i>	<i>16</i>
<i>Datos Generales.....</i>	<i>17</i>
Ubicación del proyecto.....	17
Información Climática.....	22
Amenazas naturales.....	23
Actividad económica.....	23
CAPITULO II	25
MARCO TEÓRICO.....	25
<i>Carreteras.....</i>	<i>25</i>
Definición.....	25
Clasificación de las carreteras.....	25
<i>Pavimentos.....</i>	<i>33</i>
Definición.....	33
Importancia.....	33
Funciones.....	33
Diseño y construcción.....	34
<i>Tipos de pavimentos.....</i>	<i>34</i>
Pavimentos rígidos.....	34
Pavimentos flexibles.....	35
Pavimentos articulados.....	36
<i>Inventario vial.....</i>	<i>37</i>
Importancia de un inventario vial.....	37
<i>Índice de condición del pavimento</i>	<i>37</i>
<i>Mantenimiento vial</i>	<i>40</i>
Mantenimiento vial rutinario.....	40
Mantenimiento vial periódico.....	41
CAPITULO III.....	43
METODOLOGÍA	43
<i>Inventario vial.....</i>	<i>43</i>
Datos generales.....	43
Tramo.....	44
Calzada y derecho de vía.....	44
Drenaje.....	45
Puentes.....	47
Muros.....	47

	7
Señalización.....	48
Sitios críticos y observaciones.....	49
<i>Índice de condición del pavimento</i>	50
Rangos de calificación del PCI.....	50
Formato de exploración.....	51
Unidades de muestreo.....	52
Unidades de muestreo para la evaluación.....	53
Selección de unidades de muestreo para la inspección.....	54
Evaluación de la condición.....	55
Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.....	56
Cálculo del PCI de una sección de pavimento.....	58
CAPITULO IV.....	59
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	59
<i>Inventario vial</i>	59
Datos generales.....	59
Tramo.....	59
Calzada y derecho de vía.....	63
Drenaje.....	69
Puentes.....	82
Muros.....	85
Señalización.....	89
Sitios críticos y observaciones.....	95
<i>Índice de condición del pavimento</i>	98
PCI por muestra inspeccionada.....	98
PCI total de la vía Sardinas – El Chaco.....	136
CAPITULO V	138
MANTENIMIENTO VIAL.....	138
<i>Reparación por muestra inspeccionada</i>	138
<i>Reparación total de la vía Sardinas – El Chaco</i>	144
CAPITULO VI.....	149
PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	149
<i>Volumen de obra</i>	149
<i>Análisis de precios unitarios</i>	149
<i>Presupuesto</i>	154
CAPITULO VII	156
CONCLUSIONES.....	156
REFERENCIAS.....	157
ANEXO A: CURVAS VALORES DEDUCIDOS PAVIMENTO ASFÁLTICOS Y CURVA DE CORRECCIÓN.....	160
ANEXO B: FOTOGRAFÍAS TRABAJO DE CAMPO.....	164

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDAD.....	27
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS POR CONDICIONES OROGRÁFICAS.....	32
TABLA 3. ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO VIAL.....	38
TABLA 4. FORMATO DE LA SECCIÓN DE DATOS GENERALES DEL INVENTARIO VIAL.....	43
TABLA 5. FORMATO DE LA SECCIÓN TRAMO DEL INVENTARIO VIAL.....	44
TABLA 6. FORMATO DE LA SECCIÓN CALZADA Y DERECHO DE VÍA.....	45
TABLA 7. FORMATO DE DRENAJE DE CUNETAS DEL INVENTARIO VIAL.....	46
TABLA 8. FORMATO DE LA SECCIÓN DRENAJE PARA ALCANTARILLAS Y CABEZALES.....	46
TABLA 9. FORMATO DE LA SECCIÓN PUENTES DEL INVENTARIO VIAL.....	47
TABLA 10. FORMATO DE LA SECCIÓN MUROS DEL INVENTARIO VIAL.....	48
TABLA 11. FORMATO DE LA SECCIÓN SEÑALIZACIÓN DEL INVENTARIO VIAL.....	49
TABLA 12. FORMATO DE LA SECCIÓN SITIOS CRÍTICOS Y OBSERVACIONES DEL INVENTARIO VIAL.....	49
TABLA 13. RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI.....	50
TABLA 14. FORMATO DE EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.....	51
TABLA 15. UNIDADES DE MUESTREO PARA LA INSPECCIÓN.....	55
TABLA 16. RESULTADOS DATOS GENERALES.....	59
TABLA 17. RESULTADOS SECCIÓN TRAMO.....	60
TABLA 18. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA SECCIÓN TRAMO.....	63
TABLA 19. RESULTADOS DE LA SECCIÓN CALZADA Y DERECHO DE VÍA.....	63
TABLA 20. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA SECCIÓN CALZADA Y DERECHO DE VÍA.....	67
TABLA 21. RESULTADOS DE LAS CUNETAS DE LA SECCIÓN DE DRENAJE DEL INVENTARIO VIAL.....	69
TABLA 22. RESULTADOS DE LAS ALCANTARILLAS Y CABEZALES DE LA SECCIÓN DE DRENAJE.....	73
TABLA 23. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA SECCIÓN DE DRENAJE.....	76
TABLA 24. ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN DE LAS CUNETAS.....	78
TABLA 25. ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS CUNETAS.....	79
TABLA 26. RESULTADOS DE LA SECCIÓN PUENTES.....	82
TABLA 27. RESULTADOS DE LA SECCIÓN MUROS.....	86
TABLA 28. RESULTADOS DE LA SECCIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN.....	89
TABLA 29. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA SECCIÓN SEÑALIZACIÓN.....	92
TABLA 30. RESULTADOS DE LA SECCIÓN SITIOS CRÍTICOS Y OBSERVACIONES.....	95
TABLA 31. MATRIZ DE DAÑOS S.....	99
TABLA 32. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S.....	100
TABLA 33. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+1.....	101
TABLA 34. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+1.....	102
TABLA 35. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+2.....	103
TABLA 36. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+2.....	104
TABLA 37. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+3.....	105
TABLA 38. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+3.....	106
TABLA 39. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+4.....	107
TABLA 40. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+4.....	108
TABLA 41. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+5.....	109
TABLA 42. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+5.....	110
TABLA 43. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+6.....	111
TABLA 44. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+6.....	112
TABLA 45. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+7.....	113
TABLA 46. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, S+7.....	114
TABLA 47. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+8.....	115
TABLA 48. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+8.....	116
TABLA 49. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+9.....	117
TABLA 50. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+9.....	118
TABLA 51. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+10.....	119
TABLA 52. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+10.....	120
TABLA 53. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+11.....	121

TABLA 54. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+11	122
TABLA 55. MATRIZ DE DAÑOS, S+12	123
TABLA 56. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+12	124
TABLA 57. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+13	125
TABLA 58. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+13	126
TABLA 59. MATRIZ DE DAÑOS, MUESTRA S+14	127
TABLA 60. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, MUESTRA S+14	128
TABLA 61. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO TOTAL.....	136
TABLA 62. ALTERNATIVA DE REPARACIÓN, MUESTRA S.....	138
TABLA 63. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN, MUESTRA S+1	138
TABLA 64. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN, MUESTRA S+2	139
TABLA 65. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN, MUESTRA S+3	139
TABLA 66. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN, MUESTRA S+4	139
TABLA 67. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN, MUESTRA S+5.....	139
TABLA 68. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN, MUESTRA S+6	140
TABLA 69. ALTERNATIVA DE REPARACIÓN, MUESTRA S+7	140
TABLA 70. ALTERNATIVA DE REPARACIÓN, MUESTRA S+8	140
TABLA 71. ALTERNATIVA DE REPARACIÓN, MUESTRA S+9	141
TABLA 72. ALTERNATIVA DE REPARACIÓN, MUESTRA S+10.....	141
TABLA 73. ALTERNATIVA DE REPARACIÓN, MUESTRA S+11.....	141
TABLA 74. ALTERNATIVA DE REPARACIÓN, MUESTRA S+12.....	142
TABLA 75. ALTERNATIVA DE REPARACIÓN, MUESTRA S+13.....	142
TABLA 76. ALTERNATIVA DE REPARACIÓN, MUESTRA S+14.....	142
TABLA 77. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN POR MUESTRA	143
TABLA 78. TIPO DE REHABILITACIÓN FINAL.....	145
TABLA 79. VOLUMEN DE OBRA POR RUBRO	149
TABLA 80. PRESUPUESTO REFERENCIAL FINAL.....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CANTÓN EL CHACO	18
FIGURA 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CARRETERA SARDINAS-EL CHACO	19
FIGURA 3. MAPA DE VÍAS DEL CANTÓN EL CHACO	20
FIGURA 4. MAPA DE VÍAS Y CARRETERAS DEL ECUADOR	21
FIGURA 5. MAPA DEL ESTADO DE LA RED VIAL ESTATAL.....	21
FIGURA 6. CAMINO AGRÍCOLA/FORESTAL	28
FIGURA 7. CAMINO BÁSICO.....	29
FIGURA 8. CARRETERA CONVENCIONAL BÁSICA	29
FIGURA 9. CARRETERA DE MEDIANA CAPACIDAD.....	30
FIGURA 10. VÍAS DE ALTA CAPACIDAD INTERURBANA	31
FIGURA 11. VÍAS DE ALTA CAPACIDAD URBANA O PERIURBANA	31
FIGURA 12. PAVIMENTO RÍGIDO	35
FIGURA 13. PAVIMENTO FLEXIBLE	36
FIGURA 14. PAVIMENTO ARTICULADO.	36
FIGURA 15. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO RUTINARIO	41
FIGURA 16. VÍA CON Y SIN MANTENIMIENTO	41
FIGURA 17. CICLO DE VIDA FATAL Y DESEABLE DE UNA CARRETERA	42
FIGURA 18. TIPO DE TERRENO	67
FIGURA 19. TIPO DE SUPERFICIE.....	68
FIGURA 20. ESTADO DE LA SUPERFICIE.....	68
FIGURA 21. DERECHO DE VÍA	69
FIGURA 22. LONGITUD CUNETA DERECHA.....	77
FIGURA 23. LONGITUD CUNETA IZQUIERDA	77
FIGURA 24. CUNETA DERECHA ESTADO	78
FIGURA 25. CONDICIÓN CUNETA IZQUIERDA.....	79
FIGURA 26. ESTADO DE LA CUNETA DERECHA	80
FIGURA 27. ESTADO DE LA CUNETA IZQUIERDA	80
FIGURA 28. TIPO DE ALCANTARILLAS	81
FIGURA 29. CABEZALES.....	81
FIGURA 30. DISIPADORES DE ENERGÍA	82
FIGURA 31. PORCENTAJE DEFENSA DERECHA.....	93
FIGURA 32. PORCENTAJE DEFENSA IZQUIERDA	93
FIGURA 33. DEFENSA LADO DERECHO E IZQUIERDO	94
FIGURA 34. TIPO DE DEFENSA.....	94
FIGURA 35. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S	100
FIGURA 36. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+1	102
FIGURA 37. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+2	104
FIGURA 38. DENSIDAD VS DAÑO, S+3.....	106
FIGURA 39. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+4	108
FIGURA 40. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+5	110
FIGURA 41. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+6	112
FIGURA 42. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+7	114
FIGURA 43. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+8.....	116
FIGURA 44. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+9	118
FIGURA 45. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+10	120
FIGURA 46. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+11	122
FIGURA 47. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+12	124
FIGURA 48. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+13	126
FIGURA 49. DENSIDAD VS DAÑO, MUESTRA S+14	128
FIGURA 50. DAÑO PIEL DE COCODRILO EN LAS MUESTRAS	129
FIGURA 51. DAÑO EXUDACIÓN EN LAS MUESTRAS	129
FIGURA 52. DAÑO CORRUGACIÓN EN LAS MUESTRAS	130
FIGURA 53. DAÑO DEPRESIÓN EN LAS MUESTRAS.....	130

FIGURA 54. DAÑO GRIETA DE BORDE EN LAS MUESTRAS	131
FIGURA 55. DAÑO DESNIVEL CALZADA/BERMA EN LAS MUESTRAS	131
FIGURA 56. DAÑO GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES EN LA MUESTRA.....	132
FIGURA 57. DAÑO DE PARCHEO EN LAS MUESTRAS	132
FIGURA 58. DAÑO DE HUECOS EN LAS MUESTRAS	133
FIGURA 59. DAÑO DE HUECOS EN LAS MUESTRAS	133
FIGURA 60. DAÑO DE DESPLAZAMIENTO EN LAS MUESTRAS	134
FIGURA 61. DAÑO DE GRIETAS PARABÓLICAS EN LAS MUESTRA.....	134
FIGURA 62. DAÑO DE DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS EN LAS MUESTRAS.....	135
FIGURA 63. PCI-CLASIFICACIÓN POR LA CONDICIÓN	137
FIGURA 64. PCI POR MUESTRA INSPECCIONADA	137
FIGURA 65. REPARACIÓN POR MUESTRA INSPECCIONADA.....	144
FIGURA 66. MANTENIMIENTO POR MUESTRA INSPECCIONADA	145

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

Introducción

“La red vial de un país es fundamental para su desarrollo y crecimiento porque es el único medio que posibilita el transporte de las personas y las cargas” (Rivera,2015).

La construcción de carreteras ha sido uno de los primeros signos de civilización avanzada. Cuando las primeras civilizaciones empezaron a aumentar de tamaño y densidad de población, la comunicación con otras regiones se tornó necesaria para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores (Rodríguez & Alonzo, 2005). Con el pasar de los años el tema de vialidad ha tomado una gran importancia en el Ecuador, las obras son fundamentales para el desarrollo, y para una mejor infraestructura productiva con la cual se logra incrementar la competitividad. De acuerdo al Telégrafo(2016), Entre 2006 y 2015, Ecuador escaló 57 posiciones en el ranking de mejor calidad en vías, según el Foro Económico Mundial. Antes el país estaba en el puesto 82, y hoy en el 25. Pero en la región se ubicó en primer lugar, superando a Chile y Panamá.

Una carretera genera beneficios tanto económicos como sociales, especialmente cuando son proyectos grandes que tiene como objetivo conectar zonas de altos potenciales productivos, en el campo industrial, comercial, turístico y agrícola. Entre otros aspectos favorables se tiene la reducción de costos de operación de vehículos, en cuanto al tiempo y a la contaminación ambiental; también, la facilidad para la movilización de usuarios, y el crecimiento económico del sector por donde cruza una vía. Basándose en una óptima planificación de la carretera con su respectiva seguridad vial; brindando así confort y seguridad a los vehículos y personas que se desplazan por dicha vía.

Las autopistas y carreteras son inversiones productivas, con retorno rápido, seguro y bien multiplicado; ninguna sociedad concibe su desarrollo al margen de un eficiente sistema de comunicación vial (Torres,2015). El desarrollo de un plan estratégico vial, permite satisfacer más allá de la obligación de viajar las necesidades básicas de la población, que son de educación, trabajo, alimentación y salud. Según afirma Rivera (2015), si las vías de comunicación de un país no son las adecuadas para que la población satisfaga sus necesidades básicas, es poco probable que los ciudadanos puedan encarar una situación de mejora económica y reducción de los índices de pobreza.

En el Ecuador a pesar del avance en los últimos años en el tema vial, existen aún problemas considerables en cuanto a la infraestructura en vías de comunicación y transporte; provocando así una gran desventaja competitiva. De acuerdo al Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador (2018), se cuenta con un total de 9997,9 km de longitud de la red vial estatal; de la cual 6736,08 km de longitud se encuentran en buen estado y 3261,82 km pertenecen a un estado de precaución.

Debido al gran aumento del tráfico los pavimentos se encuentran bajo mayores solicitudes. Es de suma importancia que una vía se encuentre en buenas condiciones y características, con un diseño óptimo que permita la resistencia bajo cargas durante su vida útil, brindando comodidad y seguridad a sus usuarios. No obstante, a pesar de un buen diseño existen varios factores que afectan el estado de una vía o pavimento, como: fallas constructivas, condiciones climáticas, aumento en el volumen de tráfico, deficiente mantenimiento, sobrecargas, entre otros.

Por lo expuesto anteriormente es necesario criterios de conservación vial y la respectiva evaluación funcional de una carretera. El presente trabajo realizará la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) que permite una evaluación

superficial de la capa de rodadura ya sea un pavimento flexible o un pavimento rígido; empleando una calificación de 0 a 100, mediante inspección visual de los daños sobre el pavimento. También, se realizará un inventario vial; el mismo que sirve de apoyo para la evaluación de la capa de rodadura, sistemas de drenaje y obras de tierra. El trabajo se concluye con el análisis multicriterio para la selección de alternativas de conservación vial y el análisis del ciclo de vida de la carretera. Dicha alternativa constará con su respectivo presupuesto. La carretera en estudio es la vía Sardinas –El Chaco, ubicada en el cantón El Chaco, provincia de Napo. La misma que cuenta con 5 km, y una capa de rodadura de mezcla bituminosa.

Planteamiento del problema

El trabajo de titulación busca realizar una propuesta sólida de mantenimiento vial, con la finalidad de mejorar la movilidad y la accesibilidad en la vía Sardinas – El Chaco; en beneficio de la población del cantón El Chaco, de las personas que habitan en sectores aledaños, y en general de quienes transitan la carretera en estudio. La vía Sardinas – El Chaco, es muy transitada ya que esta carretera es parte de la entrada y salida de la Amazonía. Es de suma importancia que dicha carretera presente excelentes condiciones tanto en términos estructurales como serviciales, para el cumplimiento de la demanda de usuarios de dicha vía.

Para la materialización de este trabajo primero se realiza un inventario vial, con el fin de obtener información precisa y actualizada de los elementos de la vía como: datos generales, características, tipo de rodamiento o calzada, derecho de vía, cunetas y canales, alcantarillas, puentes, muros, señalización vertical, entre otros elementos. Con lo mencionado anteriormente se podrá realizar una óptima planificación en cuanto a las actividades de mantenimiento vial; así también, la determinación del presupuesto referencial correspondiente a dicho mantenimiento.

Una vez que se ha obtenido el inventario vial se procede con la segunda etapa del proyecto, que es la evaluación funcional del estado de la vía mediante el método Pavement Condition Index (PCI). Con el propósito de identificar los daños, cuantificarlos y evaluarlos a nivel de incidencia sobre el pavimento. Dicha evaluación funcional es de vital importancia ya que permite conocer las fallas sobre el pavimento y con ello se puede llegar a una solución de mantenimiento vial.

En la siguiente etapa se busca una solución técnica, duradera, socioeconómica, eficaz que permita el mejoramiento del confort y seguridad de los usuarios de dicha carretera, que disminuya el costo de operación vehicular, y que brinde una comercialización ágil de productos. Dicha solución hace referencia a un plan óptimo de mantenimiento vial; para preservar la infraestructura, señalización, y funcionamiento de dicha carretera.

Como parte final de este proyecto se realizará el presupuesto referencial de la solución más adecuada para el mantenimiento vial. Para la determinación de una óptima solución de mantenimiento vial de la carretera del presente trabajo, es necesario un buen estudio, una adecuada inspección visual, y una buena recopilación de información.

Objetivos

Objetivo General.

Implementar un adecuado plan de mantenimiento de la carretera Sardinás - El Chaco.

Objetivos Específicos.

- i. Elaborar un inventario vial de la carretera en estudio.
- ii. Determinar el estado y condición de la vía, mediante una evaluación funcional aplicando el método Pavement Condition Index (PCI).
- iii. Identificar la intervención de conservación vial más adecuado en función a una evaluación multicriterio.
- iv. Realizar el presupuesto referencial de la solución de conservación vial.

Justificación del problema

Con el pasar del tiempo las poblaciones crecen, así también la cantidad de vehículos y por ende el volumen de tráfico de un sector aumenta. El cantón El Chaco, los sectores aledaños y el resto de la Amazonía crece considerablemente, incrementando el tráfico vehicular. La carretera Sardinias – El Chaco, forma parte de los 1.040,6 kilómetros de red vial denominada La Troncal Amazónica, que dinamiza el desarrollo económico de la región oriental.

Entre los factores por los cuales se tiene un incremento del volumen de tráfico se puede mencionar: el comercio, que es la principal fuente de sustento de esta zona la cual crece día a día y requiere del uso de dicha vía. La industria ganadera, es otro de los principales factores ya que a diario los ganaderos de la zona se movilizan por dicha carretera para llegar hasta sus fincas, así también se usa esta vía para el transporte de leche y de ganado. El turismo, actividad de mucha importancia en la Amazonía lo cual genera una gran cantidad de usuarios para dicha carretera. Dado que la ubicación de esta vía es en la entrada y salida de la región amazónica, existe un gran número de vehículos a diario como: camiones, buses interprovinciales, buses inter cantonales, cooperativas de taxis, motos y autos particulares, siendo así otro factor de demanda de tráfico.

Por los factores antes mencionados existe la necesidad de un plan de mantenimiento vial, con la finalidad de tener una carretera en óptimas condiciones para sus usuarios, lo cual permita garantizar un correcto transporte y un buen desarrollo de las actividades de dicha zona en el ámbito de movilidad y comunicación; así también, para preservar la infraestructura, señalización, y funcionamiento de dicha carretera. Se busca una solución técnica, duradera, socioeconómica, y eficaz que permita el mejoramiento del confort y seguridad de los usuarios de dicha carretera, que disminuya el costo de operación vehicular, y que brinde una comercialización ágil de productos.

Es por eso que dentro de los puntos a desarrollar en este trabajo de titulación, se tiene la realización de un inventario vial en cual se tomará información del estado de todos los elementos de dicha carrera. Seguido, de un análisis funcional de la vía Sardinas – El Chaco mediante el método Pavement Condition Index (PCI). Las dos etapas antes mencionadas sirven como base para determinar el plan de mantenimiento y conservación vial más adecuado para los daños existentes en la carretera. Por último, con la realización del plan de conservación vial es necesario el desarrollo del presupuesto referencial del mismo.

Datos Generales

Ubicación del proyecto.

La vía Sardinas – El Chaco se encuentra ubicada en la parroquia de Sardinas, del cantón El Chaco en la parte noroccidente de la provincia de Napo en la Amazonía del Ecuador (Fig. N°1). Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de dicho cantón, se conoce que El Chaco fue fundado mediante Registro Oficial N° 943 del 26 de Mayo de 1988; un cantón relativamente joven que crece considerablemente con el pasar del tiempo.

Los límites de este cantón son: al norte con la provincia de Sucumbíos, al sur con el cantón Quijos y la provincia de Orellana, al este con la provincia de Orellana y al oeste con la provincia de pichincha. La carretera en estudio conecta la cabecera cantonal que es la ciudad de El Chaco con el poblado de la parroquia de Sardinias, así también con el cantón Quijos (Fig. N°2). Las coordenadas geográficas correspondientes a este cantón son: 00°20'25'' Latitud Sur y 77°48'32'' Longitud Oeste; en cuanto a la superficie de acuerdo al PDyOT consta con 349.053,94 hectáreas, mismas que representan un 27,82% del territorio de la provincia.

Es importante mencionar la población de este cantón, en el capítulo 1 del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2014-2019) se menciona que el número de habitantes al 2014 es de 8.978. La división política de este cantón está dada por seis parroquias, una urbana que es la Ciudad de El Chaco; es también la cabecera cantonal. Entre las cinco parroquias rurales constan: Linares, Santa Rosa, Oyacachi, Gonzalo Díaz de Pineda y Sardinias; siendo esta última en la que la carretera en estudio se encuentra ubicada.

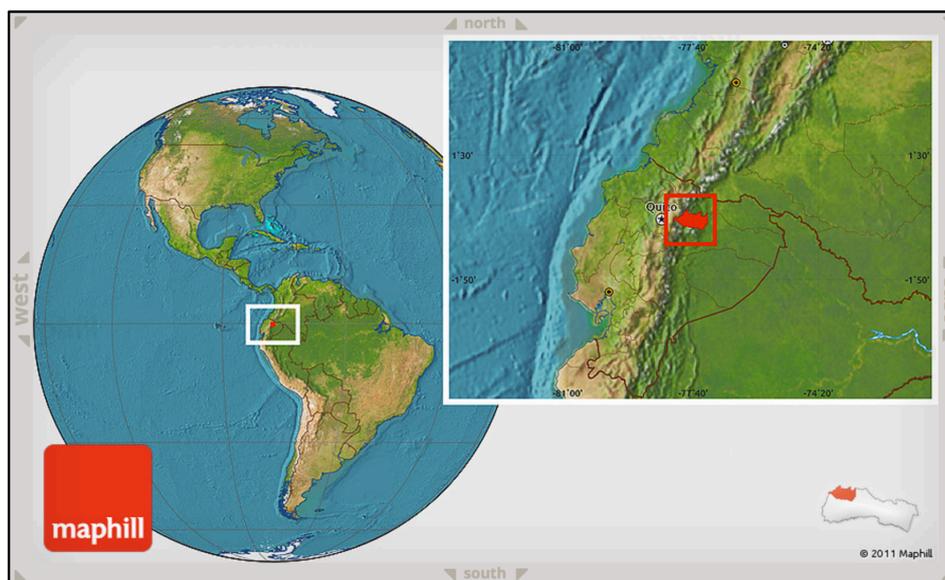


Figura 1. Ubicación geográfica del cantón El Chaco

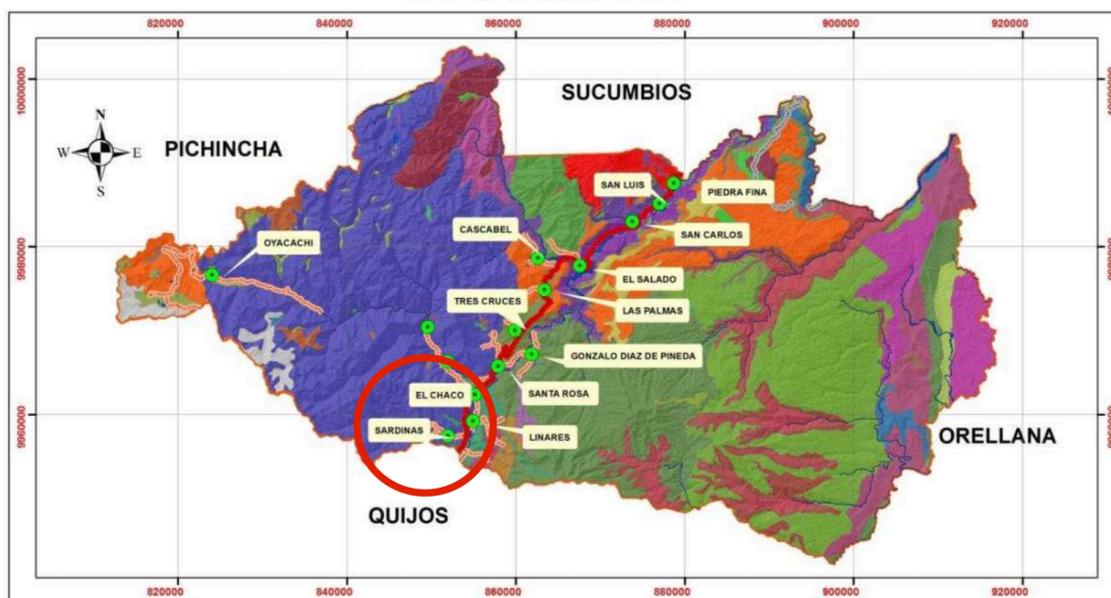


Figura 2. Ubicación geográfica de la carretera Sardinas-El Chaco

Como se ha mencionado anteriormente la vía Sardinas – El Chaco, es un tramo de la red vial denominada la Troncal Amazónica, la cual aporta en el desarrollo económico de la región Oriental del Ecuador. Esta red vial permite la conexión de las 6 provincias que conforman la Amazonía, de una manera rápida y segura. La construcción de dicha red vial se la ha realizado a través del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, otro nombre que recibe la Troncal Amazónica es Red Vial E45 o E45A; así también, se la denomina Ruta del Agua (Yaku Ñamby).

Es un corredor de 1.040,6 kilómetros de longitud, que inicia en el puente Internacional sobre el río San Miguel, en la frontera con Colombia en Sucumbíos, pasando por Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago, hasta el puente Balsas, límite sur con Perú en Zamora Chinchipe, que beneficiará a más de 696.210 habitantes del Oriente ecuatoriano, garantizando fluidez, conectividad y seguridad, permitiendo el desarrollo productivo y turístico de la región (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2012).

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, en cuanto al número de kilómetros de vías existentes en el cantón El Chaco, se tiene un total de 302.45

kilómetros; entre las cuales se tiene vías con pavimento flexible, vías adoquinadas y carreteras lastradas. En el tema del transporte público, se conoce que los medios de transporte que se movilizan por las zonas pobladas de dicho sector son: los buses interprovinciales, inter cantonales y las cooperativas de taxis. La señalización tanto horizontal como vertical es un tema de seguridad vial, en este cantón el numero de kilómetros de vías señalizadas es de 132,90 km dato proporcionado por la Compañía Verdun; encargada del mantenimiento vial de la zona.

En la siguiente figura N°3, se puede apreciar el mapa de vías del cantón EL Chaco. Se tiene una clasificación de acuerdo al tipo de vía: color rojo para una vía de pavimento flexible, color gris para una carretera de pavimento rígido y color rosado para las vías lastradas. Como se puede apreciar en los puntos de Sardinas a El Chaco la vía en estudio se encuentra de color rojo, que corresponde a una carretera de pavimento flexible en su totalidad.



Figura 3. Mapa de vías del cantón El Chaco

En las siguientes figuras N°4 y N°5, se muestra el mapa de vías y carreteras del Ecuador y el mapa del estado de la Red Vial Estatal, respectivamente. En los cuales se señala la ubicación de la vía Sardinas – El Chaco.

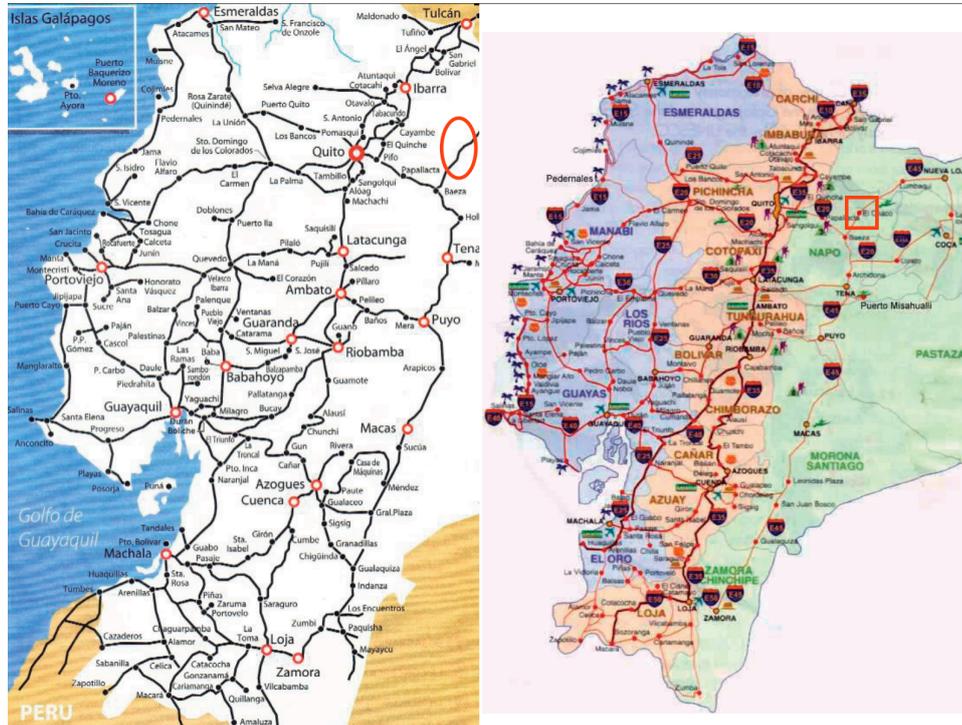


Figura 4. Mapa de vías y carreteras del Ecuador

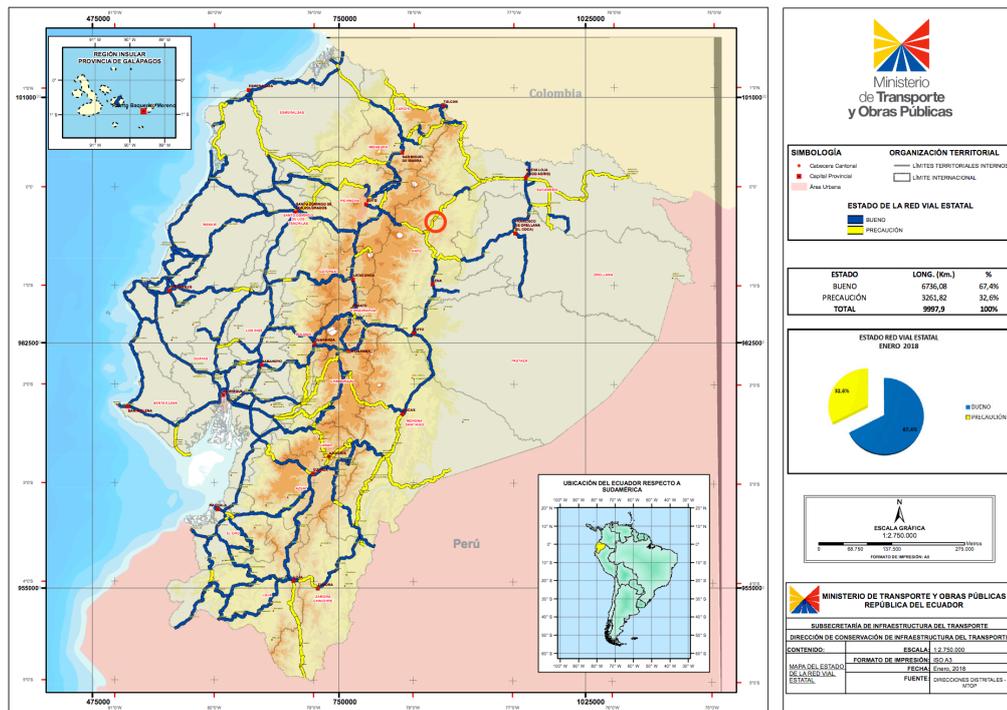


Figura 5. Mapa del estado de la red vial estatal

Información Climática.

Como se menciona en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2014-2019), en cantón El Chaco posee un clima variado que va desde el templado frío hasta el muy húmedo sub tropical; con una temperatura promedio de 16°C. Y una precipitación media anual de 3.350 mm. Entre los meses de octubre y febrero se tiene una baja intensidad de lluvia, y los meses en los cuales existe una mayor intensidad de lluvias son marzo y septiembre.

Según el Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico (ECORAE), el sector en el que la vía Sardinas – El Chaco se encuentra ubicada cuenta con un clima muy húmedo templado cálido. Esta región bioclimática se localiza entre las elevaciones del volcán Reventador y el cerro Saraurco, por las inmediaciones del río Salado, Oyacachi, hacia el río Papallacta con una temperatura variada de 12 y 18°C; recibiendo precipitaciones entre 1.500 y 2.000 mm, las lluvias en la región probablemente caen durante todo el año, aunque en menor cantidad en los meses de Julio y Agosto. Debido a este patrón de la estación lluviosa, no existe en la zona meses ecológicamente secos. Las parroquias influenciadas por este clima son: El Chaco, Gonzalo Díaz de Pineda, Linares, Santa Rosa, Oyacachi y Sardinas; cubren un área de 69.549,74 hectáreas que representan el 19,88% de la superficie cantonal, siendo el clima que predomina en todos los asentamiento humanos del cantón a excepción de Oyacachi (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón El Chaco, 2014-2019).

En este cantón gracias a la distribución altitudinal, existen varios tipos de ecosistemas entre los cuales se puede mencionar: en zonas bajas los bosques y en zonas altas los de pajonal. Por la misma razón, este sector presenta diversidad de cultivos propios y de diferente adaptación a otros microclimas.

Amenazas naturales.

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2014-2019), se puede detallar las siguientes amenazas naturales presentes en el Cantón El Chaco, y en el sector de la carretera en estudio. Erupciones volcánicas, inundaciones, ruptura de oleoductos gaseoductos y poliductos, alteración del ambiente por la construcción de las líneas de alta tensión, alteración del ambiente y riesgo de accidentes por la caída de antenas de transmisión; entre las principales amenazas naturales que afecta a la vía Sardinas – El Chaco, se tiene los deslaves ya que a lo largo de toda la carretera existen pendientes pronunciadas. Así también, las escorrentías de dicha zona ya que a lo largo de la vía existen riachuelos y quebradas. Estas dos últimas actividades tienen una ocurrencia durante todo el año, por lo que se las considera con una alta prioridad.

Actividad económica.

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón El Chaco (2014-2019), se menciona 6 actividades principales consideradas como la base económica del cantón, las mismas con las cuales se genera empleo e ingresos para los habitantes de dicho sector. Las actividades económicas del Cantón El Chaco son:

- Actividades agropecuarias y agroindustriales
- Actividades comerciales
- Actividades turísticas
- Actividades en el servicio público
- Apoyo gubernamental y no gubernamental
- El Proyecto Hidroeléctrico “Coca – Codo Sinclair”

Según el Ministerio de Transportes y Obras Públicas (2012), la vía E45 y por ende el tramo Sardinias – El Chaco es de suma importancia para el desarrollo económico de la Amazonía y del país. Es por eso que se debe contar con un plan de mantenimiento y conservación vial, que garantice el buen funcionamiento de dicha carretera. Con la finalidad de que este sector pueda ofrecer la variedad de opciones turísticas que posee, opciones de turismo extremo, comunitario, gastronómico, entre otros. También, para que los sectores ganaderos y piscícolas puedan extender su mercado, mediante un fácil acceso a la zona y un transporte seguro de la producción hacia los centros de consumo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Carreteras

Definición.

La carretera se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada (Crespo,2004).

Clasificación de las carreteras.

A continuación, se detalla la clasificación nacional de la red vial en el Ecuador.

Clasificación por su jurisdicción.

Según se especifica en la guía metodológica para el ejercicio de la competencia de planificar, construir y mantener la vialidad por parte de los GAD parroquiales rurales; se tiene la siguiente clasificación por su jurisdicción en el territorio ecuatoriano.

Red vial nacional.

Conjunto total de carreteras y caminos existentes en el territorio ecuatoriano (Concejo Nacional de Competencias, 2017).

Red vial estatal.

Conjunto de vías conformado por las troncales nacionales que, a su vez, están integradas por todas las vías declaradas por el ente rector de la vialidad como corredores arteriales o como vías colectoras (Concejo Nacional de Competencias, 2017).

Corredores arteriales.

Según el Concejo Nacional de Competencias (2017), son vías de integración nacional, entrelazan capitales de provincias, puertos marítimos, pasos de frontera y centros de carácter estratégico para el desarrollo económico y social del país.

Vías colectoras.

Según el Concejo Nacional de Competencias (2017), tienen como función el tráfico de las zonas locales para conectarlos con los corredores arteriales, bajo el principio de predominio de la accesibilidad sobre la movilidad.

Red vial provincial.

Según el Concejo Nacional de Competencias (2017), es el conjunto de vías que dentro de la circunscripción territorial provincial, cumplan con alguna de las siguientes características:

- Comunican entre sí cabeceras cantonales
- Comunican entre sí cabeceras parroquiales rurales
- Comunican cabeceras parroquiales rurales con diferentes asentamientos humanos (comunidades o recintos vecinales)

Red vial cantonal urbana.

Conjunto de vías que conforman el casco urbano de una cabecera cantonal o parroquial rural, y aquellas que, de conformidad con cada planificación municipal, estén ubicadas en sectores susceptibles de urbanizarse (Concejo Nacional de Competencias, 2017).

Clasificación por Capacidad - función del TPDA.

Esta clasificación está basada en el volumen de tráfico , mediante una estimación en el año de horizonte o de diseño; en la tabla N°1, se puede apreciar la clasificación funcional de las vías en base al TPDA según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013).

Tabla 1. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA_d.

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Donde:

$TPDA$ = Tráfico promedio diario anual

$TPDA_d$ = $TPDA$ correspondiente al año horizonte o de diseño

$TPDA_d$ = Año de inicio de estudios + años de licitación, construcción + años de operación.

$C1$ = Carretera de mediana capacidad

$C2$ = Carretera convencional básica y camino básico

$C3$ = Camino agrícola/forestal

n = Años de operación, tiempo comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil (Ministerio de Transporte y Obras Públicas,2013).

$n = 20$ años, proyectos de rehabilitación y mejoras

$n = 30$ años, proyectos especiales de nuevas vías

$n = 50$ años, mega proyectos nacionales

Clasificación según desempeño de las carreteras.

Como se indica en la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP, y lo establecido en el Plan Estratégico de Movilidad PEM, la clasificación por desempeño de las carreteras se da la siguiente manera:

Camino agrícola/forestal.

Según el MTOP(2013), la velocidad de proyecto de dicha carretera es de 40 Km/h; con una pendiente máxima del 16 %. En la siguiente figura N° 6, se muestra un esquema del camino agrícola/forestal.

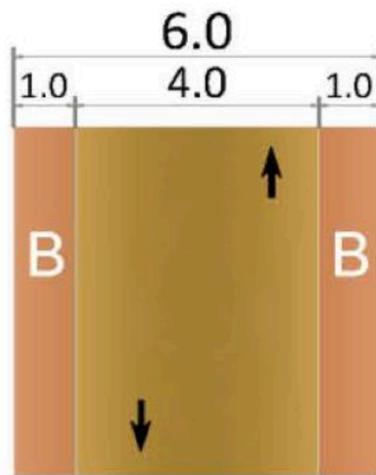


Figura 6. Camino agrícola/forestal

Camino básico.

De acuerdo al MTOP(2013), la velocidad de proyecto de este camino es de 60 Km/h; cuya pendiente máxima es del 14%. A continuación, en la figura N° 7, se presenta un esquema del camino básico.

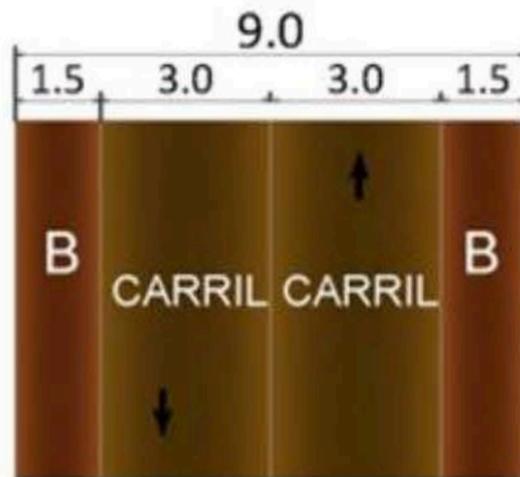


Figura 7. Camino básico

Carretera Convencional Básica.

Conforme menciona el Ministerio de Transportes y Obras Públicas(2013), la velocidad de proyecto de esta carretera es de 80 Km/h; con una pendiente máxima del 10%. Seguidamente, en la figura N° 8, se puede apreciar un esquema del tipo de carretera convencional básica.

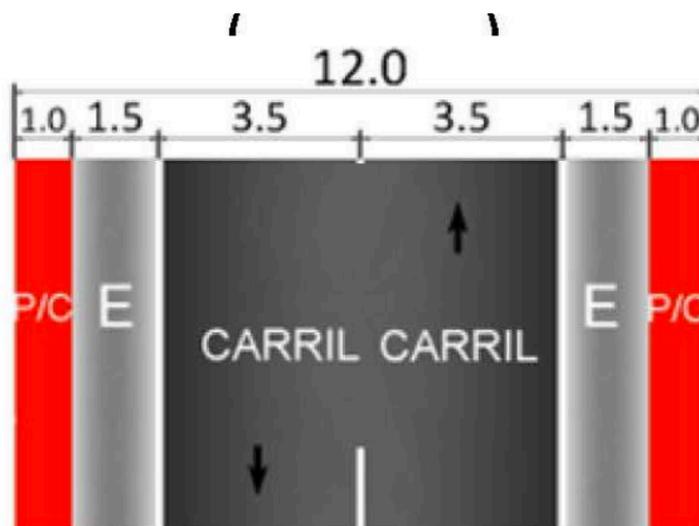


Figura 8. Carretera convencional básica

Carretera de mediana capacidad.

Como se aprecia en la Norma Ecuatoriana Vial el Ministerio de Transportes y Obras Públicas(2013) menciona que, la velocidad de proyecto de dicha carretera es de 100 Km/h; con una pendiente máxima del 8%. Posteriormente, en la figura N° 9, se observa un esquema de la carretera de mediana capacidad; misma que puede ser normal o excepcional.

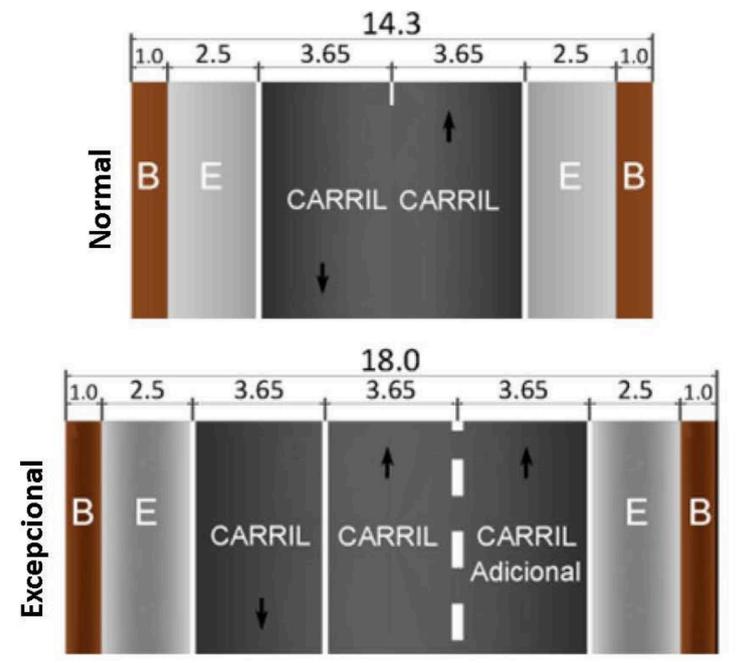


Figura 9. Carretera de mediana capacidad

Vías de alta capacidad interurbana, urbana o periurbana.

El Ministerio de Transportes y Obras Públicas(2013), en la Norma Ecuatoriana Vial expone que, la velocidad de proyecto de estas vías es de 100 Km/h; cuya pendiente máxima es del 8%. En las figuras N° 10 y N° 11 , se detalla los esquemas del tipo de vías de esta sección.

Así también, se menciona que las vías de alta capacidad poseen condiciones que cumplir, entre las cuales se menciona: El control total de acceso, lo cual impide el acceso a la autopista desde las propiedades colindantes. Otra condición es, que no existan cruces a nivel con ninguna otra vía de comunicación ni servidumbre de paso. También, que las calzadas se encuentren separadas para cada sentido de la circulación.

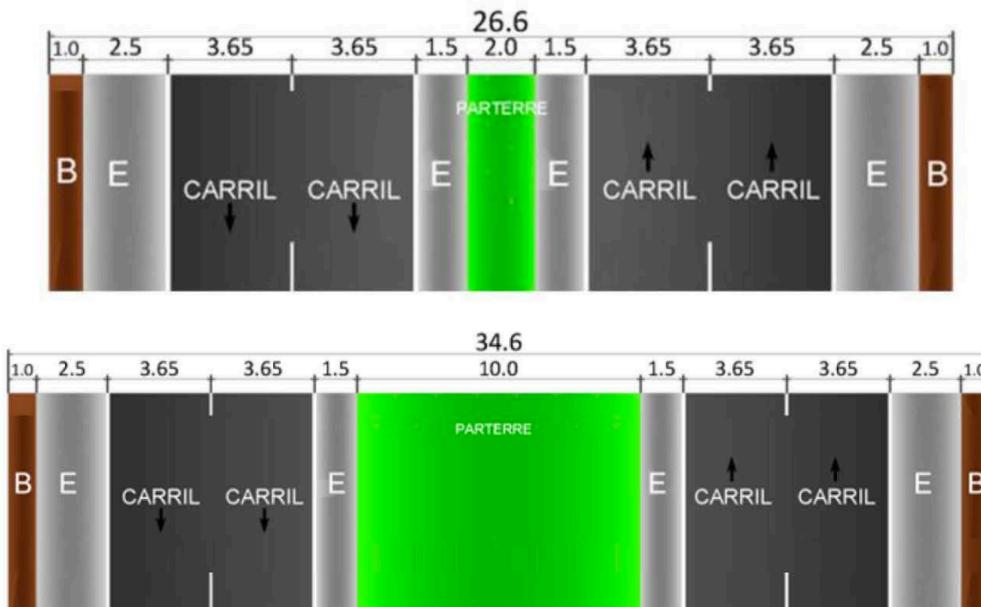


Figura 10. Vías de alta capacidad interurbana

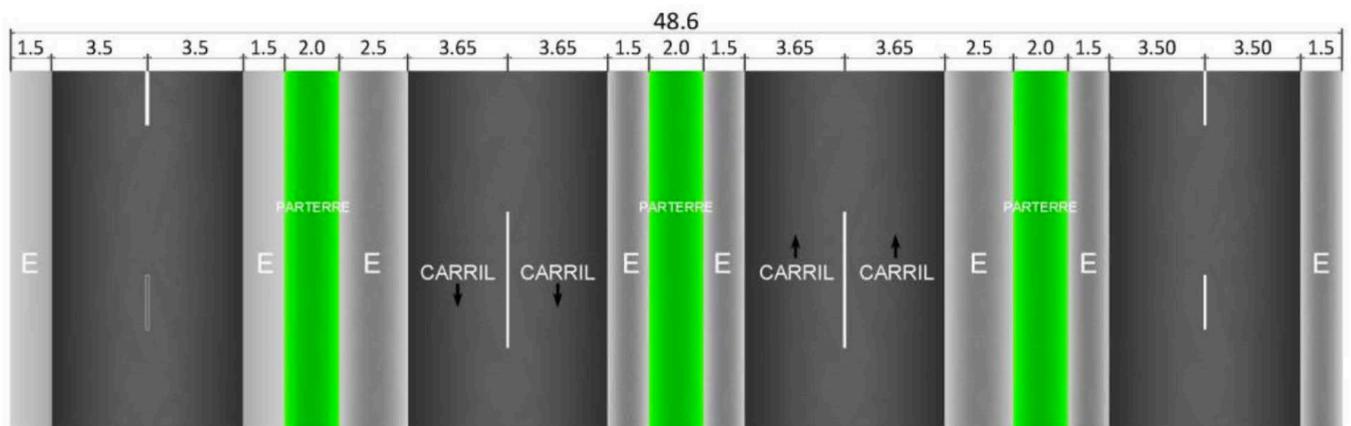


Figura 11. Vías de alta capacidad urbana o periurbana

Clasificación por condiciones orográficas.

Esta clasificación se da en función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera (MTO, 2013). En la tabla N°2, se detalla la clasificación de carreteras por condiciones orográficas, nombrando el tipo de relieve de acuerdo a la máxima inclinación media.

Tabla 2. Clasificación de las carreteras por condiciones orográficas

CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS POR CONDICIONES OROGRÁFICAS	
TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

Clasificación según el número de calzadas.

La clasificación según el número de calzadas se expone en la Norma Ecuatoriana Vial, las cuales son carreteras de calzadas separadas y carreteras de calzada única, seguidamente se define cada una de ellas.

Carreteras de calzadas separadas.

De acuerdo al MTO (2013), son las que tienen calzadas diferenciadas para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Excepcionalmente pueden tener más de una calzada para cada sentido de circulación.

Carreteras de calzadas única.

Estas carreteras son aquellas que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles (MTO,2013).

Pavimentos

Definición.

Un pavimento es una estructura de cimentación, la cual está constituida por una o varias capas, en cuya superficie actúan cargas repetidas, este elemento debe constar con la capacidad de transmitir en el transcurso de su vida útil las tensiones causadas por las cargas hacia la subrasante; así también, hacia los materiales que constituyen dichas capas, con el objetivo de que no se superen las tensiones y deformaciones específicas admisibles (Boada, 2017).

Importancia.

Los pavimentos se usan como caminos, pistas, estacionamientos y entradas de vehículos; es por eso que toman importancia en la vida del ser humano. El desarrollo de un país se mide en términos del kilometraje total pavimentado; la construcción de carreteras es una de las industrias más importantes. Se espera que un pavimento sea suficientemente resistente y duradero para su vida útil; el mismo que debe proporcionar una superficie de desplazamiento ideal para el tráfico, bajo diversas condiciones del entorno. Para todo lo antes mencionado, los pavimentos se los debe diseñar, construir, mantener y administrar de una manera óptima y adecuada (Mallick and El-Korchi, 2013).

Funciones.

Según Mallick y El-Korchi (2013), la función más importante del pavimento es resistir la carga aplicada desde un vehículo, sin que este se deforme excesivamente. La estructura estratificada del pavimento está destinada a garantizar que la carga se extienda por debajo del neumático, de modo que la tensión resultante en la capa inferior del pavimento, sea lo suficientemente baja como para no causar daños. También, se

menciona que un suelo que no es lo suficientemente rígido para soportar esfuerzos y que es susceptible a la humedad, tiene la necesidad de ser mejorado; con la ayuda de aditivos como la cal y el cemento Portland.

Diseño y construcción.

En la construcción y diseño de un pavimento, se sabe que sus capas mejoran en cuanto a calidad desde la capa inferior a la superficie; la capa de rodadura puede ser de mezcla bituminosa o de hormigón, dicha capa es la de mayor costo. Ya sea para pavimentos de mezcla bituminosa o pavimentos de concreto, cualquier tipo de mezcla debe realizarse en las proporciones correctas para garantizar una adecuada calidad de la mezcla.

Tipos de pavimentos

Pavimentos rígidos.

Son aquellos en los que la losa de concreto de cemento Portland (C.C.P.) es el principal componente estructural, que alivia las tensiones en las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión, cuando se generan tensiones y deformaciones de tracción de bajo la losa producen su fisuración por fatiga, después de un cierto número de repeticiones de carga. La capa inmediatamente inferior a las losas de C.C.P. denominada sub-base, por esta razón, puede ser constituida por materiales cuya capacidad de soporte sea inferior a la requerida por los materiales de la capa base de los pavimentos flexibles (Universidad Mayor de San Simón,2004).

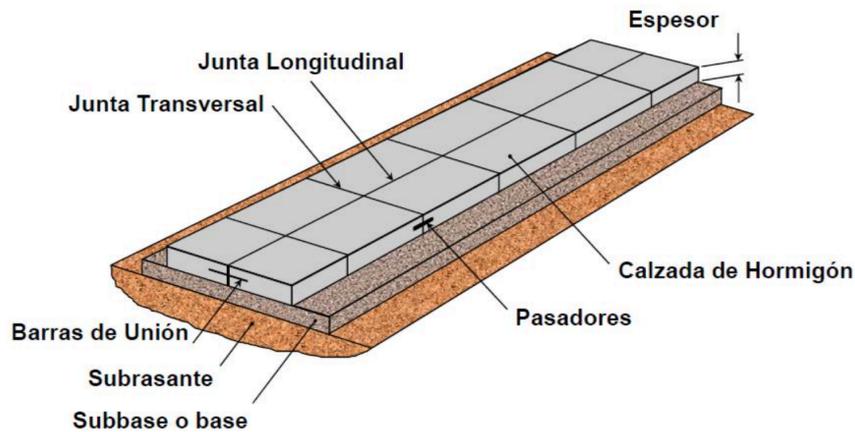


Figura 12. Pavimento rígido

Pavimentos flexibles.

Son aquellos que tienen un revestimiento asfáltico sobre una capa base granular. La distribución de tensiones y deformaciones generadas en la estructura por las cargas de rueda del tráfico, se da de tal forma que las capas de revestimiento y base absorben las tensiones verticales de compresión del suelo de fundación por medio de la absorción de tensiones cizallantes. En este proceso ocurren tensiones de deformación y tracción en la fibra inferior del revestimiento asfáltico, que provocará su fisuración por fatiga por la repetición de las cargas de tráfico. Al mismo tiempo la repetición de las tensiones y deformaciones verticales de compresión que actúan en todas las capas del pavimento producirán la formación de hundimientos en la trilla de rueda, cuando el tráfico tiende a ser canalizado, y la ondulación longitudinal de la superficie cuando la heterogeneidad del pavimento fuera significativa (Universidad Mayor de San Simón, 2004).

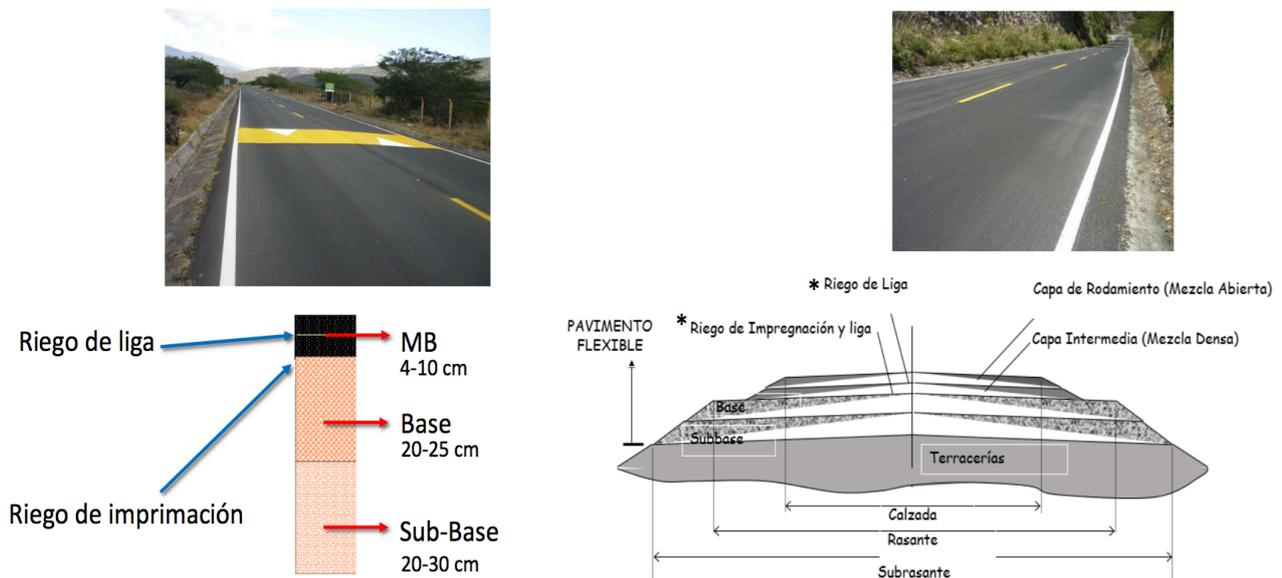


Figura 13. Pavimento flexible. Fuente: Clase de diseño de pavimentos por Gustavo Boada(2017).

Pavimentos articulados.

El pavimento articulado consiste en un manto flexible, compuesto de elementos uniformes que se colocan unos junto a otros y que debido a la conformación de caras laterales se consigue una transferencia de cargas desde el elemento que la recibe hacia varios de sus adyacentes, trabajando solidariamente y sin posibilidad de desmontaje individual (MOP 001,2002).



Figura 14. Pavimento articulado. Clase de diseño de pavimentos por Gustavo Boada(2017).

Inventario vial

Es la captación en el terreno de los elementos poco variables en las vías. Como referencia se puede tomar el kilometro de carreteras y la cuadra en vías urbanas. La información tomada son datos geométricos y estructurales (Moreno et al., 2018). Es la recopilación de información sobre el estado actual de una situación para generar acciones que permitan pasar a un estado más favorable, en este caso implica obtener información precisa del estado de las vías que serán objeto del mantenimiento vial rutinario y facilitar el diseño de la planificación del mantenimiento vial (Concejo Nacional de Competencias, 2017).

Importancia de un inventario vial.

Es importante ya que tiene como objetivo contar con información precisa, actualizada, y en un mismo lenguaje que permita realizar una adecuada planificación de las actividades de mantenimiento vial rutinario y poder tener un presupuesto aproximado de los costos que implicará la realización de los trabajos (Concejo Nacional de Competencias, 2017). Los elementos que serán detallados, son los datos generales de la vía, las características del terreno, el tipo de rodamiento o calzada, el derecho de vía, las cunetas y canales, las alcantarillas, puentes, muros, señalización vertical y horizontal, sistemas de protección vehicular, entre otros.

Índice de condición del pavimento

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad (Vásquez, 2002).

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se ha desarrollado para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie (Vásquez, 2002).

El tipo de fallas que se evalúan en dicho método se explican en la norma ASTM D6433, no se han adjuntado al presente trabajo debido su gran extensión. La tabla N° 3, que se expone a continuación presenta las posibles soluciones para cada daño del PCI, para cada severidad; información obtenida del manual de aplicación del PCI de la Universidad Nacional de Colombia.

Tabla 3. Alternativas de mantenimiento vial

Nº	DAÑO	UNIDAD DE MEDIDA	SEVERIDAD	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN
1	PIEL DE COCODRILO	M2	BAJO	SELLO SUPERFICIAL-SOBRECARPETA
			MEDIO	PARCHEO PARCIAL-SOBRECARPETA-RECONSTRUCCIÓN
			ALTO	SOBRE CARPETA-RECONSTRUCCIÓN
2	EXUDACIÓN	M2	BAJO	NO SE HACE NADA
			MEDIO	ARENA Y CILINDRADO
			ALTO	ARENA Y CILINDRADO
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	BAJO	SELLADO DE GRIETAS S>3MM-RIEGO DE SELLO
			MEDIO	SELLADO DE GRIETAS-SOBRECARPETA-ESCARIFICADO
			ALTO	SELLADO DE GRIETAS-SOBRECARPETA
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ML	BAJO	NO SE HACE NADA
			MEDIO	RECICLADO EN FRÍO-PARCHEO PROFUNDO O PARCIAL
			ALTO	RECICLADO(FRESADO)-PARCHEO PROFUNDO O PARCIAL-SOBRECARPETA

5	CORRUGACIÓN	M2	BAJO	NO SE HACE NADA
			MEDIO	RECONSTRUCCIÓN
			ALTO	RECONSTRUCCIÓN
6	DEPRESIÓN	M2	BAJO	NO SE HACE NADA
			MEDIO	PARCHEO SUPERFICIAL-PARCIAL O PROFUNDO
			ALTO	PARCHEO SUPERFICIAL-PARCIAL O PROFUNDO
7	GRIETA DE BORDE	ML	BAJO	NO SE HACE NADA-SELLADO DE GRIETAS S<3MM
			MEDIO	SELLADO DE GRIETAS- PARCHEO PARCIAL-PROFUNDO
			ALTO	PARCHEO PARCIAL-PROFUNDO
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	ML	BAJO	SELLADO S>3MM
			MEDIO	SELLADO DE GRIETAS- PARCHEO PARCIAL-PROFUNDO
			ALTO	PARCHEO PROFUNDIDAD PARCIAL-RECONSTRUCCIÓN DE JUNTA
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	ML	BAJO	RENIVELACIÓN DE BERMAS
			MEDIO	RENIVELACIÓN DE BERMAS
			ALTO	RENIVELACIÓN DE BERMAS
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ML	BAJO	NO SE HACE NADA-SELALDO DE GRIETAS S>3MM
			MEDIO	SELLADO DE GRIETAS
			ALTO	SELLADO DE GRIETAS.PARCHEO PARCIAL
11	PARCHEO	M2	BAJO	NO SE HACE NADA
			MEDIO	SUSTITUCIÓN DEL PARCHE
			ALTO	SUSTITUCIÓN DEL PARCHE
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	M2	BAJO	NO SE HACE NADA
			MEDIO	TRATAMIENTO SUPERFICIAL-SOBRECARPETA
			ALTO	FRESADO Y SOBRECARPETA
13	HUECOS	U	BAJO	NO SE HACE NADA-PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO
			MEDIO	PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO
			ALTO	PARCHEO PROFUNDO
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	M2	BAJO	NO SE HACE NADA
			MEDIO	PARCHEO SUPERFICIAL
			ALTO	RECONSTRUCCIÓN DEL CRUCE
15	AHUELLAMIENTO	M2	BAJO	FRESADO Y SOBRECARPETA
			MEDIO	PARCHEO SUPERFICIAL, PARCIAL O PROFUNDO-SOBRECARPETA
			ALTO	PARCHEO SUPERFICIAL, PARCIAL O PROFUNDO-SOBRECARPETA
16	DESPLAZAMIENTO	M2	BAJO	FRESADO
			MEDIO	FRESADO-PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO

			ALTO	FRESADO-PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO
17	GRIETAS PARABÓLICAS	M2	BAJO	PARCHEO PARCIAL
			MEDIO	PARCHEO PARCIAL
			ALTO	PARCHEO PARCIAL
18	HINCHAMIENTO	M2	BAJO	NO SE HACE NADA
			MEDIO	RECONSTRUCCIÓN
			ALTO	RECONSTRUCCIÓN
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	BAJO	SELLO SUPERFICIAL-TRATAMIENTO SUPERFICIAL
			MEDIO	SELLO SUPERFICIAL-TRATAMIENTO SUPERFICIAL-SOBRECARPETA
			ALTO	SOBRECARPETA-RECONSTRUCCIÓN

Mantenimiento vial

El mantenimiento vial comprende todas las actividades destinadas a preservar a corto, mediano y largo plazo, la infraestructura, señalización y el funcionamiento adecuado del patrimonio vial terrestre y el valor de los activos a un costo eficiente (Concejo Nacional de Competencias, 2017).

Mantenimiento vial rutinario.

El mantenimiento vial rutinario comprende actividades que permiten la reparación de las deficiencias de la carretera, o trabajos que permitan conservar su estado actual y que son requeridos en forma continua para mantenerla en buen estado de servicio. Son actividades que se encuentran destinadas a preservar a mediano y largo plazo, el funcionamiento adecuado del patrimonio vial y el valor de los activos a un costo eficiente (Concejo Nacional de Competencias, 2017). En la siguiente figura N° 15, se detalla las principales actividades del mantenimiento rutinario, según la Resolución 0999-CNC-2014.

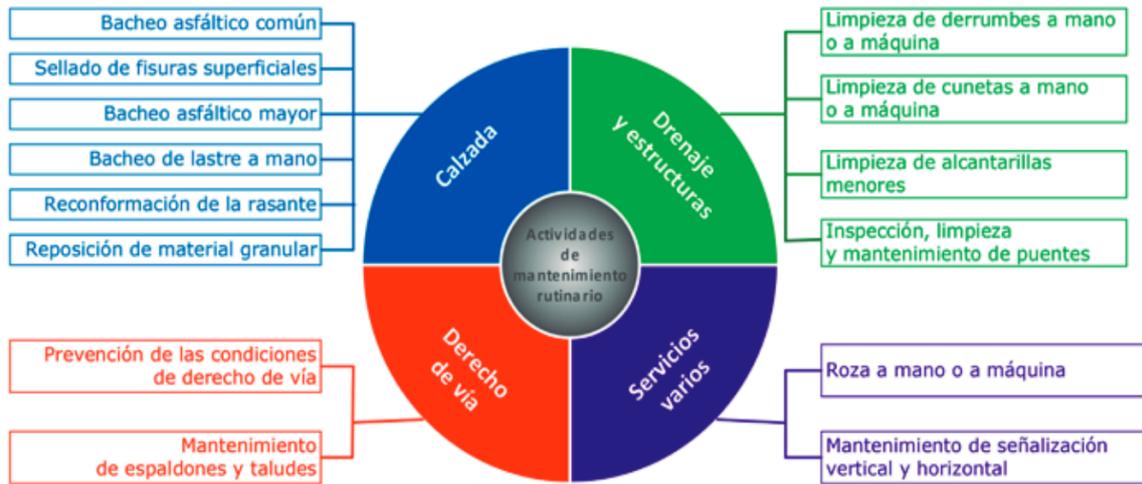


Figura 15. Actividades de mantenimiento rutinario

Mantenimiento vial periódico.

Son actividades que se realizan en ciertos periodos, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. Entre los cuales, el mantenimiento son la reconformación de la plataforma existente y las reparaciones de los diferentes elementos físicos del camino.

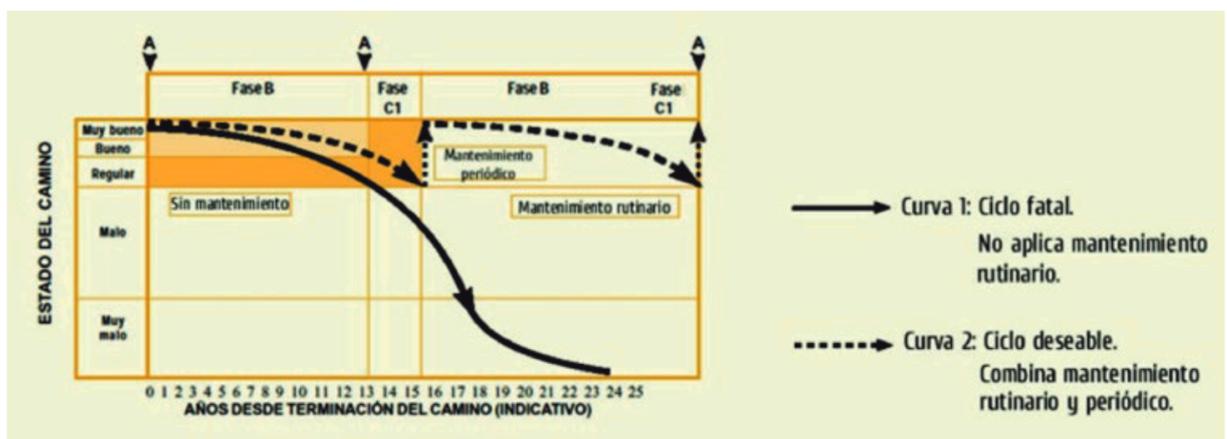


Figura 16. Vía con y sin mantenimiento

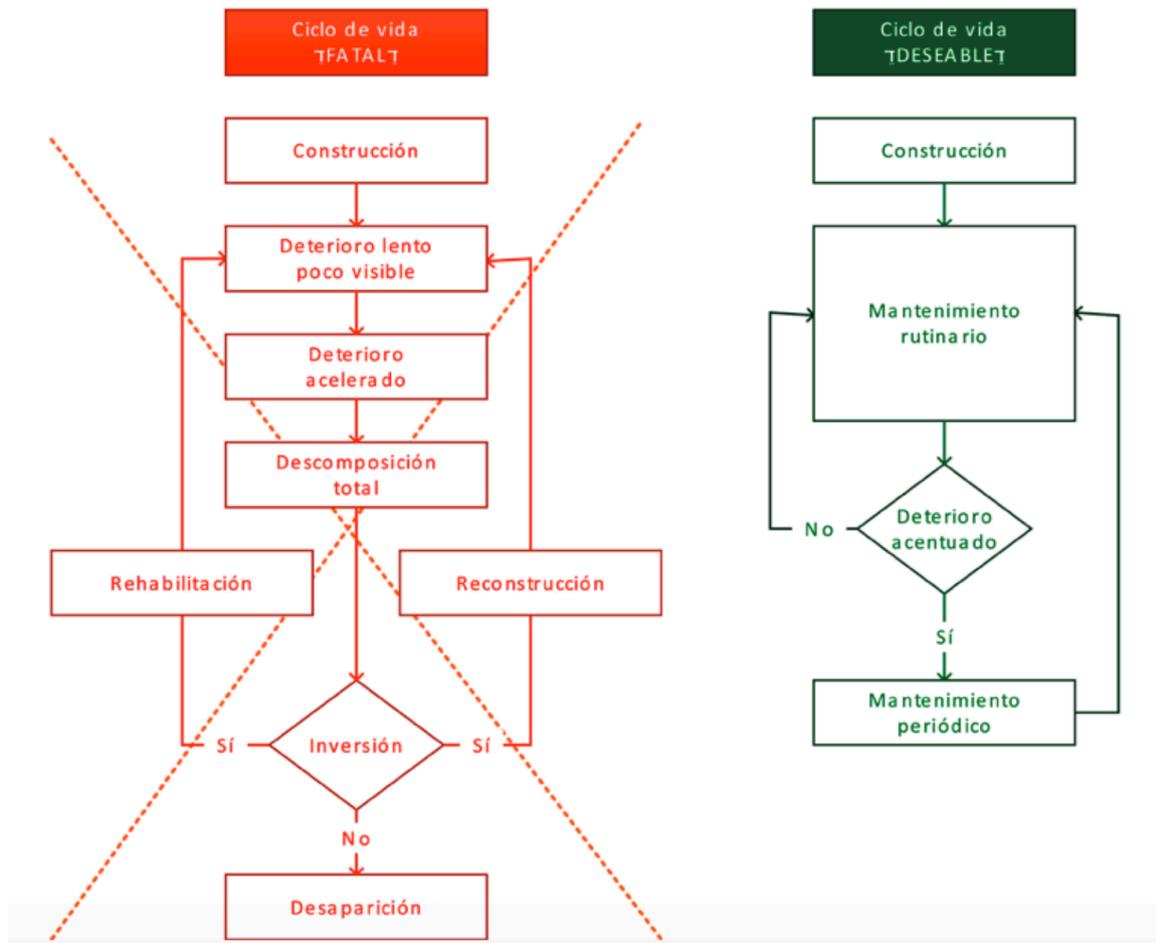


Figura 17. Ciclo de vida fatal y deseable de una carretera

CAPITULO III

METODOLOGÍA

Inventario vial

Para la primera parte del presente estudio, se ha elaborado la matriz correspondiente al inventario vial. La misma que, se ha dividido en varios puntos con la finalidad de obtener información precisa; entre dichas divisiones se tiene: datos generales, tramo, calzada y derecho de vía, drenaje, puentes, muros, señalización, sitios críticos y por último observaciones. Cada punto de dicho formato del inventario vial, se expone a continuación.

Datos generales.

El primer punto de la matriz del inventario vial, permite la recopilación de los datos generales de la vía en estudio. Datos como: nombre de la vía, código de la vía, el número de carriles, provincia, cantón, parroquia, fecha, y el nombre del responsable. La siguiente tabla N°4, muestra el formato realizado del punto llamado datos generales.

Tabla 4. Formato de la sección de datos generales del inventario vial

INVENTARIO VIAL	
NOMBRE DE LA VÍA	
CÓDIGO DE LA VÍA	
NUMERO DE CARRILES	
PROVINCIA	
CANTÓN	
PARROQUIA	
FECHA	
RESPONSABLE	

Tramo.

La segunda parte del inventario vial es la sección llamada tramo, este punto contiene el número de tramo, la abscisa tanto inicial como final, la altura al nivel del mar de cada muestra, y las coordenadas de su ubicación, estas son coordenadas UTM y coordenadas latitud/longitud. Como se ha expuesto anteriormente la vía de estudio, tiene una longitud de 5000 metros; por recomendación de profesionales en la materia se ha escogido tramos de 40 metros cada uno, dándonos así un total de 126 muestras en las que se empleará el inventario vial. Seguidamente, se expone la tabla N°5 correspondiente a la sección tramo del inventario vial.

Tabla 5. Formato de la sección tramo del inventario vial

TRAMO							
Nº DE TRAMO	ABSCISA		COTA	COORDENADAS			
	INICIO	FINAL		UTM		LAT/LONG	
				N	E	LATITUD	LONGITUD

Calzada y derecho de vía.

Para la tercera parte se tiene el punto de calzada y derecho de vía, en la cual se puede recopilar datos como: distancia de la calzada de la muestra, el ancho de la calzada, el tipo de terreno que se divide en tres que son: plano, ondulado, montañoso; también cuenta con el tipo de superficie con las opciones de: pavimento flexible, pavimento

rígido, empedrado, tierra, y otros materiales. Es importante el estado visual general de cada muestra es por eso que también se tiene la opción de estado de superficie, la misma que se divide en buena, mala y regular. La última parte de esta sección es el derecho de vía, que considera las opciones de: con vegetación, sin vegetación, basuras o escombros, postes u obstáculos físicos y construcciones o similares. La tabla N°6 que se muestra a continuación, presenta el formato de la sección calzada y derecho de vía.

Tabla 6. Formato de la sección calzada y derecho de vía

CALZADA Y DERECHO DE VÍA																	
DISTANCIA (m)	ANCHO DE CALZADA (m)	ÁREA (m ²)	TIPO DE TERRENO			TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA					ESTADO SUPERFICIE						
			PLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO	EMPEDRADO	ADOQUINADO	TIERRA	OTROS MATERIALES	BUENA	REGULAR	MALA			
													CON VEGETACIÓN	SIN VEGETACIÓN	BASURAS O ESCOMBROS	POSTES U OBSTACULOS FÍSICOS	CONSTRUCCIONES O SIMILARES

Drenaje.

Otro punto importante que se debe conocer en un inventario vial, es el drenaje; es por eso que la cuarta sección permite obtener información en cuanto al drenaje existente en dicha vía. Esta parte se ha clasificado en cuatro puntos que son: cuneta derecha, cuneta izquierda, alcantarillas y cabezales. El formato para las cunetas contiene: si estas son revestidas, no revestidas, la longitud, si están azolvadas, medianamente azolvadas, o limpias; y el estado de las mismas que puede ser: bueno, malo o regular. Para la parte de alcantarillas, se toma información sobre la longitud, el diámetro, el material, si estas son sencillas, dobles, o triples; así también, el estado de la alcantarilla que puede ser bueno,

malo o regular; y si se encuentran azolvadas. La última parte de esta sección de drenaje, es los cabezales en la cual se recopila datos acerca de que si estos se encuentran en la entrada, salida, ambas partes o si no posee; también, si es que existen disipadores de energía y canales de entrada y salida. Se presenta la tabla N°7, con el formato correspondiente a la sección de drenaje del inventario vial.

Tabla 7. Formato de drenaje de cunetas del inventario vial

DRENAJE																	
CUNETA DERECHA							CUNETA IZQUIERDA										
REVESTIDO	NO REVESTIDO	LONGITUD	AZOLVADOS (A)	MEDIANAMENTE AZOLVADOS (MA)	LIMPIOS (L)	B	R	M	REVESTIDO	NO REVESTIDO	LONGITUD (M)	AZOLVADOS (A)	MEDIANAMENTE AZOLVADOS (MA)	LIMPIOS (L)	B	R	M

Tabla 8. Formato de la sección drenaje para alcantarillas y cabezales

DRENAJE											
ALCANTARILLAS					CABEZALES						
LONGITUD	DIAMETRO	MATERIAL	SENCILLA(S), DOBLE(D), TRIPLE(T)	B	R	M	AZOLVADAS(A)	E:ENTRADA, S:SALIDA,A:AMBOS	NO POSEE	DISIPADORES DE ENERGÍA	CANALES DE ENTRADA Y SALIDA

Puentes.

Para esta quinta parte se ha realizado un formato que permita la toma de información para las obras de arte existentes en la vía, en este caso para los puentes. Esta sección cuenta con: nombre del río o quebrada, el tipo del puente que puede ser metálico, de hormigón, de madera, mixto u otro. También, se permite la toma de información sobre la longitud, el ancho de la calzada, y el estado de la estructura que se clasifica en bueno, malo o regular. Seguidamente se expone la tabla N°9, que corresponde al formato de la sección de puentes del inventario vial.

Tabla 9. Formato de la sección puentes del inventario vial.

PUENTES										
NOMBRE RÍO O QUEBRADA	TIPO					LONGITUD	ANCHO DE LA CALZADA	B	R	M
	METALICO	HORMIGÓN	MADERA	MIXTO	OTRO					

Muros.

En la sexta parte del inventario vial de la misma forma se tiene una obra de arte, en este caso los muros. Esta sección con el fin de obtener información útil se ha clasificado en los siguientes puntos que son: largo del muro, altura, ubicación es decir a la derecha o izquierda de la carretera, el tipo del muro que puede ser de hormigón, de gaviones o algún otro tipo; por último se tiene el estado del muro que cuenta con bueno,

regular o malo. En la tabla N°10, se presenta el formato de la sección de muros del inventario vial.

Tabla 10. Formato de la sección muros del inventario vial.

MUROS								
LARGO	ALTO	DERECHA	IZQUIERDA	TIPO			ESTADO	
				HORMIGÓN	GAVIONES	OTRO	B	R

Señalización.

La señalización de la vía es uno de los factores más importantes en la seguridad vial de una carretera, es por eso que este ítem ha sido considerado en la séptima sección que conforma la matriz del inventario vial. La cual cuenta con tres partes que son: señalización horizontal, señalización vertical y defensa, en este caso guardavías. En la primera que es señalización horizontal solo se ha evaluado el estado de la misma, lo cual puede ser buena, regular o mala. Para la señalización vertical se ha clasificado por el tipo, dentro de lo cual se tiene señales informativas, señales reglamentarias, señales transitorias y algún otro tipo como turísticas o comerciales. Por último se ha incluido la defensa la cual puede estar a la derecha o izquierda de la vía, el tipo, la longitud, la altura, el espaciamiento entre soportes y el estado de la misma, buena, mala o regular. Éste formato se expone en la tabla N°11, que se muestra seguidamente:

Tabla 11. Formato de la sección señalización del inventario vial

SEÑALIZACIÓN															
HORIZONTAL			VERTICAL				GUARDAVÍAS								
B	R	M	SEÑALES INFORMATIVAS	SEÑALES REGLAMENTARIAS	SEÑALES TRANSITORIAS	OTROS (TURISTICAS-COMERCIALES)	DERECHA	IZQUIERDA	TIPO	LONGITUD	ALTURA	ESPACIAMIENTO DE SOPORTES	B	R	M

Sitios críticos y observaciones.

Para finalizar las secciones que conforman la matriz del inventario vial se tiene la sección de sitios críticos y observaciones, ítem que es importante para la precaución y seguridad en el tránsito por la carretera en estudio. Esta parte cuenta con opciones como: derrumbe, socavación, asentamientos, pérdida de la estructura, otros y observaciones. La tabla N°12, representa el formato empleado para esta sección de sitios críticos y observaciones.

Tabla 12. Formato de la sección sitios críticos y observaciones del inventario vial

SITIOS CRÍTICOS					OBSERVACIONES
DERRUMBE	SOCAVACIÓN	ASENTAMIENTOS	PERDIDA ESTRUCTURA	OTRO	

Índice de condición del pavimento

La segunda parte de este trabajo de titulación es la aplicación del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Para lo cual la metodología aplicada se ha clasificado en varios puntos que son: rangos de calificación del PCI, formato de exploración, unidades de muestreo, unidades de muestreo para evaluación, selección de las unidades de muestreo para la inspección, evaluación de la condición, cálculo del PCI de las unidades de muestreo, cálculo del PCI de una sección de pavimento; todos los puntos antes dichos se exponen a continuación. Es importante mencionar que para esta metodología se ha usado como referencia la norma ASTM D6433-07.

Rangos de calificación del PCI.

Para la aplicación del método de Índice de Condición del Pavimento, se ha empezado con la presentación del rango de calificación del PCI. Como se ha mencionado en varias ocasiones a lo largo del presente trabajo, este método se basa en la clase de daño, la severidad y la cantidad del mismo. El PCI se califica de manera numérica, empezando en el rango de 0 – 10 para un pavimento fallado, de 10-25 para un estado muy malo, 25-40 para una clasificación de pavimento malo, 40-55 como regular, 55-70 para un pavimento bueno, 70-85 para la clasificación de muy bueno y el rango más alto que es de 85-100 para un pavimento en estado excelente. Cada rango mencionado anteriormente se presenta en la siguiente tabla N°13.

Tabla 13. Rangos de calificación del PCI

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

Formato de exploración.

En este punto se presenta la matriz correspondiente para la inspección de las muestras de pavimento de la vía Sardinas-El Chaco. Es importante mencionar que, el formato de exploración depende del tipo de pavimento ya que los tipos de daños a analizarse en cada caso son diferentes. La carretera de este trabajo cuenta con un pavimento flexible en su totalidad, es por eso que el formato se ha elaborado específicamente para un pavimento flexible, dicho formato se presenta a continuación en la tabla N°14.

Tabla 14. Formato de exploración del Índice de Condición del Pavimento

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		UNIDAD DE MUESTREO					
CÓDIGO DE LA VÍA		ÁREA DE MUESTREO (m2)					
ABSCISA INICIAL		FECHA					
ABSCISA FINAL		RESPONSABLE					
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						

Como se muestra en la tabla antes expuesta, esta cuenta con puntos para obtener información general de cada muestra de exploración, entre los cuales se tiene: el nombre de la vía en estudio, el código de la vía, la abscisa tanto final como inicial, la unidad de muestreo, el área de muestreo, la fecha de la realización de la inspección y el nombre del responsable de dicho trabajo. La segunda parte de este formato, cuenta con una lista de los 19 tipos de daños que se pueden encontrar en la exploración de las muestras de pavimento; las cuales ha sido explicadas detalladamente en el Capítulo 2 del presente trabajo. La tercera parte de la matriz del PCI, permite la toma de datos según el tipo de daño, la severidad que puede ser baja, media o alta; estas se detallan en cantidades parciales las cuales al final serán contabilizadas en la sección de total de dicho formato.

Unidades de muestreo.

Para determinar las unidades de muestreo, se ha considerado el tipo de vía y de capa de rodadura. Dado que la capa de rodadura de la vía en estudio es asfáltica y tiene en promedio un ancho de 9 m, se ha escogido el trabajar con muestras de 40 m. Lo cual, da como área de muestra $360 m^2$. Posteriormente, se ha determinado la cantidad de unidades de muestreo.

$$N = \frac{\textit{longitud de la vía}}{\textit{longitud por muestra}}$$

$$N = \frac{5040 m}{40 m}$$

$$N = 126 \textit{ muestras}$$

La vía Sardinas - El Chaco, cuenta con una longitud de 5040 metros y debido a que cada muestra tendrá una longitud de 40 metros, se ha determinado que la cantidad total de muestras en la carretera en estudio es de 126 muestras.

Unidades de muestreo para la evaluación.

Según Vásquez (2002), en la evaluación de una red vial se da grandes número de unidades de muestras, lo cual demanda tiempo y recursos considerables en la inspección de las mismas; es por eso, que se determina una cierta cantidad de unidades de muestreo mínimas a evaluar. A continuación, se presenta la ecuación que permite la determinación del número mínimo de unidades de muestreo a evaluar, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero; así también, con una confiabilidad del 95%.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección (e=5%).

σ : Desviación estándar del PCI, se asume el valor de 10, de acuerdo a la norma antes mencionada.

La ecuación antes expresada, se la ha tomado de la norma ASTM D6433-07; de igual manera los valores del error admisible y el valor de la desviación estándar. Posteriormente, se presenta el cálculo del número mínimo de unidades de muestreo a evaluar mediante el uso de dicha ecuación.

$$n = \frac{126 \times 0.1^2}{\frac{0.05^2}{4} (126 - 1) + 0.1^2}$$

$$n = 14.4 \text{ muestras} \approx 15 \text{ muestras}$$

Se ha obtenido como resultado final 14.4 muestras como mínimo de unidades de muestreo a evaluar, valor que se ha redondeado a 15 muestras; que son con las que se ha trabajado en la inspección de campo.

Selección de unidades de muestreo para la inspección.

Una de las recomendaciones dadas por la norma del PCI es que, las unidades que se hayan elegido tengan una misma separación o espaciamiento a lo largo de la sección de pavimento, para lo cual la primera muestra de inspección se elige al azar; es decir de manera aleatoria sistemática, como se expone seguidamente.

Intervalo de muestreo.

El intervalo de muestreo (i), está expresado por la siguiente ecuación.

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

Donde:

N : Número total de unidades de muestreo disponibles

n : Número mínimo de unidades para evaluar

i : Intervalo de muestreo, se debe redondear al número entero inferior.

$$i = \frac{126}{15}$$

$$i = 8.4 \rightarrow 8$$

Como se ha determinado anteriormente, se puede apreciar que al tener 126 muestras disponibles y un mínimo de 15 muestras a evaluarse se ha obtenido como intervalo de muestreo 8.4, valor que se ha redondeado al número entero inferior que es 8.

Inicio al azar.

Esta sección corresponde a la selección del inicio de la unidad de muestreo, la misma que puede darse entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i . En este caso, $i=8$, por lo que lo que la unidad de muestreo a inspeccionarse puede localizarse entre 1 y 8. La manera de identificar las unidades de muestreo para evaluación es: (S), (S+1), (S+2), y así sucesivamente.

Para este estudio, se ha elegido la unidad inicial de muestreo para inspección que es la muestra número 4, al contar con un intervalo de 8 muestras, las unidades de muestreo para inspección se muestran en la tabla N°15.

Tabla 15. Unidades de muestreo para la inspección

Muestras para inspección	Nº de muestra
S	4
S+1	12
S+2	20
S+3	28
S+4	36
S+5	44
S+6	52
S+7	60
S+8	68
S+9	76
S+10	84
S+11	92
S+12	100
S+13	108
S+14	116

Evaluación de la condición.

Para la evaluación de la condición es necesario que se conozca estrictamente cada tipo de daño que puede presentar un pavimento flexible. Para esta sección se tiene tres puntos que son: equipo, procedimiento y seguridad; los cuales se explican posteriormente.

Equipo.

Dentro de los materiales a usar en el trabajo de campo es necesario un odómetro manual, el cual nos permite medir longitudes y áreas de daños. Para la medición de profundidades o depresiones, se utiliza una regla y una cinta métrica. Es importante, para el desarrollo de la actividad contar con el manual de daños del PCI, así también, con los formatos para recopilar la información de daños.

Procedimiento.

El procedimiento varía dependiendo del tipo de daño que presente el pavimento, es por eso que es fundamental el conocimiento del manual de daños, sus definiciones y el proceso de medida para cada caso. Básicamente, para cada muestra se debe registrar el daño, la extensión de éste, con el nivel de severidad; todo esto en el formato de información de exploración de la condición.

Seguridad.

El encargado del estudio es el responsable de la seguridad del equipo de inspección, es por eso que para este trabajo de campo se ha proporcionado para todo el grupo cascos de seguridad y chalecos reflectores; para la movilización en la vía se ha contado con conos de seguridad y una camioneta 4x4 con dispositivos de señalización y advertencia.

Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.

El cálculo de las unidades de muestreo se lo realiza para cada una de las muestras a inspeccionar, este procedimiento depende del tipo de pavimento; en este caso se ha escogido de la norma ASTM D6433 el cálculo para carreteras con capa de rodadura asfáltica. Dicho proceso se ha dividido en etapas que se explican a continuación.

Etapas 1: Cálculo de los valores deducidos.

Para el cálculo de los valores deducidos se totaliza cada tipo y nivel de severidad de cada daño, lo cual se registra en el casillero de Total de la matriz de recopilación de información del PCI. Se debe tener en cuenta que cada daño tiene diferente manera de ser medido, puede ser medido en área, longitud o por número. Ahora, se divide la severidad de cada cantidad de tipo de daño entre el área total de la unidad de muestreo

analizada, cuyo resultado se debe representar como porcentaje; lo cual se conoce como la densidad del daño por nivel de severidad. Dicho cálculo se lo realiza con la siguiente ecuación:

$$Densidad (\%) = \frac{Cantidad\ total\ de\ daño\ por\ severidad}{área\ de\ la\ unidad\ de\ muestreo} \times 100$$

Una vez que se ha obtenido el valor de la densidad, se puede determinar el valor deducido para cada tipo de daño y cada nivel de severidad de dicho daño. Para lo cual, se emplean las curvas “Valor deducido del daño”; que se adjuntan en el Anexo A.

Etapa 2: Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m).

Si en el cálculo del valor deducido no se tiene ningún valor o solo un resultado que sea mayor a 2, se calcula el valor deducido total. Si este no es el caso, se trabaja con el valor deducido corregido, CDV. Si los valores deducidos son mayores a 2, se tiene el siguiente procedimiento. Primero, se hace una lista de los valores deducidos individuales ordenándolos de mayor a menor $1 + \frac{9}{98}$. Después, se calcula el número máximo admisible de valores deducidos (m), con la ayuda de la siguiente ecuación:

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

Donde:

m_i = Número máximo admisible de valores deducidos, por unidad de muestreo.

HDV_i = El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

Para esta sección se debe tener en cuenta que, el número de valores individuales deducidos se reduce a m , y en el caso de poseer una cantidad de valores deducidos menor que m , se utilizan todos los valores del análisis.

Etapa 3: Cálculo del máximo valor deducido corregido, CDV.

Se implementa un proceso iterativo para el cálculo del máximo valor deducido corregido, CDV. Se empieza mediante la determinación del número de valores deducidos mayores a 2, lo cual se denomina con la letra q. Seguidamente, se suma todos los valores deducidos individuales lo cual es el valor deducido total. Luego, se encuentra el CDV individual con q y el valor deducido total en la curva de corrección correspondiente a un pavimento flexible; la misma que se encuentra adjunta en el Anexo A. Posteriormente, se reduce a 2 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor a 2, ahora se repite el proceso antes mencionado hasta que el valor de q sea de 1. Para finalizar esta etapa, se escoge como máximo CDV al mayor CDV individual que se tiene en dicho análisis.

Etapa 4: Cálculo del PCI.

Para determinar el PCI de cada muestra inspeccionada, se resta de 100 el máximo CDV que se ha calculado en la etapa 3. Para lo cual, se ha empleado la siguiente ecuación:

$$PCI_{muestra} = 100 - \text{máx CDV}$$

Cálculo del PCI de una sección de pavimento.

El cálculo del PCI de una sección de pavimento, que en este caso es la vía en estudio Sardinas – El Chaco; es el promedio del PCI de cada muestra inspeccionada.

$$PCI_{total} = \frac{\sum PCI_{(muestra)}}{n}$$

Donde:

$PCI_{muestra}$ = Índice de condición del pavimento por muestra inspeccionada

n = Número de muestras inspeccionadas

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Inventario vial

Datos generales.

En la siguiente tabla N°16 se presenta los datos generales de la vía, en la cual se ha realizado el correspondiente inventario vial.

Tabla 16. Resultados datos generales

INVENTARIO VIAL	
NOMBRE DE LA VÍA	SARDINAS - EL CHACO
CÓDIGO DE LA VÍA	E45
NUMERO DE CARRILES	2 CARRILES
PROVINCIA	NAPO
CANTÓN	EL CHACO
PARROQUIA	SARDINAS
FECHA	12 Y 13 de ABRIL DEL 2018
RESPONSABLE	KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA

Como datos generales de la vía en estudio se tiene que, el nombre de la vía es Sardinas – El Chaco; cuyo código es E45 correspondiente a la troncal amazónica. Esta carretera cuenta con dos carriles, uno con sentido a la ciudad de Quito y el otro con sentido a Lago Agrio. La ubicación es en la provincia de Napo, cantón El Chaco y en la parroquia de Sardinas. La fecha en la que se ha realizado el inventario vial, es el 12 y 13 de abril del 2018. El trabajo de campo, así como la realización del inventario vial tiene como responsable al estudiante Kevin Daniel Díaz Arequipa.

Tramo.

Para la sección de tramo, se ha encontrado la información de la tabla N°17. En donde, se ha recopilado datos sobre el inicio y fin de cada abscisa, la altura sobre el nivel del mar, y las coordenadas de cada muestra tanto en UTM y LAT/LONG.

Tabla 17. Resultados sección tramo

TRAMO							
Nº DE TRAMO	ABSCISA		A. SOBRE EL NIVEL DEL MAR	COORDENADAS			
	INICIO	FINAL		UTM		LAT/LONG	
				N	E	LATITUD	LONGITUD
1	0+000	0+040	1579	9957363,51	186162,37	0°23'70"	77°49'02"
2	0+040	0+080	1578	9957396,61	186179,09	0°23'94"	77°49'09"
3	0+080	0+120	1577	9957435,53	186187,71	0°23'5"	77°49'9"
4	0+120	0+160	1577	9957473,49	186199,27	0°23'3"	77°49'8"
5	0+160	0+200	1576	9957511,93	186206,77	0°23'2"	77°49'8"
6	0+200	0+240	1575	9957549,52	186214,08	0°23'9"	77°49'8"
7	0+240	0+280	1573	9957592,49	186214,7	0°22'60"	77°49'8"
8	0+280	0+320	1572	9957630,93	186237,59	0°22'58"	77°49'7"
9	0+320	0+360	1571	9957672,18	186220,42	0°22'57"	77°49'8"
10	0+360	0+400	1570	9957709,55	186238,27	0°22'56"	77°49'7"
11	0+400	0+440	1570	9957745,95	186231,46	0°22'55"	77°49'7"
12	0+440	0+480	1571	9957786,79	186220,99	0°22'53"	77°49'8"
13	0+480	0+520	1572	9957828,42	186217,38	0°22'52"	77°49'8"
14	0+520	0+560	1574	9957853,39	186212,37	0°22'512"	77°49'8"
15	0+560	0+600	1575	9957904,66	186194,46	0°22'492"	77°49'9"
16	0+600	0+640	1576	9957952,08	186201,92	0°22'47"	77°49'8"
17	0+640	0+680	1578	9957982,09	186188,2	0°22'46"	77°49'8"
18	0+680	0+720	1580	9958023,09	186190,84	0°22'46"	77°49'9"
19	0+720	0+760	1578	9958066,24	186191,91	0°22'44"	77°49'9"
20	0+760	0+800	1580	9958101,27	186199,85	0°22'42"	77°49'8"
21	0+800	0+840	1582	9958142,36	186167,53	0°22'41"	77°49'9"
22	0+840	0+880	1585	9958184,04	186202,48	0°22'40"	77°49'8"
23	0+880	0+920	1588	9958230,27	186197,11	0°22'38"	77°49'8"
24	0+920	0+960	1585	9958264,29	186189,08	0°22'38"	77°49'8"
25	0+960	1+000	1582	9958310,86	186197,92	0°22'6"	77°49'1"
26	1+000	1+040	1580	9958386,84	186206,29	0°22'21"	77°49'6"
27	1+040	1+080	1582	9858364,49	186156,96	0°22'34"	77°49'9"
28	1+080	1+120	1584	9958450,49	186132,72	0°22'15"	77°40'10"
29	1+120	1+160	1589	9958417,24	186102,41	0°22'33"	77°49'11"
30	1+160	1+200	1593	995807,27	186044,33	0°22'33"	77°49'13"
31	1+200	1+240	1592	9958481,57	186074,26	0°22'30"	77°49'12"
32	1+240	1+280	1595	9958527,46	186080,86	0°22'30"	77°49'12"
33	1+280	1+320	1593	9958565,62	186134,9	0°22'28"	77°49'10"
34	1+320	1+360	1595	9958597,05	186141,38	0°22'27"	77°49'10"
35	1+360	1+400	1596	9958639,61	186163,82	0°22'26"	77°49'10"
36	1+400	1+440	1598	9958679,49	186158,39	0°22'24"	77°49'10"
37	1+440	1+480	1599	9958693,95	186120,51	0°22'24"	77°49'112"

38	1+480	1+520	1598	9958695,9	186071,32	0°22'23"	77°49'12"
39	1+520	1+560	1594	9958707,25	186036,99	0°22'23"	77°49'13"
40	1+560	1+600	1594	9958721,07	185996,42	0°22'232	77°49'15"
41	1+600	1+640	1592	9958755,83	185980,64	0°22'22"	77°49'15"
42	1+640	1+680	1594	9958758,94	185946,5	0°22'21"	77°49'16"
43	1+680	1+720	1596	9958803,68	185926,09	0°22'20"	77°49'17"
44	1+720	1+760	1594	9958851,57	185919,99	0°22'19"	77°49'17"
45	1+760	1+800	1595	9958885,6	185912,54	0°22'17"	77°49'18"
46	1+800	1+840	1593	9958926,3	185930,05	0°22'16"	77°49'17"
47	1+840	1+880	1592	9958964,44	185929,1	0°22'15"	77°49'17"
48	1+880	1+920	1591	9959006,78	185938,2	0°22'14"	77°49'16"
49	1+920	1+960	1590	9959044,55	185944,69	0°22'12"	77°49'16
50	1+960	2+000	1594	9959085,96	185947,48	0°22'11"	77°49'16"
51	2+000	2+040	1595	9959125,44	185949,26	0°22'10"	77°49'16"
52	2+040	2+080	1596	9959159,91	185962,66	0°22'9"	77°49'16"
53	2+080	2+120	1597	9959191,01	185986,78	0°22'8	77°49'15"
54	2+120	2+160	1599	9959222,96	186008,32	0°22'7"	77°49'14"
55	2+160	2+200	1599	9959264,19	186025,57	0°22'5"	77°49'14"
56	2+200	2+240	1599	9959299,99	186029,74	0°22'4"	77°49'14"
57	2+240	2+280	1600	9959342,44	186037,19	0°22'3	77°49'13
58	2+280	2+320	1600	9959363,03	186027,7	0°22'2"	77°49'14"
59	2+320	2+360	1602	9959402,43	186001,32	0°22'01"	77°49'15"
60	2+360	2+400	1604	9959420,11	185954,32	0°22'0"	77°49'16"
61	2+400	2+440	1605	9959446,45	185938,36	0°21'59"	77°49'17"
62	2+440	2+480	1610	9959481,87	185900,1	0°21'58"	77°49'18"
63	2+480	2+520	1613	9959505,79	185888,03	0°21,57	77°49'18"
64	2+520	2+560	1610	9959527,25	185927,92	0°21'57	77°49'17"
65	2+560	2+600	1611	9959538,69	185961,05	0°21'56"	77°49'16"
66	2+600	2+640	1616	9959543,12	186008,97	0°21'56"	77°49'14"
67	2+640	2+680	1617	9959552,18	186043,74	0°21'56	77°49'13"
68	2+680	2+720	1618	9959558,02	186082,88	0°21'55"	77°49'12"
69	2+720	2+760	1618	9959563,12	186128,08	0°21'55"	77°49'10"
70	2+760	2+800	1620	9959595,48	186149,06	0°21'54"	77°49'10"
71	2+800	2+840	1619	9959632,95	186147,07	0°21'53"	77°49'10"
72	2+840	2+880	1620	9959669,64	186139,33	0°21'52"	77°40'10"
73	2+880	2+920	1619	9959698,02	186104,73	0°21'51"	77°49'11"
74	2+920	2+960	1617	9959729,1	186080,07	0°21'50"	77°49'12"
75	2+960	3+000	1615	9959760,85	186049,13	0°21'48"	77°49'13"
76	3+000	3+040	1613	9959797,8	186039,14	0°21'47"	77°49'13"
77	3+040	3+080	1612	9959833,87	186044,88	0°21'46"	77°49'13"
78	3+080	3+120	1614	9959870,64	186060,97	0°21'45"	77°49'13"
79	3+120	3+160	1616	9959885,53	186102,5	0°21'45"	77°49'11"
80	3+160	3+200	1619	9959907,62	186130,1	0°21'44"	77°49'10"
81	3+200	3+240	1620	9959955,04	186131,99	0°21'43"	77°49'10"
82	3+240	3+280	1617	9959976,94	186164,82	0°21'42"	77°49'9"
83	3+280	3+320	1615	9960015,01	186175,64	0°21'41"	77°49'9"

84	3+320	3+360	1613	9960049,58	186166,4	0°21'39"	77°49'9"
85	3+360	3+400	1612	9960082,67	186152,83	0°21'38"	77°49'10"
86	3+400	3+440	1610	9960123,23	186148,34	0°21'37"	77°49'9"
87	3+440	3+480	1615	9960161,34	186169,62	0°21'36"	77°49'9"
88	3+480	3+520	1612	9960195,63	186190,22	0°21'35"	77°49'9"
89	3+520	3+560	1610	9960230,39	186195,4	0°21'34"	77°49'8"
90	3+560	3+600	1608	9960269,9	186179,29	0°21'32"	77°49'9"
91	3+600	3+640	1604	9960302,81	186174,84	0°21'31"	77°49'9"
92	3+640	3+680	1605	9960322,98	186142,04	0°21'31"	77°49'10"
93	3+680	3+720	1606	9960375,15	186134,44	0°21'29"	77°49'10"
94	3+720	3+760	1606	9960405,02	186134,44	0°21'28"	77°49'10"
95	3+760	3+800	1607	9960436,04	186157,02	0°21'27"	77°49'09"
96	3+800	3+840	1605	9960471,78	186182,18	0°21'26"	77°49'08"
97	3+840	3+880	1600	9960496,98	186210,04	0°21'25"	77°49'08"
98	3+880	3+920	1598	9960542,21	186214,69	0°21'24"	77°49'07"
99	3+920	3+960	1597	9960586,51	186225,59	0°21'22"	77°49'07"
100	3+960	4+000	1595	9960623,17	186226,4	0°21'21"	77°49'07"
101	4+000	4+040	1593	9960662,65	186219,48	0°21'20"	77°49'07"
102	4+040	4+080	1592	9960706,23	186169,44	0°21'18"	77°49'08"
103	4+080	4+120	1591	9960726,75	186175,27	0°21'17"	77°49'09"
104	4+120	4+160	1590	9960759,91	186161,1	0°21'16"	77°49'10"
105	4+160	4+200	1589	9960804,5	186232,92	0°21'15"	77°49'11"
106	4+200	4+240	1587	9960119,19	185949,73	0°21'14"	77°49'10"
107	4+240	4+280	1586	9960879,94	186168,95	0°21'13"	77°49'09"
108	4+280	4+320	1584	9960930,18	186185,55	0°21'11"	77°49'09"
109	4+320	4+360	1580	9960967,02	186182,96	0°21'10"	77°49'09"
110	4+360	4+400	1580	9960994,67	186214,26	0°21'09"	77°49'08"
111	4+400	4+440	1579	9961033,34	186224,78	0°21'07"	77°49'07"
112	4+440	4+480	1576	9961068,74	186228,92	0°21'06"	77°49'07"
113	4+480	4+520	1574	9961114,08	186250,42	0°21'05"	77°49'07"
114	4+520	4+560	1575	9961155,64	186253,24	0°21'04"	77°49'07"
115	4+560	4+600	1574	9961189,7	186271,76	0°21'03"	77°40'06"
116	4+600	4+640	1573	9961217,01	186263,46	0°21'02"	77°49'06"
117	4+640	4+680	1572	9961267,69	186249,36	0°20'59"	77°49'07"
118	4+680	4+720	1571	9961309,76	186244,61	0°20'58"	77°49'06"
119	4+720	4+760	1570	9961349,09	186253,97	0°20'57"	77°49'06"
120	4+760	4+800	1570	9961391,02	186249,03	0°20'55"	77°49'06"
121	4+800	4+840	1570	9961415,26	186290,93	0°20'55"	77°49'05"
122	4+840	4+880	1569	9961446,58	186314,38	0°20'54"	77°49'05"
123	4+880	4+920	1569	9961481,5	186343,69	0°20'53"	77°49'04"
124	4+920	4+960	1568	9961516,94	186361,27	0°20'52"	77°49'03"
125	4+960	5+000	1568	9961560,94	186368,73	0°20'51"	77°49'03"
126	5+000	5+040	1565	9961582,43	186382,35	0°20'50"	77°49'02"

De los resultados de la sección tramo del inventario vial, se puede resumir los puntos más relevantes que se presentan en la tabla N°18. El número de tramos que se han analizado es de 126, de la vía con una longitud de 5 kilómetros con 40 metros; las coordenadas de donde se ha iniciado el inventario vial son: 0°23'70" latitud y 77°49'02" longitud; y las coordenadas del último tramo son: 0°20'50" latitud y 77°49'02" longitud.

Tabla 18. Resumen de resultados de la sección tramo

NÚMERO TOTAL DE TRAMOS	126	
LONGITUD DE LA VIA	5.040	KM
COORDENADAS INICIALES LAT/LONG	0°23'70"	77°49'02"
COORDENADAS FINALES LAT/LONG	0°20'50"	77°49'02"

Calzada y derecho de vía.

Para la información que se ha obtenido de la sección calzada y derecho de vía del inventario vial, se presenta la tabla N°19. En la cual, se ha encontrado datos sobre la distancia de cada tramo, el ancho de la calzada, el área de cada muestra, el tipo de terreno, el tipo de superficie, el estado del mismo y el derecho de vía.

Tabla 19. Resultados de la sección calzada y derecho de vía

TRAMO			CALZADA										DERECHO DE VÍA							
Nº DE TRAMO	ABSCISA		DISTANCIA (M)	ANCHO DE CALZADA (m)	ÁREA (m2)	TIPO DE TERRENO			TIPO DE SUPERFICIE				ESTADO SUPERFICIE			CON VEGETACIÓN	SIN VEGETACIÓN	BASURAS O ESCOMBROS	POSTES U OBSTACULOS FÍSICOS	CONSTRUCCIONES O SIMILARES
	INICIO	FINAL				PLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO	EMPEDRADO	ADOQUINADO	TIERRA	OTROS MATERIALES	BUENA					
1	0+000	0+040	40	9,3	372	x			x						x				x	
2	0+040	0+080	40	9	360	x			x						x				x	

3	0+080	0+120	40	9,13	365,2	x				x									x
4	0+120	0+160	40	9,15	366	x				x									x
5	0+160	0+200	40	9,23	369,2	x				x									x
6	0+200	0+240	40	9,11	364,4	x				x									x
7	0+240	0+280	40	9,47	378,8	x				x									x
8	0+280	0+320	40	10,29	411,6	x				x									x
9	0+320	0+360	40	11,27	450,8	x				x									x
10	0+360	0+400	40	11,21	448,4	x				x									x
11	0+400	0+440	40	8,5	340	x											x		
12	0+440	0+480	40	8,97	358,8	x				x							x		
13	0+480	0+520	40	10,4	416	x				x							x		
14	0+520	0+560	40	10,42	416,8	x				x							x		
15	0+560	0+600	40	10,83	433,2	x				x							x		
16	0+600	0+640	40	9,17	366,8	x				x							x		
17	0+640	0+680	40	9,55	382	x				x							x		
18	0+680	0+720	40	9,45	378	x				x							x		
19	0+720	0+760	40	9,13	365,2	x				x							x		
20	0+760	0+800	40	9	360	x				x							x		
21	0+800	0+840	40	9,1	364	x				x							x		
22	0+840	0+880	40	9,2	368	x				x							x		
23	0+880	0+920	40	9,3	372	x				x							x		
24	0+920	0+960	40	9,1	364	x				x							x		
25	0+960	1+000	40	9,09	363,6	x				x							x		
26	1+000	1+040	40	10,24	409,6	x				x							x		
27	1+040	1+080	40	9,34	373,6	x				x							x		
28	1+080	1+120	40	9,45	378	x				x							x		
29	1+120	1+160	40	9,3	372	x				x							x		
30	1+160	1+200	40	9,4	376	x				x							x		
31	1+200	1+240	40	9,45	378	x				x							x		
32	1+240	1+280	40	9,4	376	x				x							x		
33	1+280	1+320	40	9,02	360,8	x				x							x		
34	1+320	1+360	40	9,2	368	x				x							x		
35	1+360	1+400	40	9,8	392	x				x							x		
36	1+400	1+440	40	10,04	401,6	x				x							x		
37	1+440	1+480	40	9,51	380,4	x				x							x		
38	1+480	1+520	40	9,89	395,6	x				x							x		
39	1+520	1+560	40	9,7	388	x				x							x		
40	1+560	1+600	40	9,39	375,6	x				x							x		
41	1+600	1+640	40	9,37	374,8	x				x							x		
42	1+640	1+680	40	9,82	392,8	x				x							x		
43	1+680	1+720	40	9,91	396,4	x				x							x		
44	1+720	1+760	40	9,94	397,6	x				x							x		
45	1+760	1+800	40	9,9	396	x				x							x		
46	1+800	1+840	40	9,37	374,8	x				x							x		
47	1+840	1+880	40	9,6	384	x				x							x		
48	1+880	1+920	40	9,25	370	x				x							x		

49	1+920	1+960	40	9,4	376	x			x					x			x			
50	1+960	2+000	40	9,5	380	x			x					x			x			
51	2+000	2+040	40	9,82	392,8	x			x					x			x			
52	2+040	2+080	40	9,75	390	x			x					x			x			
53	2+080	2+120	40	9,12	364,8	x			x					x			x			
54	2+120	2+160	40	9,4	376	x			x					x			x			
55	2+160	2+200	40	9,25	370	x			x					x			x			
56	2+200	2+240	40	9,4	376	x			x					x			x			
57	2+240	2+280	40	9,78	391,2	x			x					x			x			
58	2+280	2+320	40	9,35	374	x			x					x			x			
59	2+320	2+360	40	9,43	377,2	x			x					x				x		
60	2+360	2+400	40	9,57	382,8	x			x					x				x		
61	2+400	2+440	40	9,32	372,8	x			x					x			x			
62	2+440	2+480	40	9,58	383,2	x			x					x			x			
63	2+480	2+520	40	9,4	376	x			x					x			x			
64	2+520	2+560	40	9,5	380	x			x					x			x			
65	2+560	2+600	40	9,74	389,6	x			x					x			x			
66	2+600	2+640	40	9,25	370	x			x					x			x			
67	2+640	2+680	40	9,28	371,2	x			x					x			x			
68	2+680	2+720	40	9,3	372	x			x					x			x			
69	2+720	2+760	40	9,45	378	x			x					x			x			
70	2+760	2+800	40	9,4	376	x			x					x			x			
71	2+800	2+840	20	9,35	187	x			x					x			x			
72	2+840	2+880	40	9,4	376	x			x					x			x			
73	2+880	2+920	40	9,29	371,6	x			x					x			x			
74	2+920	2+960	40	9,15	366	x			x					x			x			
75	2+960	3+000	40	9,35	374	x			x					x			x			
76	3+000	3+040	40	9,12	364,8	x			x					x			x			
77	3+040	3+080	40	9,4	376	x			x					x			x			
78	3+080	3+120	40	9,23	369,2	x			x					x			x			
79	3+120	3+160	40	9,15	366	x			x					x			x			
80	3+160	3+200	40	9,33	373,2	x			x					x			x			
81	3+200	3+240	40	9,25	370	x			x					x			x			
82	3+240	3+280	40	9,12	364,8	x			x					x			x			
83	3+280	3+320	40	9,2	368	x			x					x			x			
84	3+320	3+360	40	9,4	376	x			x					x			x			
85	3+360	3+400	40	9,8	392	x			x					x			x			
86	3+400	3+440	40	10,2	408	x			x					x			x			
87	3+440	3+480	40	10,1	404	x			x								x		x	
88	3+480	3+520	40	10,55	422	x			x								x		x	
89	3+520	3+560	40	10,45	418	x			x								x		x	
90	3+560	3+600	40	10,2	408	x			x					x			x			
91	3+600	3+640	40	10,3	412	x			x					x			x			
92	3+640	3+680	40	9,7	388	x			x					x			x			
93	3+680	3+720	40	10	400	x			x					x			x			
94	3+720	3+760	40	10,44	417,6	x			x					x			x			

95	3+760	3+800	40	10,2	408	x			x					x			x				
96	3+800	3+840	40	10,1	404	x			x					x			x				
97	3+840	3+880	40	9,88	395,2	x			x					x			x				
98	3+880	3+920	40	9,19	367,6	x			x					x			x				
99	3+920	3+960	40	9,21	368,4	x			x					x			x				
100	3+960	4+000	40	9,63	385,2	x			x					x			x				
101	4+000	4+040	40	9,72	388,8	x			x					x			x				
102	4+040	4+080	40	9,72	388,8	x			x					x			x				
103	4+080	4+120	40	9,48	379,2	x			x					x			x				
104	4+120	4+160	40	9,6	384	x			x					x			x				
105	4+160	4+200	40	9,6	384	x			x					x			x				
106	4+200	4+240	40	9,35	374	x			x					x			x				
107	4+240	4+280	40	9,25	370	x			x					x			x				
108	4+280	4+320	40	10,65	426	x			x					x			x				
109	4+320	4+360	40	8,3	332	x			x					x			x				
110	4+360	4+400	40	9,35	374	x			x					x			x				
111	4+400	4+440	40	8,6	344	x			x					x			x				
112	4+440	4+480	40	10,78	431,2	x			x					x			x				
113	4+480	4+520	40	10,44	417,6	x			x					x			x				
114	4+520	4+560	40	9,04	361,6	x			x					x			x				
115	4+560	4+600	40	9,06	362,4	x			x					x			x				
116	4+600	4+640	40	9,2	368	x			x					x			x				
117	4+640	4+680	40	9,65	386	x			x					x			x				
118	4+680	4+720	40	9,6	384	x			x					x			x				
119	4+720	4+760	40	9,81	392,4	x			x					x			x				
120	4+760	4+800	40	9,26	370,4	x			x					x			x				
121	4+800	4+840	40	9,4	376	x			x					x			x				
122	4+840	4+880	40	9,3	372	x			x					x			x				
123	4+880	4+920	40	9,4	376	x			x					x			x				
124	4+920	4+960	40	9,3	372	x			x					x			x				
125	4+960	5+000	40	8,97	358,8	x			x					x			x				
126	5+000	5+040	40	9,1	364	x			x					x			x				

De los resultados de calzada y derecho de vía expuestos anteriormente, se resume los puntos más importantes como el valor de la distancia de cada tramo que es de 40 metros, el promedio del ancho de la calzada que corresponde a 9,54 metros, el promedio del área de la muestra que es 380,19 metros cuadrados; valores que se presentan en la tabla N°20.

Tabla 20. Resumen de resultados de la sección calzada y derecho de vía

Distancia de la muestra	40	m
Promedio ancho de calzada	9,54	m
Promedio área de tramo	380,19	m ²

A continuación, se exponen unos diagramas en porcentaje para los resultados de tipo de terreno, tipo de superficie, estado de la superficie y derecho de vía. Empezando con el tipo de terreno, se puede apreciar que el 100% corresponde a un tipo de terreno plano, y el 0% para terrenos ondulados y montañosos; lo antes mencionado se aprecia en la figura N°18.



Figura 18. Tipo de terreno

En cuanto al tipo de superficie de la capa de rodadura de la vía en estudio, se tiene con un 100% de pavimento flexible. Para los tipos de superficie rígido, de empedrado, adoquinado, tierra, y de otros materiales se tiene un porcentaje de 0 para cada caso.

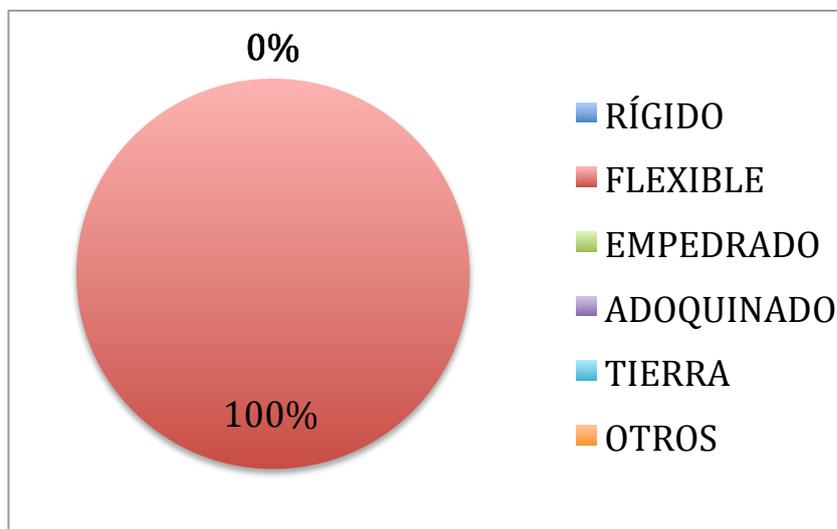


Figura 19. Tipo de superficie

El análisis del estado de superficie, se representa en la figura N°20 . El estado de buena posee un valor del 93%, el estado de regular el 5% y finalmente el estado de superficie mala un 2%, dando así un total del 100% de muestras evaluadas.



Figura 20. Estado de la superficie

En cuanto al derecho de vía, en la figura N°21; se tiene la clasificación correspondiente en porcentajes. El 88% de la vía posee un derecho de vía con

vegetación, un 8% de la carretera con construcciones o similares, el 4% tiene basuras o escombros, y un 0% para el derecho de vía sin vegetación y 0% para postes u obstáculos físicos.

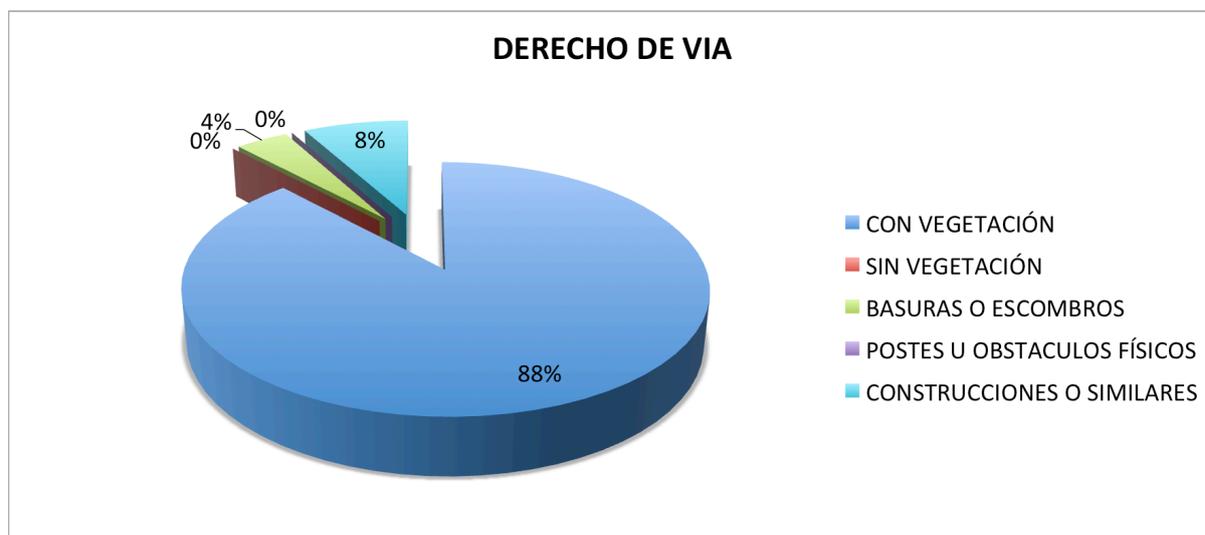


Figura 21. Derecho de vía

Drenaje.

Para la sección correspondiente a drenaje del inventario vial, se ha dividido en dos tablas; la primera la tabla N°21, representa a la información adquirida para la cuneta derecha y la cuneta izquierda. La tabla N°22, muestra datos sobre las alcantarillas que se han encontrado en la vía, así también, si estas poseen o no cabezales. La tabla de las cunetas cuenta con información sobre la longitud de las cunetas, si son revestidas o no son revestidas; también, si se encuentran azolvadas, medianamente azolvadas o limpias. Por último, se muestra el estado en el que se encuentra la cuneta lo cual puede ser bueno, malo o regular.

Tabla 21. Resultados de las cunetas de la sección de drenaje del inventario vial

TRAMO		DRENAJE	
TR	ABSCISA	CUNETA DERECHA	CUNETA IZQUIERDA
A			

			REVESTIDO	NO REVESTIDO	LONGITUD	AZOLVADOS (A) MEDIANAMENTE AZOLVADOS (MA)	LIMPIOS (L)	B	R	M	REVESTIDO	NO REVESTIDO	LONGITUD (M)	AZOLVADOS (A) MEDIANAMENTE AZOLVADOS (MA)	LIMPIOS (L)	B	R	M
	INICIO	FINAL																
1	0+000	0+040	x		40		x	x			x		30		x	x		
2	0+040	0+080	x		40		x	x			x		40		x	x		
3	0+080	0+120	x		40		x	x			x		40		x	x		
4	0+120	0+160	x		40		x	x			x		40		x	x		
5	0+160	0+200	x		40		x	x			x		40		x	x		
6	0+200	0+240	x		40		x	x			x		40		x	x		
7	0+240	0+280	x		40		x	x										
8	0+280	0+320																
9	0+320	0+360																
10	0+360	0+400																
11	0+400	0+440																
12	0+440	0+480																
13	0+480	0+520	x		40		x	x										
14	0+520	0+560	x		40		x	x										
15	0+560	0+600	x		40		x	x										
16	0+600	0+640	x		40		x	x										
17	0+640	0+680	x		40		x	x			x		40		x	x		
18	0+680	0+720	x		40		x	x			x		40		x	x		
19	0+720	0+760	x		40		x	x			x		40		x	x		
20	0+760	0+800									x		40		x	x		
21	0+800	0+840	x		40		x	x			x		40		x	x		
22	0+840	0+880	x		40		x	x			x		40		x	x		
23	0+880	0+920	x		40		x	x			x		40		x	x		
24	0+920	0+960	x		40		x	x			x		40		x	x		
25	0+960	1+000	x		40		x	x			x		40		x	x		
26	1+000	1+040																
27	1+040	1+080									x		40		x	x		
28	1+080	1+120	x		40		x	x			x		40		x	x		
29	1+120	1+160	x		40		x	x			x		40		x	x		
30	1+160	1+200	x		40		x	x			x		40		x	x		
31	1+200	1+240	x		40		x	x			x		40		x	x		
32	1+240	1+280	x		40		x	x			x		40		x	x		
33	1+280	1+320	x		40		x	x			x		40		x	x		
34	1+320	1+360	x		40		x	x			x		40		x	x		
35	1+360	1+400	x		40		x	x			x		40		x	x		
36	1+400	1+440	x		40		x	x			x		40		x	x		
37	1+440	1+480	x		40		x	x			x		40		x	x		
38	1+480	1+520	x		40		x	x			x		40		x	x		
39	1+520	1+560	x		40		x	x			x		40		x	x		
40	1+560	1+600	x		40		x	x			x		40		x	x		

41	1+600	1+640	x	40		x	x		x	40		x	x	
42	1+640	1+680	x	40		x	x		x	40		x	x	
43	1+680	1+720	x	40		x	x		x	40		x	x	
44	1+720	1+760	x	40		x	x		x	40		x	x	
45	1+760	1+800	x	40		x	x		x	40		x	x	
46	1+800	1+840	x	40		x	x		x	40		x	x	
47	1+840	1+880	x	40		x	x		x	40		x	x	
48	1+880	1+920	x	40		x	x		x	40		x	x	
49	1+920	1+960	x	40		x	x		x	40		x	x	
50	1+960	2+000	x	40		x	x		x	40		x	x	
51	2+000	2+040	x	40		x	x		x	40		x	x	
52	2+040	2+080	x	40		x	x		x	40		x	x	
53	2+080	2+120	x	40		x	x		x	40		x	x	
54	2+120	2+160	x	40		x	x		x	40		x	x	
55	2+160	2+200	x	40		x	x		x	40		x	x	
56	2+200	2+240	x	40		x	x		x	40		x	x	
57	2+240	2+280	x	40		x	x		x	40		x	x	
58	2+280	2+320	x	40	x			x	x	40	x			x
59	2+320	2+360	x	40	x		x	x		40	x			x
60	2+360	2+400	x	40	x		x	x		40	x			x
61	2+400	2+440	x	40	x		x	x		40	x			x
62	2+440	2+480	x	40	x			x	x	40	x			x
63	2+480	2+520	x	40		x	x		x	40		x	x	
64	2+520	2+560	x	40		x	x		x	40		x	x	
65	2+560	2+600	x	40		x	x		x	40		x	x	
66	2+600	2+640	x	40		x	x		x	40		x	x	
67	2+640	2+680	x	40		x	x		x	40		x	x	
68	2+680	2+720	x	40		x	x		x	40		x	x	
69	2+720	2+760	x	40		x	x		x	40		x	x	
70	2+760	2+800	x	40		x	x		x	40		x	x	
71	2+800	2+840	x	40		x	x		x	40		x	x	
72	2+840	2+880	x	40		x	x		x	40		x	x	
73	2+880	2+920	x	40		x	x		x	40		x	x	
74	2+920	2+960	x	40		x	x		x	40		x	x	
75	2+960	3+000	x	40		x	x		x	40		x	x	
76	3+000	3+040	x	40		x	x		x	40		x	x	
77	3+040	3+080	x	40		x	x		x	40		x	x	
78	3+080	3+120	x	40		x	x		x	40		x	x	
79	3+120	3+160	x	40		x	x		x	40		x	x	
80	3+160	3+200	x	40		x	x		x	40		x	x	
81	3+200	3+240	x	40		x	x		x	40		x	x	
82	3+240	3+280	x	40		x	x		x	40		x	x	
83	3+280	3+320	x	40		x	x		x	40		x	x	
84	3+320	3+360	x	40		x	x		x	40		x	x	
85	3+360	3+400	x	40		x	x		x	40		x	x	
86	3+400	3+440	x	40		x	x		x	40		x	x	

87	3+440	3+480	x		40	x				x	x		40	x					x
88	3+480	3+520	x		40		x			x	x		40		x				x
89	3+520	3+560	x		40		x			x	x		40		x				x
90	3+560	3+600	x		40			x	x		x		40			x	x		
91	3+600	3+640	x		40			x	x		x		40			x	x		
92	3+640	3+680	x		40			x	x		x		40			x	x		
93	3+680	3+720	x		40			x	x		x		40			x	x		
94	3+720	3+760	x		40			x	x		x		40			x	x		
95	3+760	3+800	x		40			x	x		x		40			x	x		
96	3+800	3+840	x		40			x	x		x		40			x	x		
97	3+840	3+880	x		40			x	x		x		40			x	x		
98	3+880	3+920	x		40			x	x		x		40			x	x		
99	3+920	3+960	x		40			x	x		x		40			x	x		
100	3+960	4+000	x		40			x	x		x		40			x	x		
101	4+000	4+040	x		40			x	x		x		40			x	x		
102	4+040	4+080	x		40			x	x		x		40			x	x		
103	4+080	4+120	x		40			x	x		x		40			x	x		
104	4+120	4+160	x		40			x	x		x		40			x	x		
105	4+160	4+200	x		40			x	x		x		40			x	x		
106	4+200	4+240	x		40			x	x		x		40			x	x		
107	4+240	4+280	x		40			x	x		x		40			x	x		
108	4+280	4+320	x		40			x	x		x		40			x	x		
109	4+320	4+360	x		40			x	x		x		40			x	x		
110	4+360	4+400	x		40		x				x	x	40		x				x
111	4+400	4+440	x		40		x				x	x	40		x				x
112	4+440	4+480																	
113	4+480	4+520	x		40			x	x		x		40			x	x		
114	4+520	4+560	x		40			x	x		x		40			x	x		
115	4+560	4+600	x		40			x	x		x		40			x	x		
116	4+600	4+640	x		40			x	x		x		40			x	x		
117	4+640	4+680	x		40			x	x		x		40			x	x		
118	4+680	4+720	x		40			x	x		x		40			x	x		
119	4+720	4+760	x		40			x	x		x		40			x	x		
120	4+760	4+800	x		40			x	x		x		40			x	x		
121	4+800	4+840	x		40			x	x		x		40			x	x		
122	4+840	4+880	x		40			x	x		x		40			x	x		
123	4+880	4+920	x		40			x	x		x		40			x	x		
124	4+920	4+960	x		40			x	x		x		40			x	x		
125	4+960	5+000	x		40			x	x		x		40			x	x		
126	5+000	5+040	x		40			x	x		x		40			x	x		

En la tabla N°22 , que corresponde a alcantarillas y cabezales de la sección de drenaje del inventario vial; se ha encontrado información sobre la longitud, el diámetro, el material, la composición de estas lo cual puede ser sencillas, dobles o triples, de igual

118	4+680	4+720	16	1	ACERO	S	x					A			x
119	4+720	4+760													
120	4+760	4+800													
121	4+800	4+840													
122	4+840	4+880													
123	4+880	4+920	16	1	ACERO	S	x					A			x
124	4+920	4+960													
125	4+960	5+000													
126	5+000	5+040													

Seguidamente, en la tabla N°23, se muestra un resumen de la longitud y el material de la cuneta derecha, cuneta izquierda, y datos de las alcantarillas. Se ha encontrado que, las cunetas son el 100% revestidas, y las alcantarillas un 100% son de acero. Para las alcantarillas se cuenta con una longitud promedio de 15,65 m y un diámetro promedio de 1,08 metros; el número de alcantarillas que se ha encontrado en el inventario vial es de 26.

Tabla 23. Resumen de resultados de la sección de drenaje

DRENAJE	LONGITUD		MATERIAL
SIN CUNETA DERECHA	360	m	
SIN CUNETA IZQUIERDA	490	m	
CUNETA DERECHA	4680	m	REVESTIDAS 100%
CUNETA IZQUIERDA	4550	m	REVESTIDAS 100%
ALCANTARILLA	406,9	m	
ALCANTARILLA PROMEDIO	15,65	m	ACERO 100%
DIÁMETRO PROMEDIO	1,08	m	

En la tabla N°23, antes expuesta se aprecia de igual manera las cunetas tanto derecha como izquierda en longitud, y la longitud de la carretera que no posee cunetas. De lo cual, se ha calculado el porcentaje de vía tanto derecha como izquierda que cuenta

con cunetas y el porcentaje que no posee cunetas. De dicho análisis se puede apreciar en la figura N° 22, que el 93% del lado derecho de la vía cuenta con el sistema de drenaje de cuneta y el 7% no posee una cuneta. Para el lado izquierdo de la carretera, en la figura N°23 se observa que el 90% tiene cuneta y que el 10% no posee drenaje de cuneta.

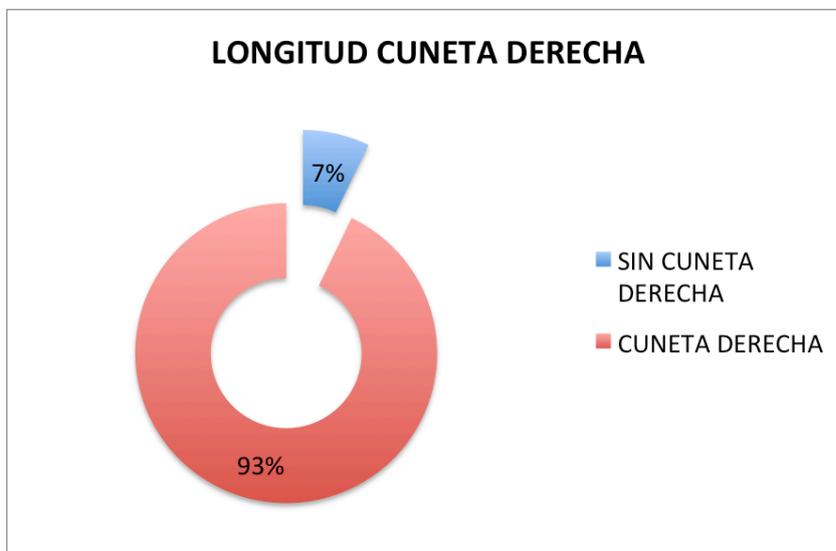


Figura 22. Longitud cuneta derecha

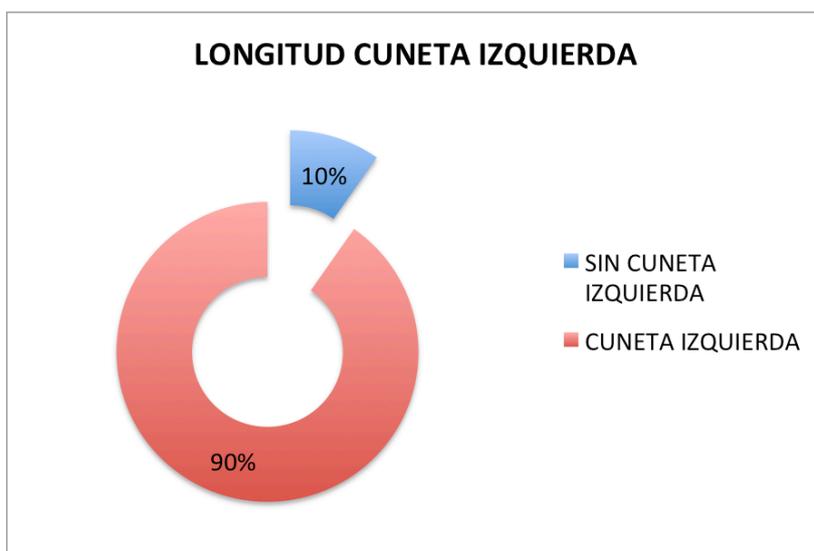


Figura 23. Longitud cuneta izquierda

En la tabla N°24, se muestra el análisis de la condición de la cuneta. Para la cuneta derecha se ha recopilado información de que 40 metros son azolvadas, 360 medianamente azolvados y 4280 metros de cuneta se encuentran limpios. La cuneta

izquierda, con 40 metros de estado azolvado, 360 son medianamente azolvados y 4150 metros de cuneta limpia. En la figura N°24, se tiene el análisis en porcentaje de la cuneta derecha, 1% azolvadas, 8% medianamente azolvadas y 91% de cuneta limpia. El análisis en porcentaje para la cuneta izquierda, se representa en la figura N°25; donde se tiene el 1% de cuneta azolvada, el 8% de medianamente azolvadas y el 91% de longitud de cuneta limpia. De acuerdo a lo expuesto, se aprecia que la mayor parte de las cunetas se encuentran estado limpio.

Tabla 24. Análisis de la condición de las cunetas

CUNETA	DERECHA	IZQUIERDA
AZOLVADOS (m)	40	40
MEDIANAMENTE AZOLVADOS (m)	360	360
LIMPIOS (m)	4280	4150
TOTAL	4680	4550

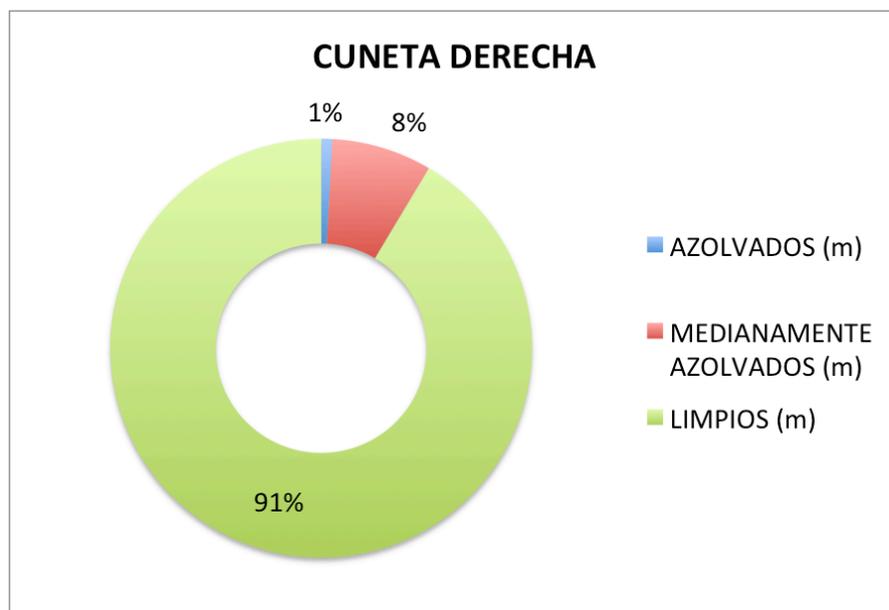


Figura 24. Cuneta derecha estado

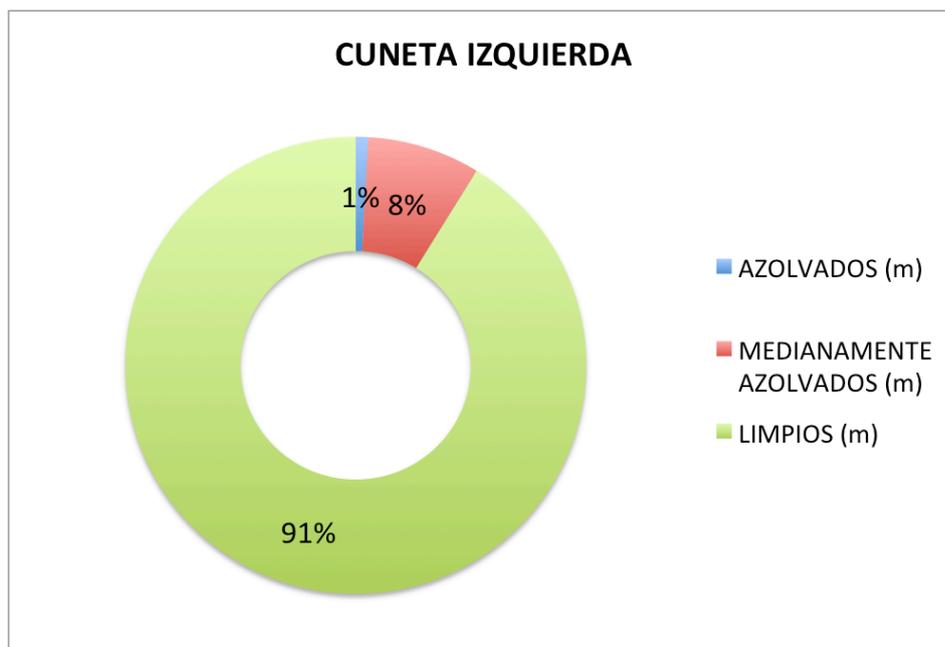


Figura 25. Condición cuneta izquierda

En cuanto al estado de las cunetas, en la tabla N°25, se detalla que para la cuneta derecha se tiene 4280 metros de cuneta en estado bueno, 280 metros en estado malo y 120 metros de cuneta derecha en estado regular. El estado de la cuneta izquierda, se representa con 4150 metros en estado bueno, 280 en malo y 120 en estado regular. En el análisis mediante porcentajes, en la figura N°26 se expresa el estado de la cuneta derecha; que muestra el 91% en estado bueno, el 6% en malo y el 3% en estado regular. En la figura N°27, se analiza los porcentajes para la cuneta izquierda; donde se encuentra 91% bueno, 6% malo y 3% regular del estado de la cuenta.

Tabla 25. Análisis del estado de las cunetas

CUNETA	BUENO	MALO	REGULAR
DERECHA (m)	4280	280	120
IZQUIERDA (m)	4150	280	120

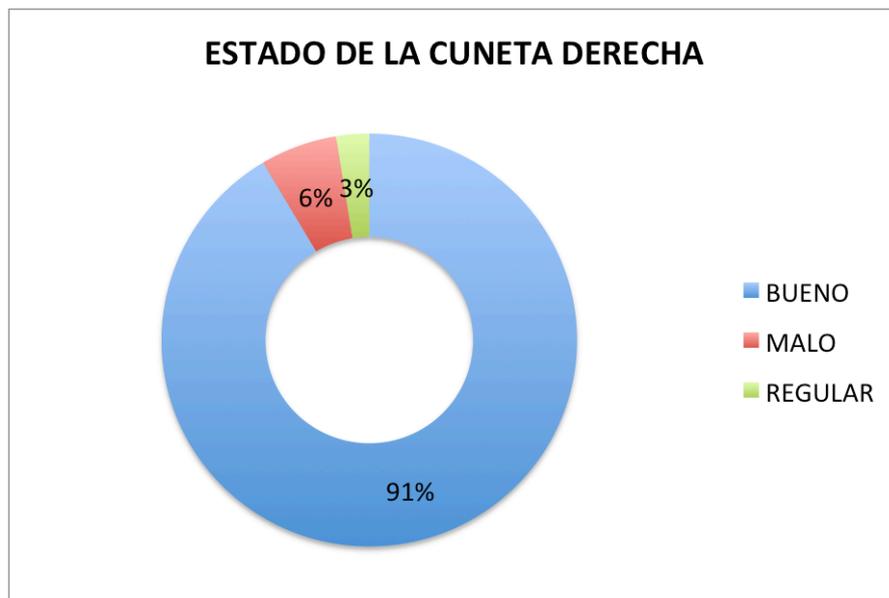


Figura 26. Estado de la cuneta derecha

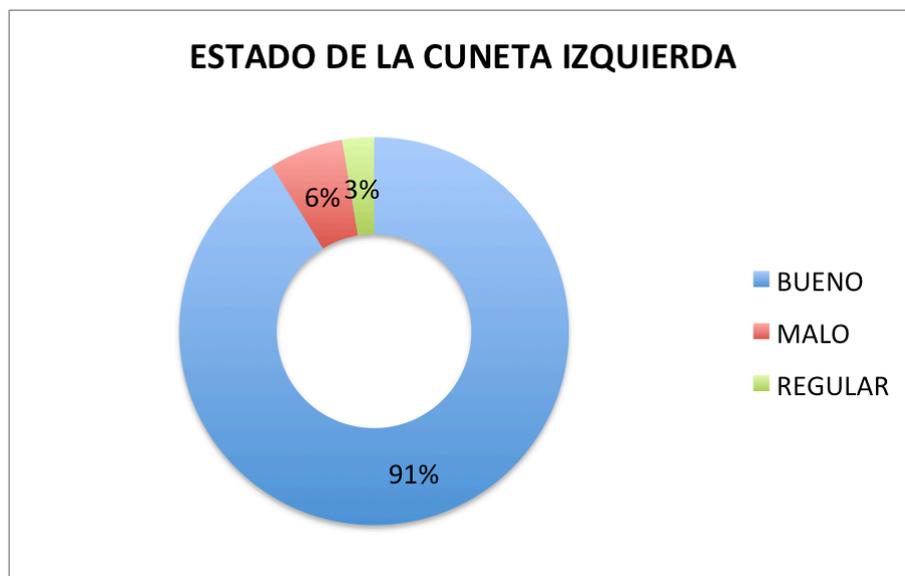


Figura 27. Estado de la cuneta izquierda

En cuanto al estado y a la condición de las alcantarillas, se tiene que el 100% de las alcantarillas se encuentran en buen estado y a la vez limpias. El tipo de alcantarilla se representa en la figura N°28, en donde del análisis de porcentajes se ha obtenido que el 88% de las 26 alcantarillas son sencillas, el 12% son dobles y el 0% triples.



Figura 28. Tipo de alcantarillas

El porcentaje correspondiente a los cabezales se detalla en la figura N°29, dando que un 77% de las alcantarillas posee cabezales en la entra y salida, el 15% tiene solo cabezal en la salida, 0% tiene solo cabezal de entrada y el 8% no posee cabezal. En cuanto a canales, de los resultados del inventario vial se aprecia que el 100% de las alcantarillas posee canales a la entra y salida. Las cunetas pueden estar acompañadas de disipadores de energía, en este caso como se expone en la figura N°30; se tiene un 85% de alcantarillas sin disipadores de energía en sus cunetas y 15% con disipadores de energía.

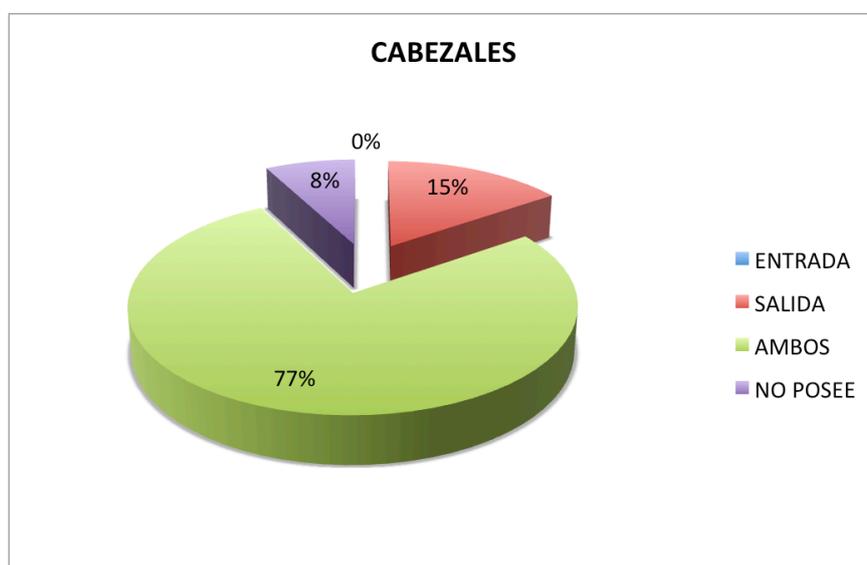


Figura 29. Cabezales

100	3+960	4+000											
101	4+000	4+040											
102	4+040	4+080											
103	4+080	4+120											
104	4+120	4+160											
105	4+160	4+200											
106	4+200	4+240											
107	4+240	4+280											
108	4+280	4+320											
109	4+320	4+360											
110	4+360	4+400											
111	4+400	4+440											
112	4+440	4+480											
113	4+480	4+520											
114	4+520	4+560											
115	4+560	4+600											
116	4+600	4+640											
117	4+640	4+680											
118	4+680	4+720											
119	4+720	4+760											
120	4+760	4+800											
121	4+800	4+840											
122	4+840	4+880											
123	4+880	4+920											
124	4+920	4+960											
125	4+960	5+000											
126	5+000	5+040											

Muros.

Los resultados que se han recopilado de la sección de muros del inventario vial, se puede apreciar en la siguiente tabla N°27; en la cual se ha encontrado dos tramos que cuentan con la presencia de muros. El primero tiene una longitud de 23,6 metros con una altura de 5 metros y el segundo de 30 metros, cuya altura es de 6 metros. El primer muro se localiza en la parte derecha de la carretera y el segundo en el lado izquierdo. En cuanto al material, el uno es de tubos de acero y el segundo es de gaviones, el estado de estos muros es de malo y bueno respectivamente. El primer muro, se encuentra en un punto de pérdida de la calzada.

Señalización.

La información sobre la señalización y defensa, se encuentra en la tabla N°28. Se ha recopilado datos sobre la señalización tanto horizontal como vertical; así también, de la defensa de la carretera ya sea a la derecha o izquierda de la carretera, el tipo, la longitud, la altura, el estado, entre otros.

Tabla 28. Resultados de la sección de la señalización

TRAMO			SEÑALIZACIÓN													
Nº DE TRAMO	ABSCISA		HORIZONTAL			VERTICAL	GUARDAVÍAS									
	INICIO	FINAL	B	R	M	SEÑALES INFORMATIVAS Ó REGLAMENTARIAS	DERECHA	IZQUIERDA	TIPO	LONGITUD	ALTURA	ESPACIAMIENTO DE SOPORTES	B	R	M	
1	0+000	0+040		x		x										
2	0+040	0+080		x		x										
3	0+080	0+120		x		x										
4	0+120	0+160		x		x										
5	0+160	0+200		x		x										
6	0+200	0+240		x		x										
7	0+240	0+280		x		x										
8	0+280	0+320		x		x										
9	0+320	0+360		x		x										
10	0+360	0+400		x		x										
11	0+400	0+440		x		x										
12	0+440	0+480		x		x										
13	0+480	0+520		x		x										
14	0+520	0+560		x		x										
15	0+560	0+600		x		x										
16	0+600	0+640		x		x										
17	0+640	0+680		x		x										
18	0+680	0+720		x		x										
19	0+720	0+760		x		x										
20	0+760	0+800		x		x										
21	0+800	0+840		x		x										
22	0+840	0+880		x		x										
23	0+880	0+920		x		x										
24	0+920	0+960		x		x										
25	0+960	1+000		x		x	x		ACERO	37	1,8	3,75	x			

120	4+760	4+800		x		x								
121	4+800	4+840		x		x								
122	4+840	4+880		x		x								
123	4+880	4+920		x		x								
124	4+920	4+960		x		x								
125	4+960	5+000		x		x								
126	5+000	5+040		x		x								

Seguidamente, se presenta un resumen de los resultados del inventario vial para la señalización y la defensa. En la tabla N°29, se aprecia que el 100% de los tramos cuentan con señalización vertical y señalización horizontal, con un estado bueno y regular respectivamente. En cuanto a los guardavías, se tiene que en la parte derecha de la vía existe 607 metros con defensa y el lado izquierdo con 58 metros, dando un total de 665 metros. Se ha encontrado dos tipos de defensa, las que se han clasificado en defensa de acero dobles y defensa tipo tubería; son 647 metros del primer tipo y 18 metros del segundo tipo de defensa. Entre las alturas de estos elementos se posee 1,8 m y con espaciamientos entre separadores de 3,75 m para el tipo acero y 1,5 de altura con separadores a 2 metros para el tipo tubería, el estado de la defensa es bueno.

Tabla 29. Resumen de resultados de la sección señalización

SEÑALIZACIÓN	HORIZONTAL	100%	REGULAR
	VERTICAL	100%	BUENO
DEFENSA	LADO DERECHO	607	m
	LADO IZQUIERDO	58	m
	TOTAL	665	m
TIPO DEFENSA	ACERO	647	m
	TUBERÍA	18	m
ALTURA DEFENSA	ACERO	1,8	m
	TUBERÍA	1,5	m
ESPACIAMIENTO DE SOPORTES	ACERO	3,75	m
	TUBERÍA	2	m
ESTADO DEFENSA	BUENO	100	%
	BUENO	100	%

A continuación, se detallan dos gráficas que representan el porcentaje de metros de la presencia de defensa en la carreta en relación al total de la longitud por cada lado. En la figura N°31, se aprecia que el 12% de la longitud de 5040 metros de carretera cuenta con defensa al lado derecho, y un 88% no posee defensa. De la figura N°32, se puede mencionar que tan solo el 1% posee defensa en el lado izquierdo y el 99% de la vía no tiene defensa.

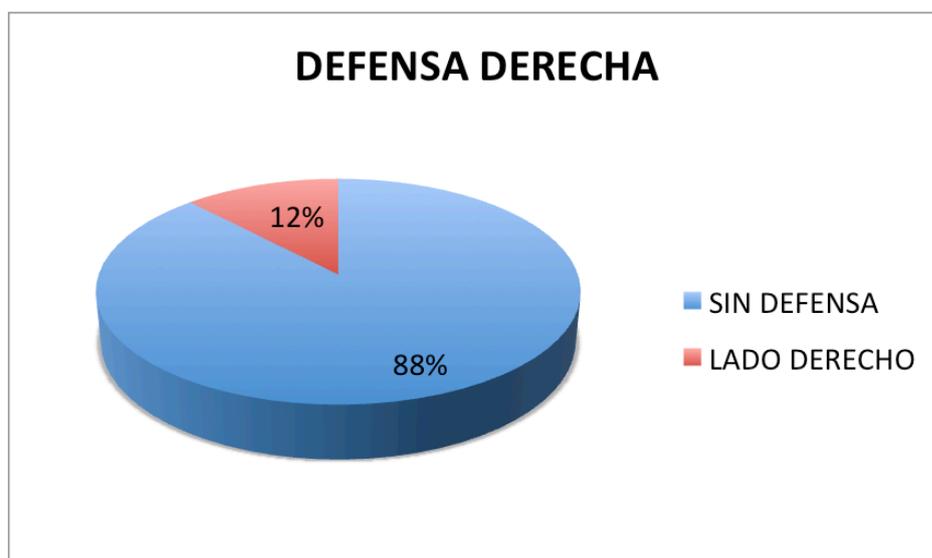


Figura 31. Porcentaje defensa derecha



Figura 32. Porcentaje defensa izquierda

Como se ha mencionado en la tabla de resumen de resultados de esta sección, el total en metros de defensa es de 665; de los cuales el 9% representa a la defensa del lado izquierdo de la vía y el 91% a la defensa que se encuentra al lado derecho de la carretera; lo que se representa en la figura N°33.

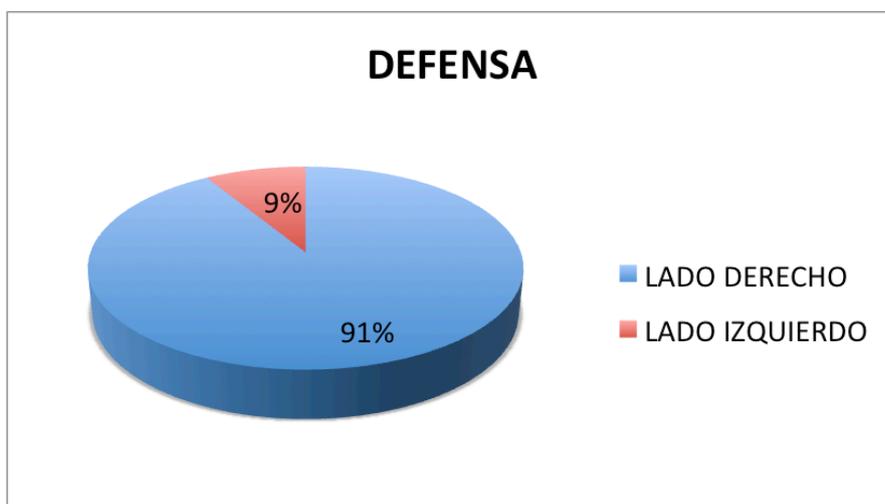


Figura 33. Defensa lado derecho e izquierdo

Por último se analiza el tipo de defensa, de lo que se obtiene un 3% para la defensa tipo tubería y un 97% para la defensa tipo acero. Expresado en la siguiente figura N°34.



Figura 34. Tipo de defensa

Sitios críticos y observaciones.

En la parte ultima del inventario vial, que se refiere a sitios críticos y observaciones. Dentro de la información recopilada, se ha encontrado puntos críticos como derrumbes, sitios con socavación, perdidas de la estructura, entre otros como quebradas de gran tamaño. Para las observaciones, se aprecia que un aproximado de 500 metros al inicio de la carretera se encuentra poblada, de igual manera 500 metros al final de la vía cuenta con viviendas. También, se ha localizado paraderos e ingreso a minas. Todo lo mencionado, se detalla en la tabla N°30 del inventario vial.

Tabla 30. Resultados de la sección sitios críticos y observaciones

TRAMO			SITIOS CRÍTICOS					OBSERVACIONES
Nº DE TRAMO	ABSCISA		DERRUMBE	SOCAVACIÓN	ASENTAMIENTOS	PERDIDA ESTRUCTURA	OTRO	
	INICIO	FINAL						
1	0+000	0+040						POBLACIÓN
2	0+040	0+080						POBLACIÓN
3	0+080	0+120						POBLACIÓN
4	0+120	0+160						POBLACIÓN
5	0+160	0+200						POBLACIÓN
6	0+200	0+240						POBLACIÓN
7	0+240	0+280						POBLACIÓN
8	0+280	0+320						POBLACIÓN
9	0+320	0+360						POBLACIÓN
10	0+360	0+400						INGRESO MINA
11	0+400	0+440						RÍO SARDINAS
12	0+440	0+480						PARADERO
13	0+480	0+520						
14	0+520	0+560						
15	0+560	0+600						
16	0+600	0+640						
17	0+640	0+680						
18	0+680	0+720						
19	0+720	0+760						
20	0+760	0+800						

21	0+800	0+840					
22	0+840	0+880					
23	0+880	0+920					
24	0+920	0+960					
25	0+960	1+000					
26	1+000	1+040					INGRESO MINA
27	1+040	1+080					
28	1+080	1+120					
29	1+120	1+160					
30	1+160	1+200					
31	1+200	1+240					
32	1+240	1+280					
33	1+280	1+320					
34	1+320	1+360					
35	1+360	1+400					
36	1+400	1+440					
37	1+440	1+480					
38	1+480	1+520					
39	1+520	1+560					
40	1+560	1+600					
41	1+600	1+640					
42	1+640	1+680					
43	1+680	1+720					
44	1+720	1+760					
45	1+760	1+800					
46	1+800	1+840					
47	1+840	1+880					
48	1+880	1+920					
49	1+920	1+960					
50	1+960	2+000					
51	2+000	2+040					
52	2+040	2+080					
53	2+080	2+120					
54	2+120	2+160					
55	2+160	2+200					
56	2+200	2+240					
57	2+240	2+280					
58	2+280	2+320		x		x	
59	2+320	2+360					
60	2+360	2+400					
61	2+400	2+440	x				
62	2+440	2+480		x			
63	2+480	2+520					
64	2+520	2+560					
65	2+560	2+600					
66	2+600	2+640					

67	2+640	2+680					
68	2+680	2+720					
69	2+720	2+760					
70	2+760	2+800					
71	2+800	2+840					
72	2+840	2+880					
73	2+880	2+920					
74	2+920	2+960					
75	2+960	3+000					
76	3+000	3+040					
77	3+040	3+080					
78	3+080	3+120					
79	3+120	3+160					
80	3+160	3+200					
81	3+200	3+240					
82	3+240	3+280					
83	3+280	3+320					
84	3+320	3+360					
85	3+360	3+400					
86	3+400	3+440					
87	3+440	3+480				x	
88	3+480	3+520				x	
89	3+520	3+560				x	
90	3+560	3+600					
91	3+600	3+640					
92	3+640	3+680					
93	3+680	3+720					
94	3+720	3+760					
95	3+760	3+800					
96	3+800	3+840					
97	3+840	3+880					
98	3+880	3+920					
99	3+920	3+960					
100	3+960	4+000					
101	4+000	4+040					
102	4+040	4+080					
103	4+080	4+120					
104	4+120	4+160					
105	4+160	4+200					
106	4+200	4+240					
107	4+240	4+280					
108	4+280	4+320				x	QUEBRADA GRANDE
109	4+320	4+360					
110	4+360	4+400					
111	4+400	4+440					

112	4+440	4+480						PARADERO
113	4+480	4+520						
114	4+520	4+560						
115	4+560	4+600						
116	4+600	4+640						
117	4+640	4+680						
118	4+680	4+720						
119	4+720	4+760						
120	4+760	4+800						POBLACIÓN
121	4+800	4+840						POBLACIÓN
122	4+840	4+880						POBLACIÓN
123	4+880	4+920						POBLACIÓN
124	4+920	4+960						POBLACIÓN
125	4+960	5+000						POBLACIÓN
126	5+000	5+040						POBLACIÓN

Índice de condición del pavimento

PCI por muestra inspeccionada.

En este punto del índice de condición del pavimento, se expone las matrices con los resultados del trabajo de campo sobre los daños del pavimento. También, se detalla el análisis del PCI para cada una de las quince muestras inspeccionadas, para lo cual ha sido necesario determinar el total de daños, la densidad, los valores deducidos, valores deducidos corregidos, entre otros.

Seguidamente, se presenta la matriz correspondiente a la primera muestra inspeccionada que es la muestra S. En la tabla N°31, se ha tabulado daños como: parcheo, desnivel de calzada/berma, exudación, grieta de borde y desprendimiento de agregados; cada uno con su nivel de severidad y su totalidad. Se aprecia la densidad de cada daño y su valor deducido, datos que se usan posteriormente para el cálculo del PCI.

Tabla 31. Matriz de daños S

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		366	
ABSCISA INICIAL		0+120		FECHA		12 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		0+160		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	BAJA(L)	0,42	0,40	0,45	1,27	0,35	0
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
9	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	80,00			80,00	21,86	25,00
2	BAJA(L)	2,55	3,60		6,15	1,68	2,00
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
7	BAJA(L)	13,25			13,25	3,62	4,00
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
19	BAJA(L)	0,30	2,12	0,70	3,12	0,85	2,00
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						

Uno de los resultados más relevantes es la densidad de los daños en relación al área de muestra inspeccionada; es por eso que en la figura N°35, se muestra la densidad por daño. Se observa que el daño con mayor densidad es el daño 9 desnivel de calzada/berma con 21,86% y el daño más bajo es el 11 de parcheo con un 0,35% de densidad, cuya severidad es alta y baja respectivamente.

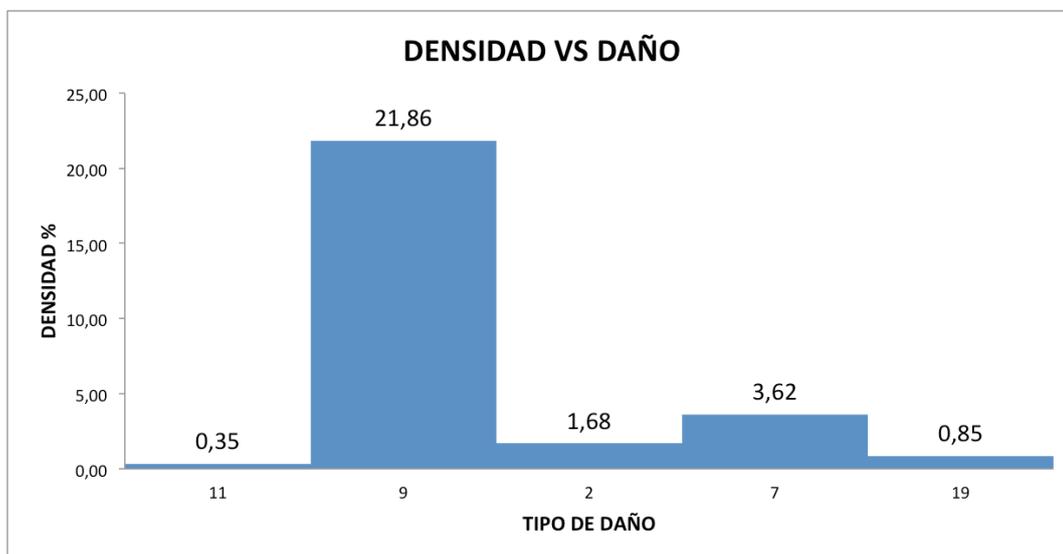


Figura 35. Densidad vs daño, muestra S

Posteriormente, se presenta el análisis del PCI para la muestra S. En la tabla N°32, se detalla el número máximo admisible, los valores deducidos ordenados de mayor a menor, y el proceso de cálculo del PCI; como resultado se ha obtenido un valor de 68 que corresponde a un pavimento de condición buena.

Tabla 32. Índice de condición del pavimento, muestra S

m	7,89						VDT	q	CDV
Nº	VALORES DEDUCIDOS								
1	25	4	2	2	0	33	2	26	
2	25	2	2	2	0	31	1	32	
MAX VDC								32	
PCI								68	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								BUENO	

Para la muestra S+1, se presenta la matriz de recopilación de información de daños en la tabla N°33. De la cual, se ha determinado que corresponde a la abscisa 0+440 km a 0+480 km. El área inspeccionada es de 358,8 m². En cuanto a los daños encontrados se tiene desnivel de calzada/berma, desprendimiento de agregados, piel de cocodrilo y grieta parabólica; de lo que se ha determinado el total por severidad, la densidad y el valor deducido.

Tabla 33. Matriz de daños, muestra S+1

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI								
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+1		
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		358,8		
ABSCISA INICIAL		0+440		FECHA		12 DE ABRIL DEL 2018		
ABSCISA FINAL		0+480		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA		
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO			
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO			
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS			
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS			
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA			
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO			
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO			
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE			
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO			
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
9	BAJA(L)							
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)	80				80	22,30	26
19	BAJA(L)	30				30	8,36	5
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)							
1	BAJA(L)	4				4	1,11	11
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)							
17	BAJA(L)	1				1	0,28	2
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)							

Para este caso, en cuanto a la densidad se tiene que para el daño 9 desnivel de calzada/berma el porcentaje es de 22,30 siendo el mayor valor, seguidos del daño 19 desprendimiento de agregados con 8,36%, luego se encuentra el daño 1 piel de cocodrilo que representa al 1,11%, y finalmente el daño 17 grietas parabólica con una densidad del 0,28%. Lo antes expuesto, se presenta en la figura N°36.

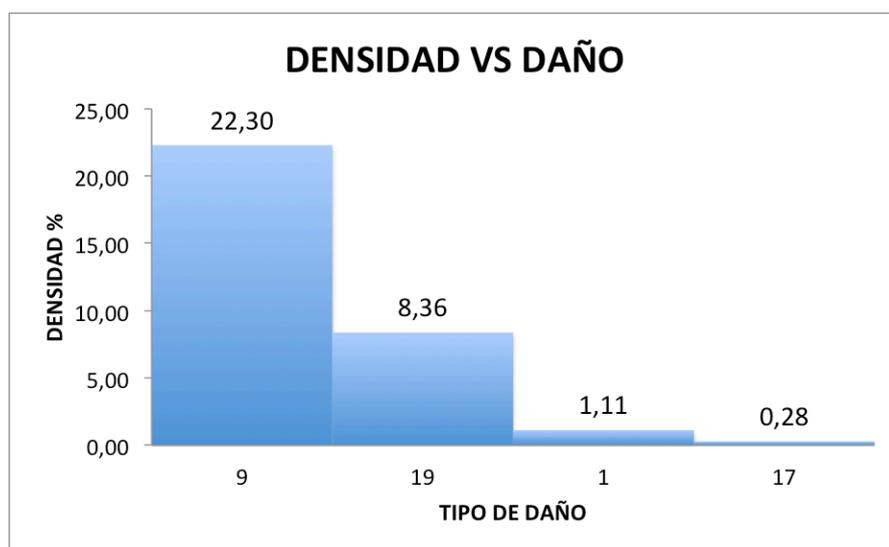


Figura 36. Densidad vs daño, muestra S+1

Ahora, se expone el análisis del PCI para la muestra S+1. En la tabla N°34, se detalla el número máximo admisible, los valores deducidos ordenados de mayor a menor, y el proceso de cálculo del PCI; como resultado se ha obtenido un valor de 68 que corresponde a un pavimento de condición buena.

Tabla 34. Índice de condición del pavimento, muestra S+1

m	7,80	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
1	26	11	5	2		44	3	28	
2	26	11	2	2		41	2	31	
3	26	2	2	2		32	1	32	
MAX VDC								32	
PCI								68	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								BUENO	

La muestra S+2, correspondiente a la abscisa 0+760 a 0+800 se detalla en la tabla N°35. Donde, se puede apreciar tres tipos de daños que son: el daño tipo 9 de desnivel de calzada/berma, el daño 19 que es desprendimiento de agregados y el daño 17 correspondiente a grietas parabólicas. También, se observa los valores del total de las cantidades parciales por severidad, la densidad y el valor deducido.

Tabla 35. Matriz de daños, muestra S+2

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO	S+2		
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m2)	360		
ABSCISA INICIAL		0+760		FECHA	12 DE ABRIL DEL 2018		
ABSCISA FINAL		0+800		RESPONSABLE	KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA		
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
9	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	80			80	22,22	26
19	BAJA(L)	35			35	9,72	6
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
17	BAJA(L)	3			3	0,83	4
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						

La densidad de la muestra S+2, se expone en la gráfica N°37. El valor más alto es el del daño 9 desnivel de calzada/berma con el 22,22%, seguida del daño 19 desprendimiento de agregados con un 9,72% y por último con la densidad mas baja el daño 17 de grieta parabólica que presenta 0,83%.

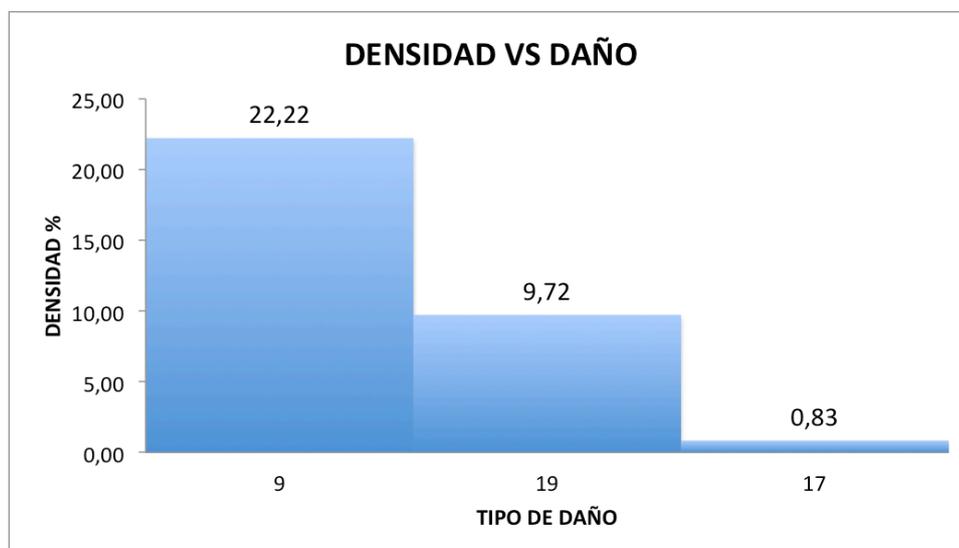


Figura 37. Densidad vs daño, muestra S+2

El cálculo del PCI para esta muestra inspeccionada se presenta en la tabla N°36, en la cual se puede apreciar los valores deducidos de mayor a menor, el número máximo de valores deducidos, el valor deducido total, los valor deducidos mayores a dos y el valor deducido corregido máximo. Como resultado, se ha obtenido un valor del PCI de 70, lo que en condición de pavimento representa a un estado bueno.

Tabla 36. Índice de condición del pavimento, muestra S+2

m	8,14						VDT	q	CDV	
Nº	VALORES DEDUCIDOS									
1	26	6	4				36	3	21	
2	26	6	2				34	2	25	
3	26	2	2				30	1	30	
									MAX VDC	30
									PCI	70
									CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	BUENO

Los resultados de la matriz de daños de la muestra S+3, se puede apreciar en la tabla N°37. El área de muestro es de 378 m², ubicadas en la abscisa 1+080 a 1+120; las fallas de pavimento flexible que se pueden apreciar son desnivel de calzada/berma #9 y desprendimiento de agregados #19. Con una severidad alta y baja respectivamente, a continuación se muestra los valores totales, la densidad y los valores deducidos de cada daño.

Tabla 37. Matriz de daños, muestra S+3

CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+3	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		378	
ABSCISA INICIAL		1+080		FECHA		12 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		1+120		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
9	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	80			80	21,16	24
19	BAJA(L)	15			15	3,97	3
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						

En este caso solo se tiene dos valores de densidad de la muestra S+3, y en la figura N° 38, se puede observar que el 21,16 % de densidad corresponde al daño desnivel de calzada/berma #9 y el 3,97% de densidad al daño desprendimiento de agregados #19. También, se expone el calculo del PCI en la tabla N° 38. Se ha obtenido un valor de 74; lo cual corresponde a una condición de pavimento en estado muy bueno

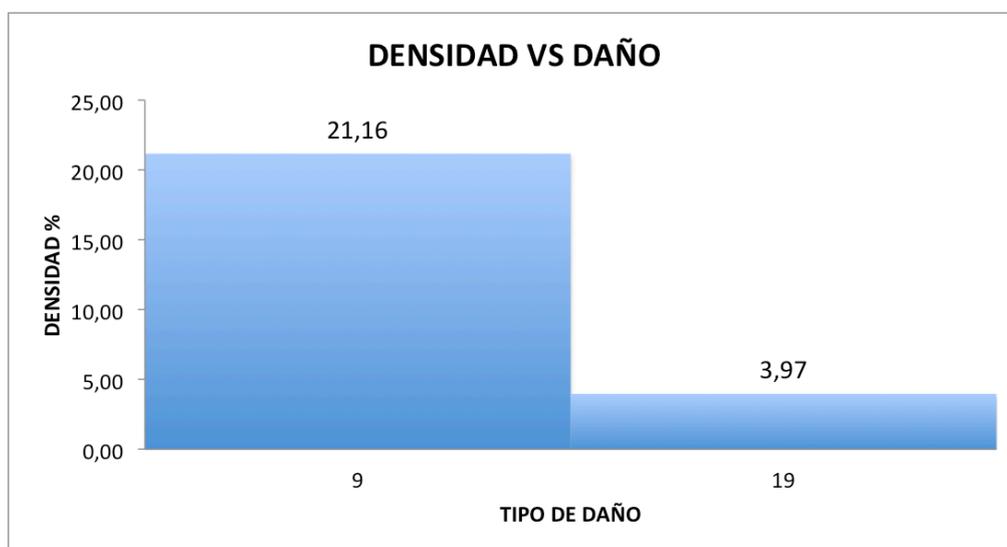


Figura 38. Densidad vs daño, S+3

Tabla 38. Índice de condición del pavimento, muestra S+3

m	2,84							
Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
1	24	3				27	2	19
2	24	2				26	1	26
						MAX VDC		26
						PCI		74
						CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		MUY BUENO

En cuanto a la muestra S+4, que corresponde al área de muestreo de 401,6 m²; en el tramo de la abscisa 1+400 a 1+440. Se logra apreciar dos tipos de fallas en el pavimento, que son la falla de desprendimiento de agregados y la falla de desnivel de calzada/berma. En la tabla N°39, se muestra la matriz de fallas para la sección S+4; así también, los valores totales, la densidad y los valores deducidos por daño y severidad.

Tabla 39. Matriz de daños, muestra S+4

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+4	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		401,6	
ABSCISA INICIAL		1+400		FECHA		12 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		1+440		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	BAJA(L)	12			12	2,99	3
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
9	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	80			80	19,92	23

Se ha realizado el análisis de la densidad de esta muestra, de lo cual se tiene como resultados una densidad del 2,99% para la muestra de desprendimiento de agregados #19 y un 19,92 % para la muestra de desnivel calzada/berma #9. Dichos valores, se representan en la figura N°39.



Figura 39. Densidad vs daño, muestra S+4

El PCI de esta sección se puede apreciar en la tabla N°40, de los valores deducidos y valores deducidos corregidos, usando el valor máximo se ha obtenido un PCI de 75, cuya condición de pavimento es de un estado muy bueno.

Tabla 40. Índice de condición del pavimento, muestra S+4

m	2,84								
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
1	23	3					26	2	18
2	23	2					25	1	25
							MAX VDC		25
							PCI		75
							CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		MUY BUENO

Para la muestra S+5, se detalla la matriz de resultados de daños en la tabla N°41. El área de muestreo es de 397,6 m² y la abscisa del tramo es el punto 1+720 a 1+760. En esta sección de inspección, se ha encontrado fallas del tipo 7, 19 y 9 que corresponden a grietas de borde, desprendimiento de agregados, y desnivel de la calzada/berma, respectivamente. También, se expone el cálculo de los valores totales, densidad y valores deducidos.

Tabla 41. Matriz de daños, muestra S+5

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+5	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		397,6	
ABSCISA INICIAL		1+720		FECHA		12 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		1+760		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	BAJA(L)	10			10	2,52	4
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
19	BAJA(L)	13			13	3,27	3
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
9	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	80			80	20,12	23

La densidad de los tres caso se la ha analizado mediante la figura N°40, en la que se puede apreciar un valor del 20,12 % para la falla de desnivel de calzada/berma, un valor de 3,27 % para un daño de desprendimiento de agregados y 2,52% para la falla más pequeña que es la de grieta de borde. Representados por lo número 9, 19 y 7, respectivamente de mayor a menor en % de densidad.

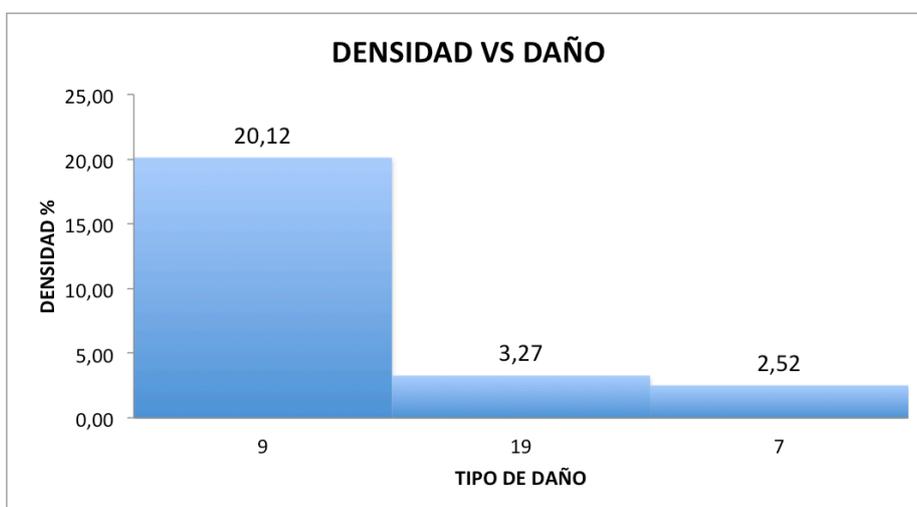


Figura 40. Densidad vs daño, muestra S+5

En la tabla N°42, se determina el PCI de la muestra S+5. Se detalla los valores deducidos de mayor a menor, el valor deducido total y el valor deducido corregido máximo con el que se ha encontrado un valor del PCI de 73, lo cual corresponde a una condición de pavimento flexible en estado de muy bueno.

Tabla 42. Índice de condición del pavimento, muestra S+5

m	2,84	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
1	23	4	2,52				29,52	3	16
2	23	4	2				29	2	21
3	23	2	2				27	1	27
								MAX VDC	27
								PCI	73
								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MUY BUENO

A continuación se presenta la matriz correspondiente a la muestra S+6, que corresponde a un área de muestreo de 390 m², de la abscisa 2+040 a 2+080. Se ha encontrado dos tipos de daños que son desnivel de calzada/berma #9 y desprendimiento de agregados #19. Se muestra la densidad de caso y su valor deducido, en la tabla N°43.

Tabla 43. Matriz de daños, muestra S+6

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+6	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		390	
ABSCISA INICIAL		2+040		FECHA		13 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		2+080		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	BAJA(L)	20			20	5,13	4
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
9	BAJA(L)	80			80	20,51	9
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						

El análisis de la densidad de las fallas de esta muestra, se puede apreciar en la figura N°41. De la cual se tiene que la densidad del daño desnivel de calzada/berma #9 es del 20,51% y del caso desprendimiento de agregados un valor de 5,13%.

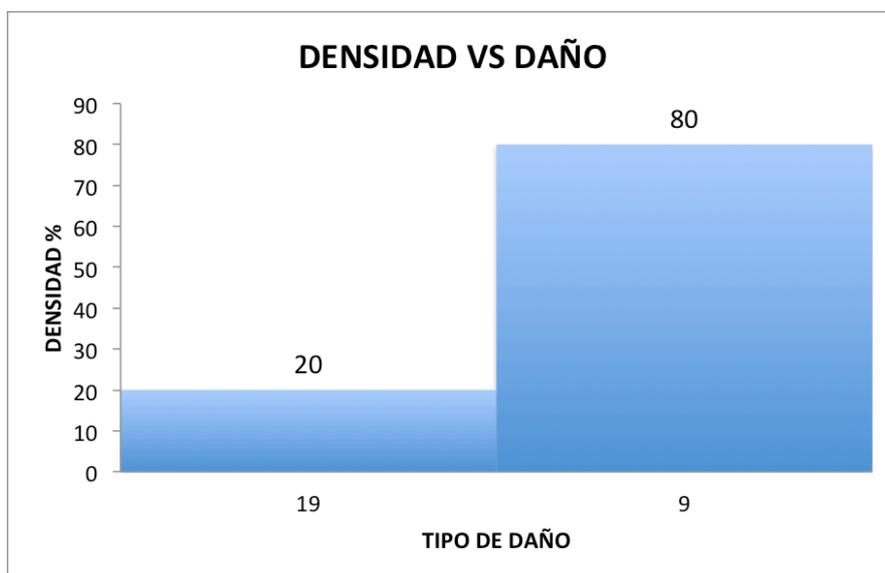


Figura 41. Densidad vs daño, muestra S+6

La determinación del valor del PCI para la muestra S+6, se aprecia en la tabla N°44. También, los valores deducidos totales, los valores deducidos corregidos, entre otros. El resultado del PCI ha sido de 89, lo cual representa una condición de pavimento de estado excelente.

Tabla 44. Índice de condición del pavimento, muestra S+6

m	8,3								
Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV	
1	9	4				13	2	9	
2	9	2				11	1	11	
						MAX VDC		11	
						PCI		89	
						CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		EXCELENTE	

La siguiente matriz que se presenta en la tabla N°45, contiene la información de los daños para la muestra S+7. El área de esta sección es 382,8 m², de la abscisa 2+360 a

2+400. Los tipos de daños que se ha encontrado son: parcheo, depresión, huecos, exudación, corrugación, grietas longitudinales y transversales, y ahuellamiento.

Tabla 45. Matriz de daños, muestra S+7

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+7	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m2)		382,8	
ABSCISA INICIAL		2+360		FECHA		13 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		2+400		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	95,94			95,94	25,06	45
	ALTA(H)						
6	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	0,4			0,4	0,10	9
	ALTA(H)						
13	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	3			3	0,78	17
	ALTA(H)	1			1	0,26	30
2	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	20			20	5,22	9
	ALTA(H)						
5	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	35			35	9,14	39
	ALTA(H)						
10	BAJA(L)	25			25	6,53	6
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	9			9	2,35	
15	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	23			23	6,01	15
	ALTA(H)						

La densidad para cada tipo de daño, se ha graficado en la figura N°42. Para el 11

de parcheo es de 25,06%, para la depresión es 0,10%, para huecos es 0,78% de severidad

media y 0,26 de severidad alta, con un total de 1,04%.; la exudación con 5,22%, las grietas longitudinales y transversales con 6,53% de severidad baja y 2,35% de severidad alta, con un valor total de 8,88% y la para el ahuellamiento es de 6,01%.

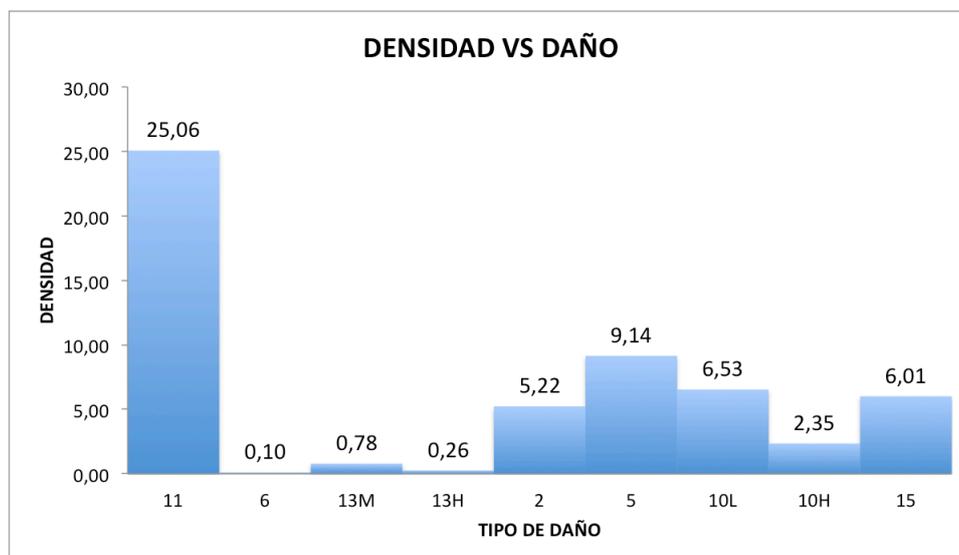


Figura 42. Densidad vs daño, muestra S+7

El valor del PCI que se ha obtenido para esta muestra es de 23, lo que corresponde a una condición de pavimento en estado muy malo. En la tabla N°46, se aprecia los valores deducidos y los valores deducidos corregidos mediante los cuales se ha determinado el PCI

Tabla 46. Índice de condición del pavimento, S+7

m	6,05									
Nº	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	CDV
1	45	39	30	17	15	9	0,45	155,45	6	77
2	45	39	30	17	15	2	0,45	148,45	5	77
3	45	39	30	17	2	2	0,45	135,45	4	77
4	45	39	30	2	2	2	0,45	120,45	3	75
5	45	39	2	2	2	2	0,45	92,45	2	67
6	45	2	2	2	2	2	0,45	55,45	1	55
									MAX VDC	77
									PCI	23
									CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MUY MALO

La tabla N°47, presenta la matriz de daños de la sección S+8. El área de muestreo que corresponde a este tramo es de 372 m², cuya abscisa es 2+680 a 2+720. Se han tabulado 5 tipos de fallas: parcheo, desnivel de calzada/berma, exudación, y grieta de borde. El número que representa a estos daños son: 11, 9, 2, 7, 19, respectivamente.

Tabla 47. Matriz de daños, muestra S+8

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI								
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO			UNIDAD DE MUESTREO		S+8	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45			ÁREA DE MUESTREO (m ²)		372	
ABSCISA INICIAL		2+680			FECHA		13 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		2+720			RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO				Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO				11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN				12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE				13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS				14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN				15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN				16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE				17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA				18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA				19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
11	BAJA(L)	1	0,3	0,2	1,5	0,40	2	
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)							
9	BAJA(L)							
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)	80			80	21,51	24	
2	BAJA(L)	3	4		7	1,88	2	
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)							
7	BAJA(L)	12,5			12,5	3,36	4	
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)							
19	BAJA(L)	0,5	2	0,75	3,25	0,87	2	
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)							

El análisis de la densidad de cada caso, se presenta en la figura N°43. Se tiene el daño de parcheo con 0,40%, el desnivel de calzada/berma con 21,51%, la exudación del 1,88%, la grieta de borde con 3,36% y por último el desprendimiento de agregados del 0,87%.

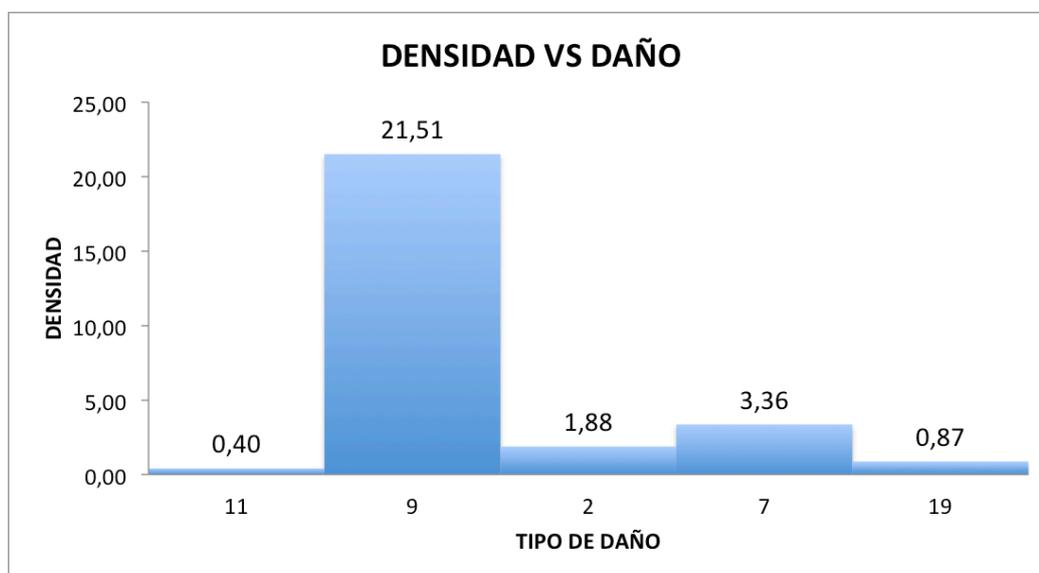


Figura 43. Densidad vs daño, muestra S+8

El valor del índice de condición del pavimento de este caso se detalla en la tabla N°48. El resultado obtenido es de 68, que representa la condición del pavimento de un estado bueno.

Tabla 48. Índice de condición del pavimento, muestra S+8

m	7,98								
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
1	24	4	2	2	2		34	2	26
2	24	2	2	2	2		32	1	32
								MAX VDC	32
								PCI	68
								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	BUENO

A continuación, se detalla la matriz de daños para la muestra S+9. Esta sección posee un área de muestreo de 364,8 m²; con ubicación en la abscisa 3+000 a 3+040. Se ha determinado tres tipos de fallas, desnivel de calzada/berma, desprendimiento de agregados y grieta de borde. Dichos daños se representan por los números, 9, 19 y 7. También, se expone la densidad y los valores deducidos para cada daño, en la tabla N°49.

Tabla 49. Matriz de daños, muestra S+9

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO	S+9		
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)	364,8		
ABSCISA INICIAL		3+000		FECHA	13 DE ABRIL DEL 2018		
ABSCISA FINAL		3+040		RESPONSABLE	KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA		
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
9	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	80			80	21,93	25
19	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	15			15	4,11	15
	ALTA(H)						
7	BAJA(L)	25			25	6,85	5
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						

Cada densidad se representa en porcentaje, lo cual se ha graficado en la figura N°44. El valor para la falla desnivel de calzada/berma es 21,93% el mayor de los daños, seguido de la grieta de borde con 6,85% y por último el desprendimiento de agregados con el 4,11%.

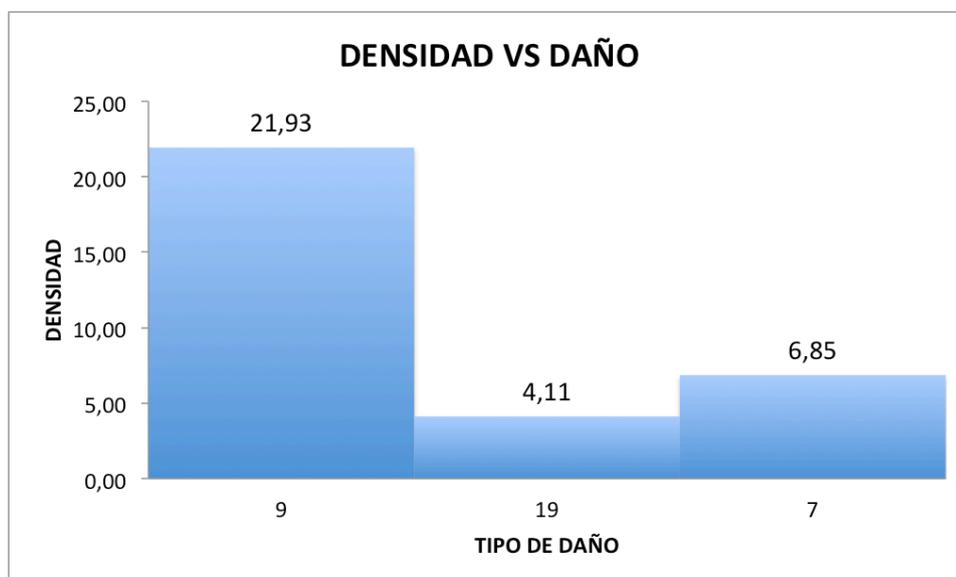


Figura 44. Densidad vs daño, muestra S+9

El cálculo del PCI para la muestra S+9, se detalla en la tabla N°50. Para lo cual, se ha usado los valores deducidos corregidos. El resultado del PCI es de 69, lo que corresponde a una condición de pavimento de estado bueno.

Tabla 50. Índice de condición del pavimento, muestra S+9

m	7,89	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
1	25	15	5			45	3	28	
2	25	15	2			42	2	31	
3	25	2	2			29	1	29	
MAX VDC								31	
PCI								69	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								BUENO	

Para la muestra S+10, se presenta la información recopilada sobre los daños en la tabla N°51. Se tiene: desplazamiento, grietas longitudinales, depresión, grieta de borde, desprendimiento de agregados, grieta parabólica, piel de cocodrilo, y desnivel de calzada/berma, el área de muestreo es 376 m² de la abscisa 3+320 a 3+360.

Tabla 51. Matriz de daños, muestra S+10

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+10	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		376	
ABSCISA INICIAL		3+320		FECHA		13 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		3+360		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
16	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	30			30	7,98	48
10	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	30			30	7,98	15
	ALTA(H)						
6	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	18			18	4,79	30
7	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	30			30	7,98	13
	ALTA(H)						
17	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	12			12	3,19	42
1	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	18			18	4,79	39
	ALTA(H)						
9	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	35			35	9,31	14
19	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	90			90	23,94	58

El análisis de densidad se da mediante una representación en porcentaje por cada daño. Para el daño de desplazamiento se tiene el 7,98%, las grietas longitudinales y transversales con el 7,98%, la depresión con 4,79%, las grietas de borde con un valor de 7,98%, la grieta parabólica con 3,19%, la falla piel de cocodrilo 4,79%, el desnivel de calzada/berma con 9,31% y el desprendimiento de agregados con el 23,94%. Estos daños se presentan con los números: 16, 10, 6, 7, 17, 1, 9 y 19, respectivamente. Figura N°45.

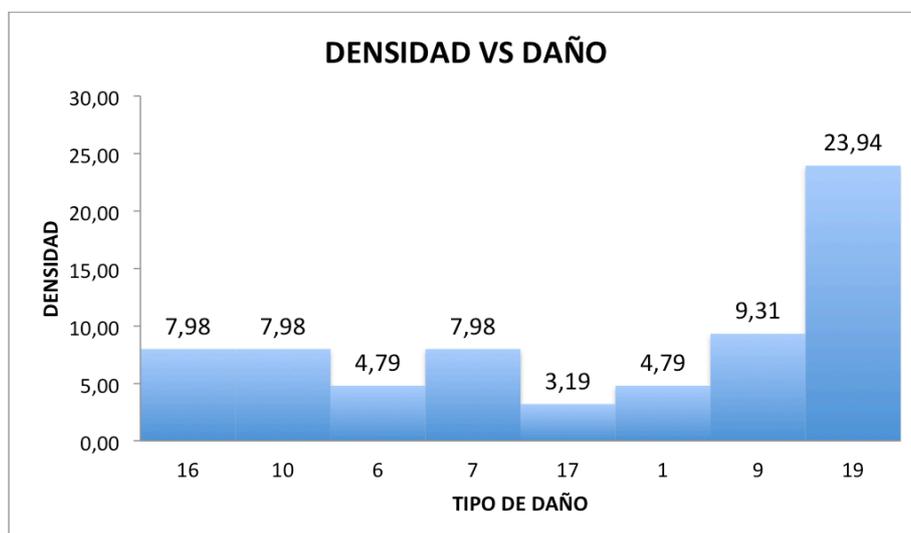


Figura 45. Densidad vs daño, muestra S+10

El valor del PCI para la muestra S+10, se presenta en la tabla N°52. Así también, los valores deducidos de mayor a menor, los valores deducidos corregidos, entre otros. El resultado que se ha obtenido es de 4, lo que corresponde a una condición del pavimento de estado fallado.

Tabla 52. Índice de condición del pavimento, muestra S+10

m	4,86								
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
1	58	48	42	39	25,5		212,5	5	94
2	58	48	42	39	2		189	4	96
3	58	48	42	2	2		152	3	89
4	58	48	2	2	2		112	2	77
5	58	2	2	2	2		66	1	66
							MAX VDC		96
							PCI		4
							CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		FALLADO

La información sobre los daños de la muestra S+11, se detallan en la tabla N°53.

El área de muestreo de esta sección es de 388 m², que corresponde a la abscisa 3+640 a 3+680. Dentro de las fallas encontradas se tiene el desprendimiento de agregados y huecos, que se representan con el número 19 y 13 respectivamente. También, se muestra la densidad de cada caso y los valores deducidos.

Tabla 53. Matriz de daños, muestra S+11

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+11	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		388	
ABSCISA INICIAL		3+640		FECHA		13 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		3+680		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
19	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	360			360	92,78	77
13	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	15			15	3,87	62
	ALTA(H)						

La densidad se ha graficado en la figura N°46. Donde, se puede apreciar un valor de 92,78% para el desprendimiento de agregados y un 3,87% para la falla por huecos.

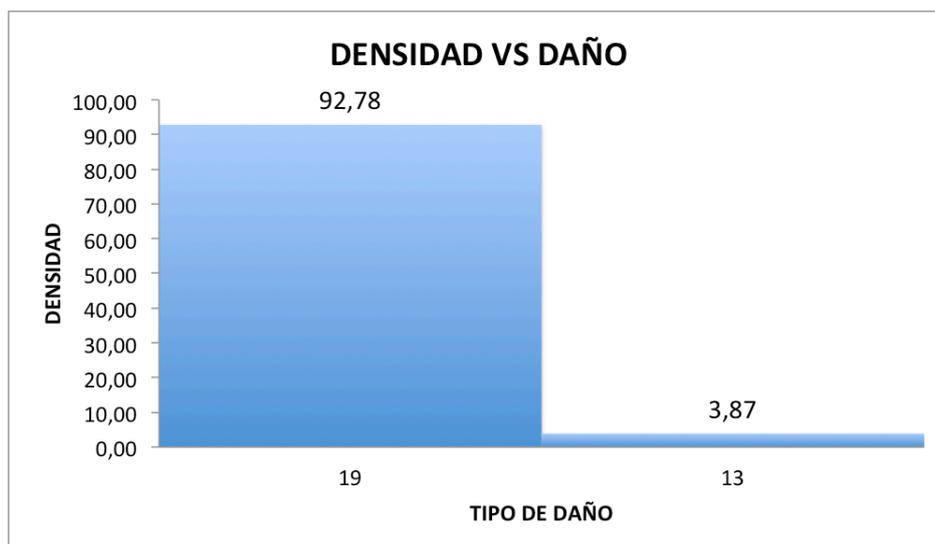


Figura 46. Densidad vs daño, muestra S+11

El cálculo de PCI se detalla en la tabla N°54, en donde se tiene los valores deducidos, los valores deducidos totales y los valores deducidos corregidos. El resultado del PCI es de 10, lo que equivale a una condición de pavimento de estado fallado.

Tabla 54. Índice de condición del pavimento, muestra S+11

m	3,11						VDT	q	CDV
Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV	
1	77	62				139	2	90	
2	77	2				79	1	79	
MAX VDC								90	
PCI								10	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								FALLADO	

La muestra S+12 contiene los daños expuestos en la tabla N°55. Se ha recopilado información para los daños desnivel de calzada/berma, desprendimiento de agregados, y grieta parabólica. El área de muestreo para este tramo es de 385,2 m² que corresponde a la abscisa 3+960 a 4+000.

Tabla 55. Matriz de daños, S+12

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI								
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE								
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+12		
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		385,2		
ABSCISA INICIAL		3+960		FECHA		13 DE ABRIL DEL 2018		
ABSCISA FINAL		4+000		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA		
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO			
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO			
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS			
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS			
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA			
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO			
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO			
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE			
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO			
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
9	BAJA(L)							
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)	80				80	20,77	24
19	BAJA(L)	20				20	5,19	4
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)							
17	BAJA(L)	2				2	0,52	2
	MEDIA(M)							
	ALTA(H)							

El análisis de densidad de este tramo se presenta en la figura N°47. Con un valor de 20,77 para el desnivel de calzada/berma, para el desprendimiento de agregados un 5,19% y 0,52% para grieta parabólica. Estos daños se representan con los números 9, 19 y 17, respectivamente.

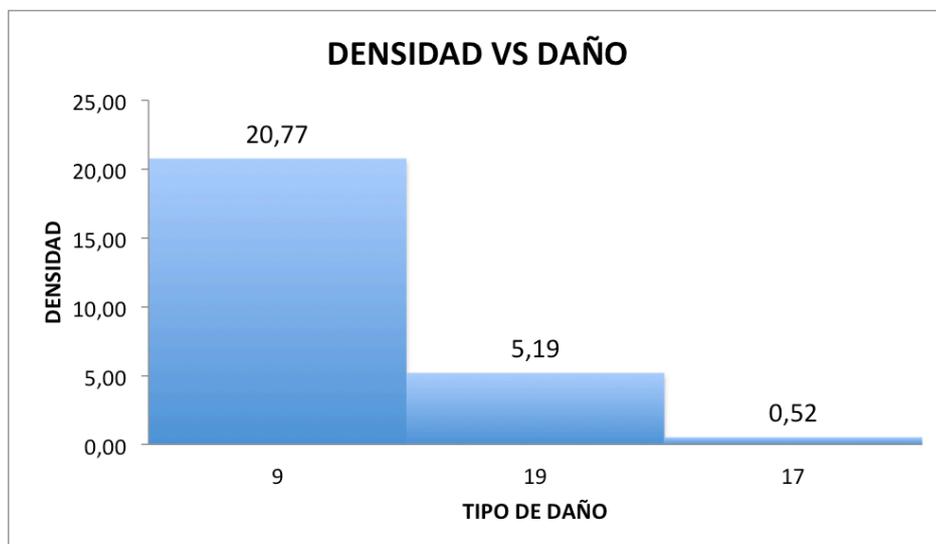


Figura 47. Densidad vs daño, muestra S+12

Seguidamente, se presenta el análisis del PCI. La tabla N°56, contiene los valores deducidos corregidos mediante los cuales se ha obtenido un resultado del PCI de 72, lo que representa una condición del pavimento en un estado muy bueno.

Tabla 56. Índice de condición del pavimento, muestra S+12

m	7,98							
Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV
1	24	4	2			30	2	22
2	24	2	2			28	1	28
MAX VDC								28
PCI								72
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO								MUY BUENO

La matriz de daños del pavimento, para la sección S+13 se encuentra en la tabla N°57. Donde, se presencia 4 tipos de daños: desnivel de calzada/berma, desprendimiento de agregados, grieta parabólica y grieta de borde. El área de muestreo es de 426 m², del tramo 4+280 a 4+320. También, se muestra la densidad y los valores deducidos.

Tabla 57. Matriz de daños, muestra S+13

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+13	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		426	
ABSCISA INICIAL		4+280		FECHA		13 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		4+320		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
9	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	80			80	18,78	23
19	BAJA(L)	20			20	4,69	4
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
17	BAJA(L)	2			2	0,47	2
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)						
7	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	20			20	4,69	1
	ALTA(H)						

La figura N°48, representa la densidad de los daños de esta muestra. El desnivel de calzada/berma con el 18,78%, el desprendimiento de agregados con un valor de 4,69%, la grieta parabólica con 0,47% y la grieta de borde con el 4,69%. Los daños mencionados se representan mediante los números, 9, 19, 17, y 7, respectivamente.

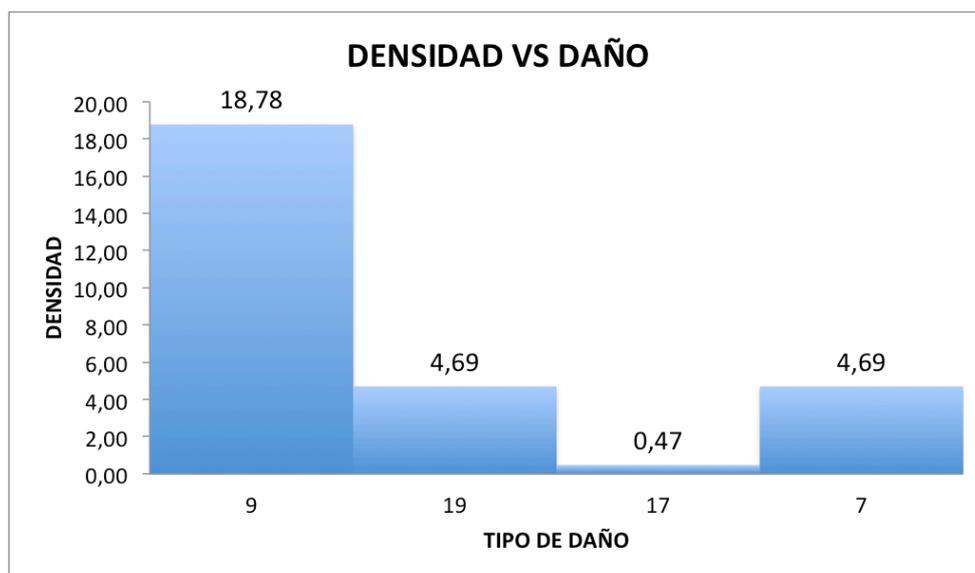


Figura 48. Densidad vs daño, muestra S+13

El cálculo del PCI, los valores deducidos y valores deducidos corregidos para la muestra S+13, se puede apreciar en la tabla N°58. Cuyo resultado es de 72, lo que equivale a una condición de pavimento de estado muy bueno.

Tabla 58. Índice de condición del pavimento, muestra S+13

m	8,07								
Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	CDV	
1	23	4	2	1		30	2	22	
2	23	2	2	1		28	1	28	
								MAX VDC	28
								PCI	72
								CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	MUY BUENO

La última muestra que es la S+14, con sus respectivos daños de pavimento se detalla en la tabla N°59. Las fallas que se han encontrado son grieta parabólica, huecos, desprendimiento de agregados y depresión. El área de muestreo es de 368 m², de la abscisa 4+600 a 4+640. Se ha calculado la densidad y los valores deducidos.

Tabla 59. Matriz de daños, muestra S+14

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI							
CARRTERA CON PAVIMENTO FLEXIBLE							
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							
NOMBRE DE LA VÍA		SARDINAS - EL CHACO		UNIDAD DE MUESTREO		S+14	
CÓDIGO DE LA VÍA		E45		ÁREA DE MUESTREO (m ²)		368	
ABSCISA INICIAL		4+600		FECHA		13 DE ABRIL DEL 2018	
ABSCISA FINAL		4+640		RESPONSABLE		KEVIN DANIEL DIAZ AREQUIPA	
Nº	DAÑO			Nº	DAÑO		
1	PIEL DE COCODRILO			11	PARCHEO		
2	EXUDACIÓN			12	PULIMENTO DE AGREGADOS		
3	AGRIETAMIENTOS EN BLOQUE			13	HUECOS		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS			14	CRUCE DE VÍA FÉRREA		
5	CORRUGACIÓN			15	AHUELLAMIENTO		
6	DEPRESIÓN			16	DESPLAZAMIENTO		
7	GRIETA DE BORDE			17	GIETA PARABÓLICA-SLIPPAGE		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA			18	HINCHAMIENTO		
9	DESNIVEL DE CALZADA/BERMA			19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
17	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	48			48	13,04	45
	ALTA(H)						
13	BAJA(L)						
	MEDIA(M)	15			15	4,08	62
	ALTA(H)						
19	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	240			240	65,22	73
6	BAJA(L)						
	MEDIA(M)						
	ALTA(H)	225			225	61,14	72

Cada porcentaje de densidad de las fallas de la muestra S+14, se ha graficado en la figura N°49. La falla de grieta parabólica con 13,04%, los huecos con un valor de 4,08, el desprendimiento de agregados con 65,22 % y por último la depresión con 61,14%. Los daños antes mencionados son representados mediante los números, 17, 13, 19 y 6 respectivamente.

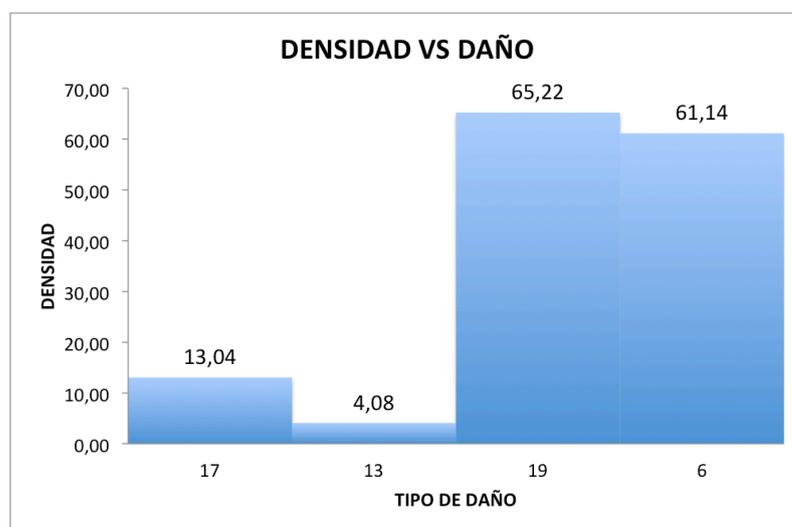


Figura 49. Densidad vs daño, muestra S+14

El cálculo del PCI para la muestra S+14, los valores deducidos, los valores deducidos corregidos, entre otros datos se aprecian en la tabla N°60. El resultado del PCI para esta sección es de 0, lo que representa a una condición del pavimento de estado fallado.

Tabla 60. Índice de condición del pavimento, muestra S+14

m	3,48								
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	CDV
1	73	72	62	21,6			228,6	4	98
2	73	72	62	2			209	3	100
3	73	72	2	2			149	2	94
4	73	2	2	2			79	1	79
							MAX VDC		100
							PCI		0
							CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		FALLADO

A continuación, se detallan varias gráficas para cada daño que se ha encontrado en toda la sección de pavimento estudiada. Se aprecia para cada daño la cantidad en su unidad de medida, de cada severidad para cada muestra inspeccionada.

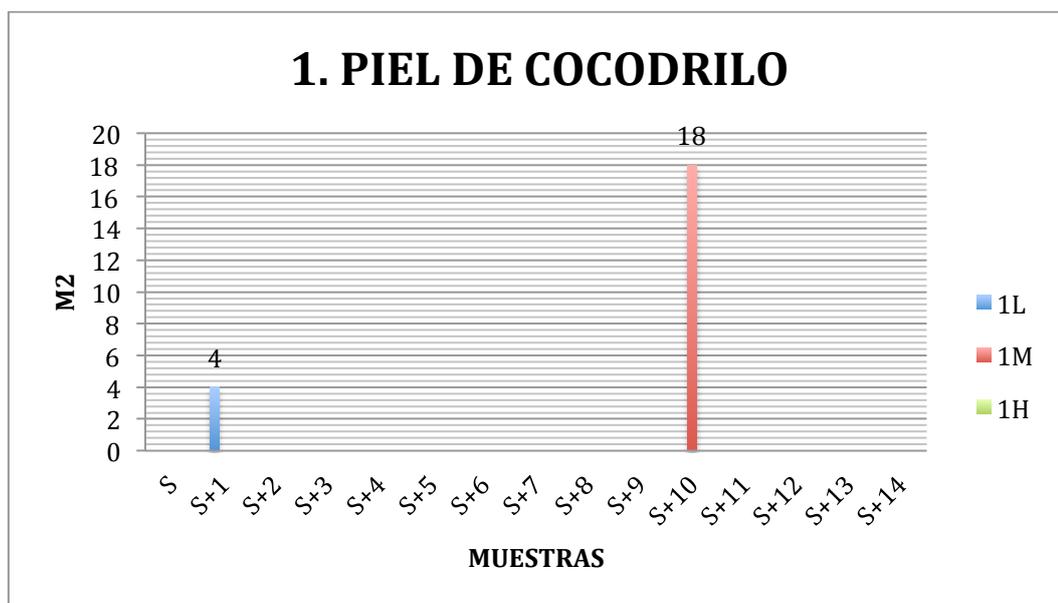


Figura 50. Daño piel de cocodrilo en las muestras

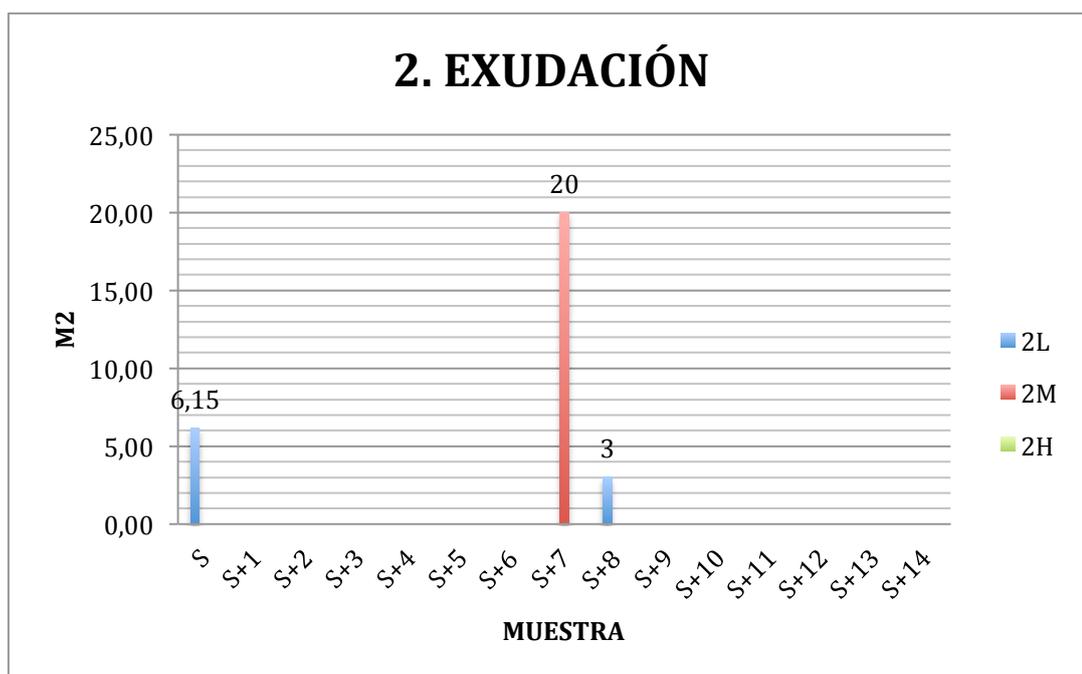


Figura 51. Daño exudación en las muestras



Figura 52. Daño corrugación en las muestras

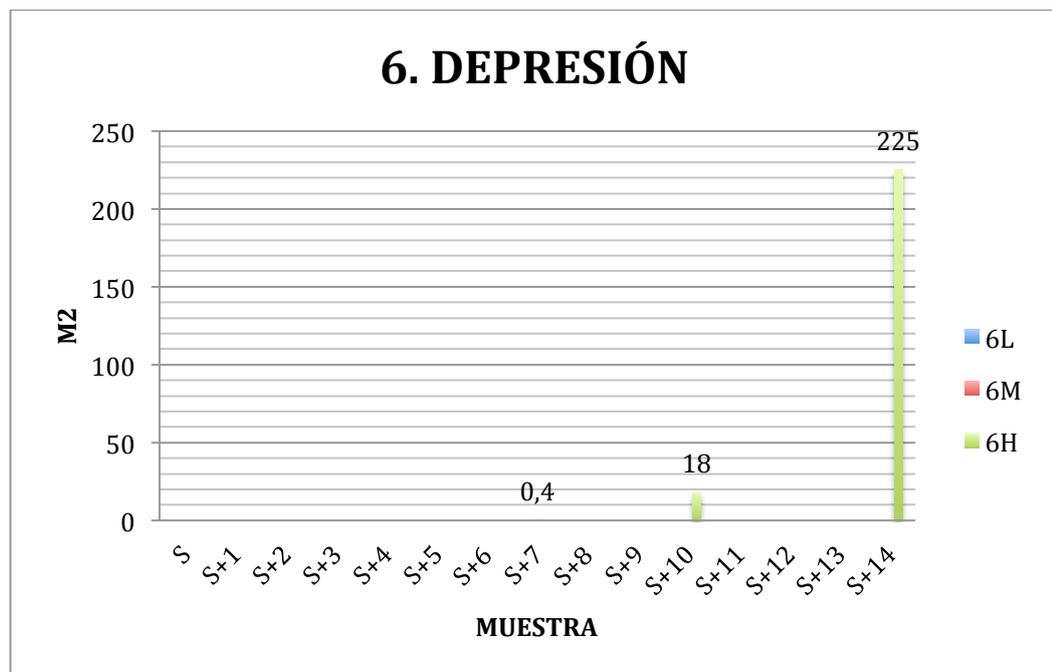


Figura 53. Daño depresión en las muestras

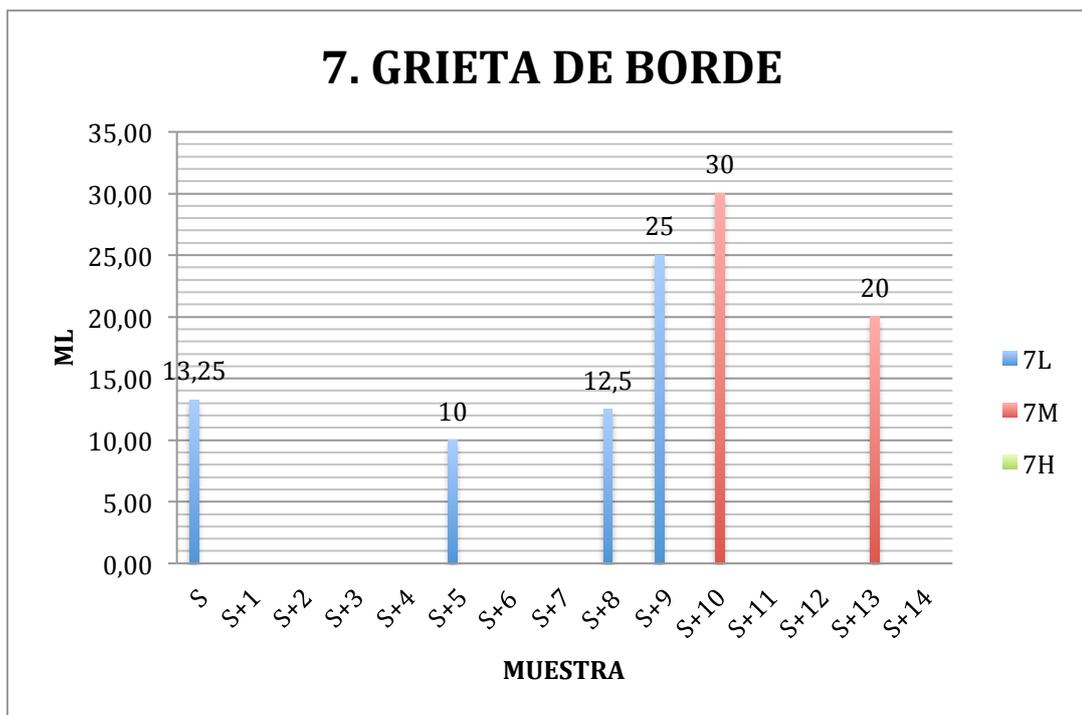


Figura 54. Daño grieta de borde en las muestras

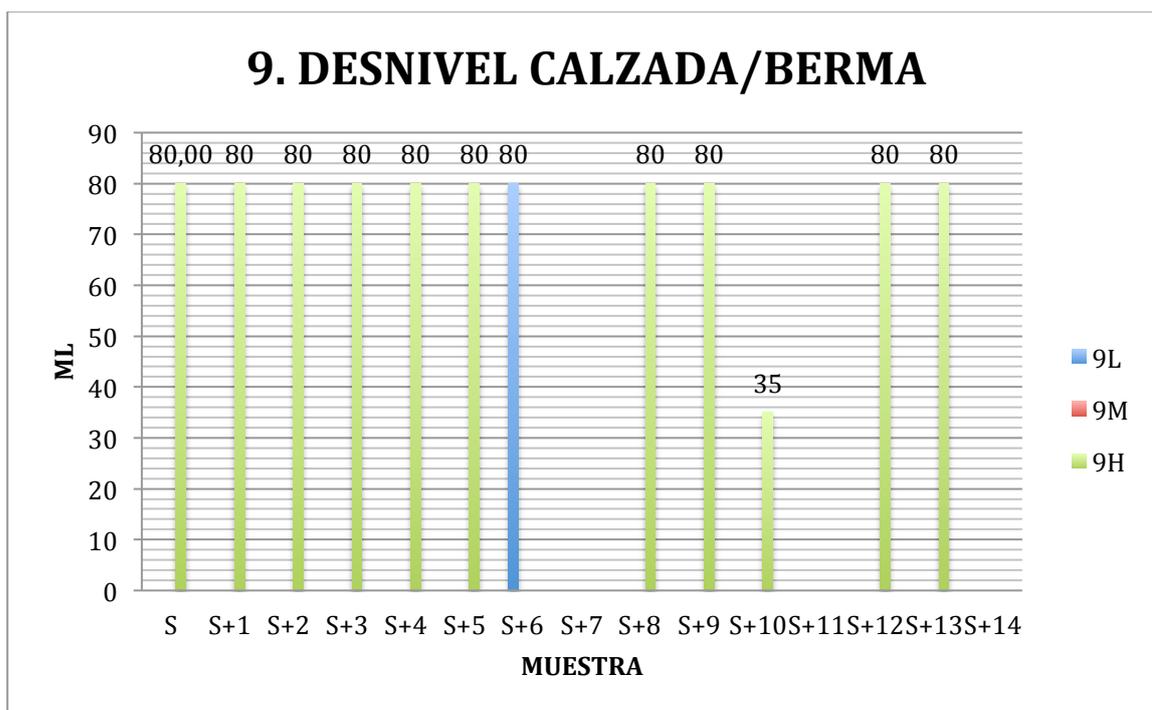


Figura 55. Daño desnivel calzada/berma en las muestras

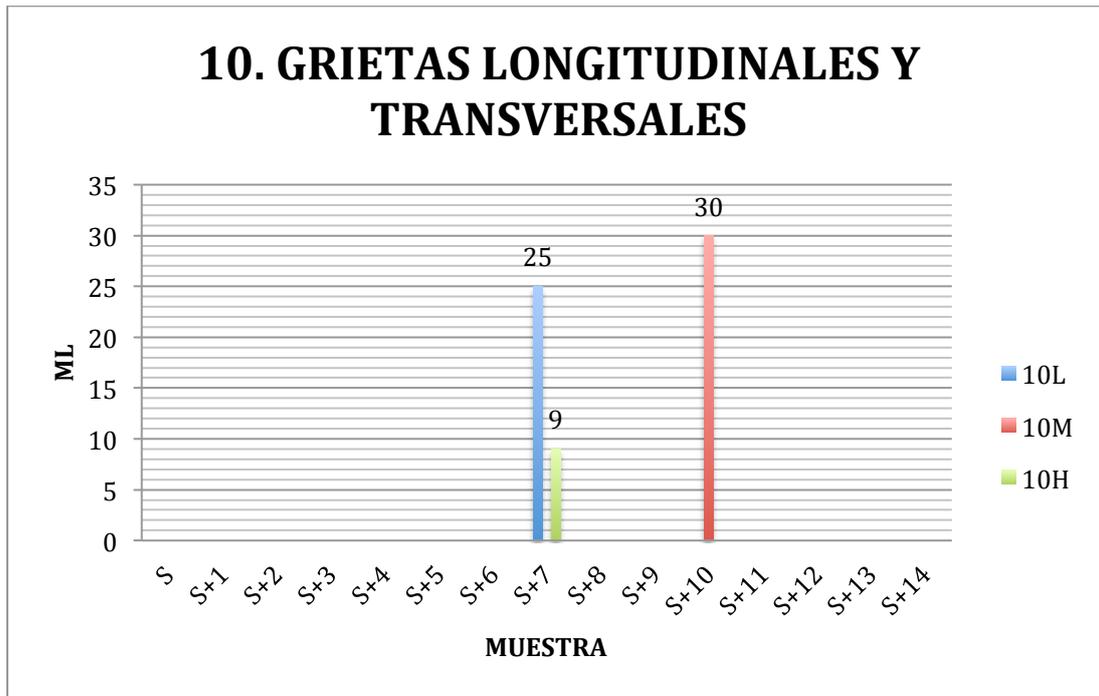


Figura 56. Daño grietas longitudinales y transversales en la muestra

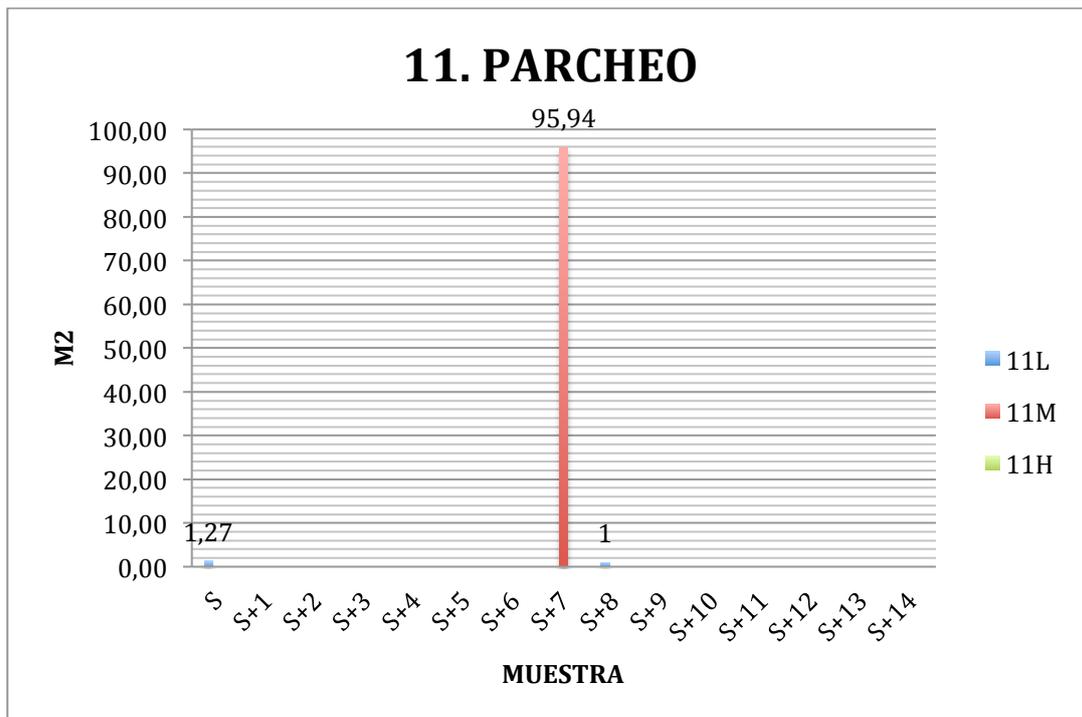


Figura 57. Daño de parcheo en las muestras

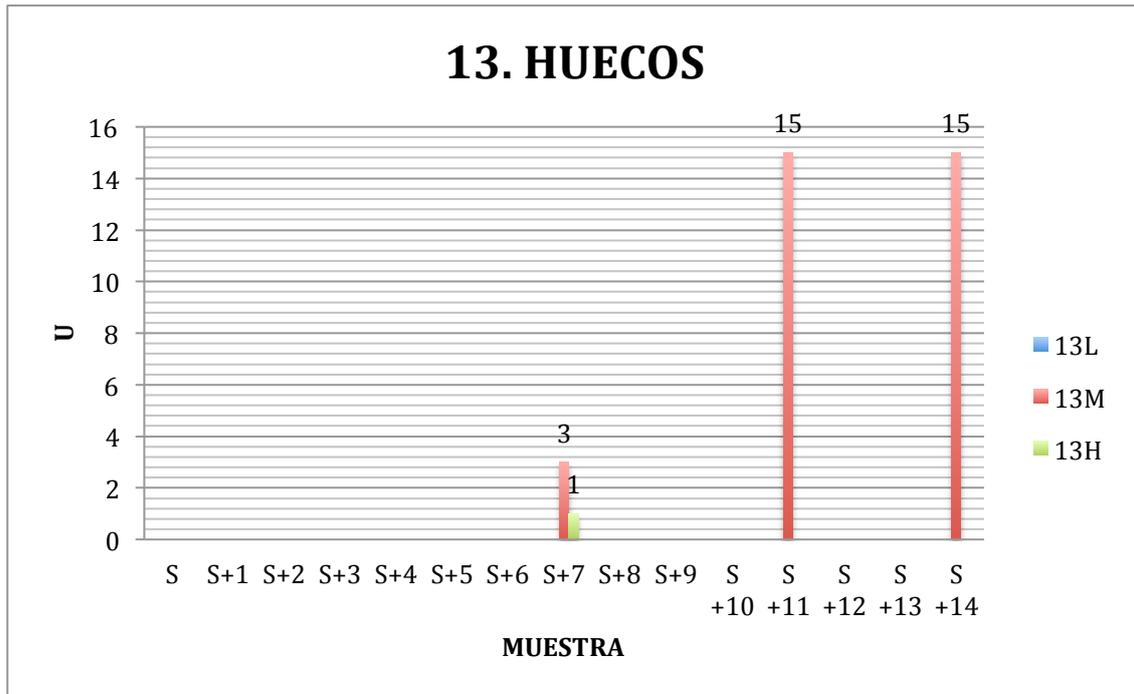


Figura 58. Daño de huecos en las muestras

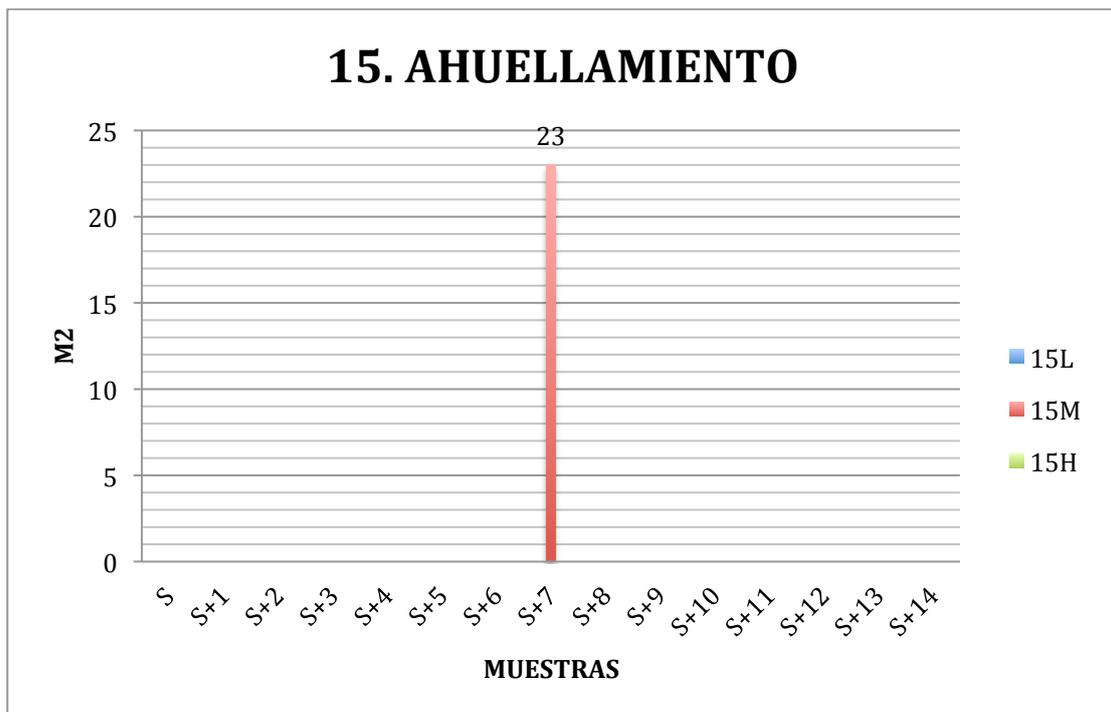


Figura 59. Daño de huecos en las muestras



Figura 60. Daño de desplazamiento en las muestras



Figura 61. Daño de grietas parabólicas en las muestra

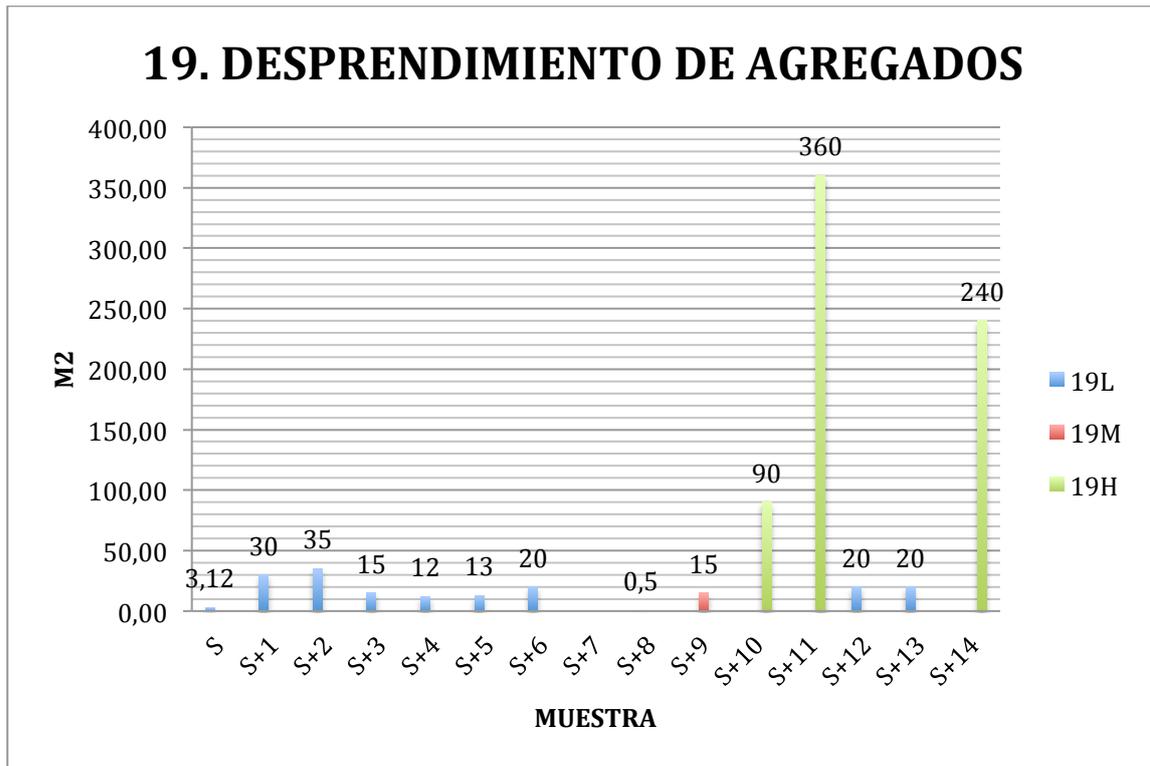


Figura 62. Daño de desprendimiento de agregados en las muestras

PCI total de la vía Sardinas – El Chaco.

El resultado del PCI total para la vía en estudio que es la carreta Sardinas – El Chaco, se presenta en la siguiente tabla N°61; dicho resultado es el promedio de los valores de cada índice de condición del pavimento para las muestras inspeccionadas, de lo que se ha obtenido un valor de 56 para PCI total, lo cual representa a una condición de estado de BUENO.

Tabla 61. Índice de condición del pavimento TOTAL

MUESTRA	PCI	CONDICIÓN
S	68	BUENO
S+1	68	BUENO
S+2	70	BUENO
S+3	74	MUY BUENO
S+4	75	MUY BUENO
S+5	73	MUY BUENO
S+6	89	EXCELENTE
S+7	23	MUY MALO
S+8	68	BUENO
S+9	69	BUENO
S+10	4	FALLADO
S+11	10	FALLADO
S+12	72	MUY BUENO
S+13	72	MUY BUENO
S+14	0	FALLADO
PCI TOTAL	56	BUENO

De los resultados expuestos anteriormente se ha deducido el porcentaje de condición en las muestras totales, lo cual se expresa en la figura N°63. Para la condición de bueno se tiene que el 33% de las muestras inspeccionadas corresponden a esta clasificación, el 33% de igual manera para un estado de muy malo, seguido del 20% para un pavimento de estado fallado, luego está el 7 % de un pavimento excelente y el 7% para un pavimento muy malo.

De lo deducido, se aprecia que el mayor tipo de condición presente es el de estado bueno y muy bueno, y el porcentaje más bajo para un pavimento muy malo y excelente, dejando por la mitad a la condición de un pavimento fallado.

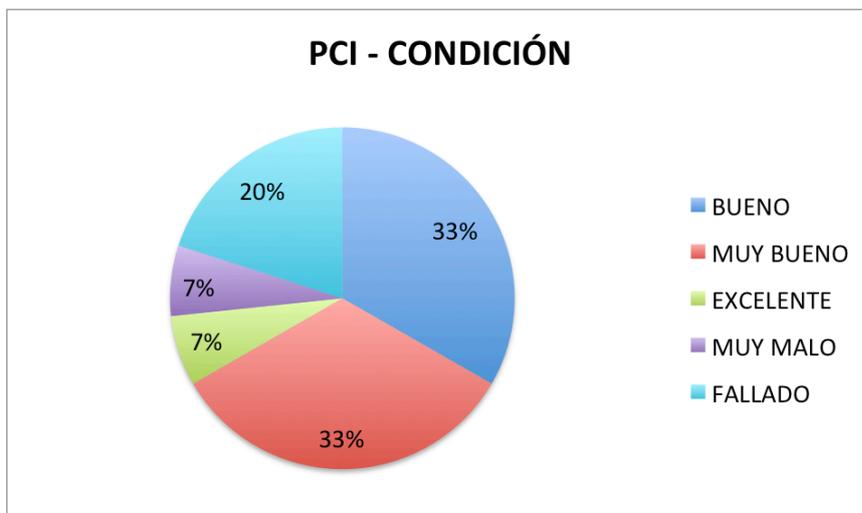


Figura 63. PCI-clasificación por la condición

En la siguiente figura N°64, se presenta un diagrama de barras que corresponde a cada muestra inspeccionada desde la muestra S hasta la S+14, y por último el PCI total; con los valores del PCI para cada caso.

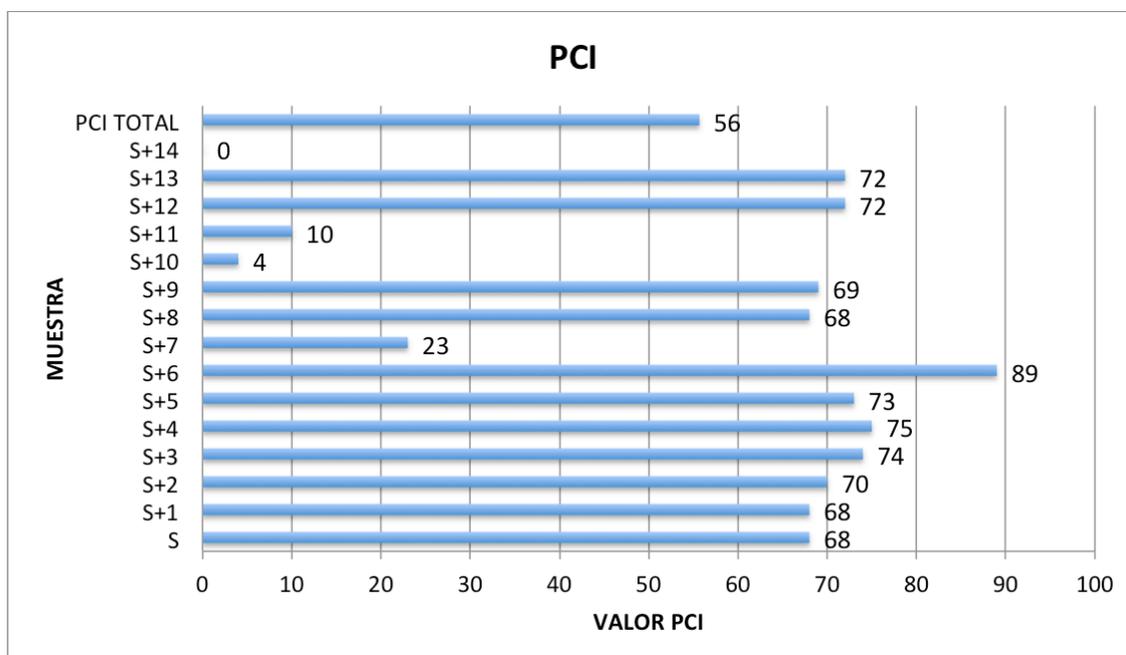


Figura 64. PCI por muestra inspeccionada

CAPITULO V

MANTENIMIENTO VIAL

Reparación por muestra inspeccionada

La reparación para cada muestra inspeccionada se ha determinado mediante el manual de aplicación del método de Índice de Condición del Pavimento PCI, en el cual se detalla la posible reparación para cada severidad de todos los tipos de daños. Dicho manual corresponde al ingeniero Luis Vázquez, de la Universidad Nacional de Colombia. A continuación, se presenta una tabla para cada muestra con su respectiva posible solución, de donde se ha escogido la reparación final por muestra basándose en el daño con mayor severidad y presencia, que se ha analizado en el capítulo 4.

Tabla 62. Alternativa de reparación, muestra S

MUESTRA S			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
11	PARCHEO	BAJA	-
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
2	EXUDACIÓN	BAJA	-
7	GRIETA DE BORDE	BAJA	SELLADO DE GRIETAS
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 63. Alternativas de reparación, muestra S+1

MUESTRA S+1			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
1	PIEL DE COCODRILO	BAJA	SELLO SUPERICIAL
17	GRIETA PARABÓLICA	BAJA	PARCHEO PARCIAL
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 64. Alternativas de reparación, muestra S+2

MUESTRA S+2			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
17	GRIETA PARABÓLICA	BAJA	PARCHEO PARCIAL
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 65. Alternativas de reparación, muestra S+3

MUESTRA S+3			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 66. Alternativas de reparación, muestra S+4

MUESTRA S+4			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 67. Alternativas de solución, muestra S+5

MUESTRA S+5			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
7	GRIETA DE BORDE	BAJA	SELLADO DE GRIETAS
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 68. Alternativas de reparación, muestra S+6

MUESTRA S+6			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 69. Alternativa de reparación, muestra S+7

MUESTRA S+7			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
11	PARCHEO	BAJA	-
6	DEPRESIÓN	MEDIA	PARCHEO
13	HUECOS	ALTA	PARCHEO
2	EXUDACIÓN	MEDIA	APLICACIÓN DE AGREGADOS
5	CORRUGACIÓN	MEDIA	RECONSTRUCCIÓN
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ALTA	SELLADO DE GRIETAS
15	AHUELLAMIENTO	MEDIA	PARCHEO
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RECONSTRUCCIÓN	

Tabla 70. Alternativa de reparación, muestra S+8

MUESTRA S+8			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
11	PARCHEO	BAJA	-
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
2	EXUDACIÓN	BAJA	-
7	GRIETA DE BORDE	BAJA	SELLADO DE GRIETAS
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 71. Alternativa de reparación, muestra S+9

MUESTRA S+9			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
7	GRIETA DE BORDE	BAJA	SELLADO SUPERFICIAL
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	MEDIA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERFICIAL	

Tabla 72. Alternativa de reparación, muestra S+10

MUESTRA S+10			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
16	DESPLAZAMIENTO	ALTA	PARCHEO
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	MEDIA	SELLADO
6	DEPRESIÓN	ALTA	PARCHEO
7	GRIETA DE BORDE	MEDIA	SELLADO
17	GRIETA PARABÓLICA	ALTA	PARCHEO
1	PIEL DE COCODRILO	MEDIA	RECONSTRUCCIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	ALTA	RECONSTRUCCIÓN
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RECONSTRUCCIÓN	

Tabla 73. Alternativa de reparación, muestra S+11

MUESTRA S+11			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
13	HUECOS	MEDIA	PARCHEO
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	RECONSTRUCCIÓN
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RECONSTRUCCIÓN	

Tabla 74. Alternativa de reparación, muestra S+12

MUESTRA S+12			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
17	GRIETA PARABÓLICA	BAJA	PARCHEO PARCIAL
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 75. Alternativa de reparación, muestra S+13

MUESTRA S+13			
Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
9	DESNIVEL CALZADA/BERMA	ALTA	RENIVELACIÓN DE BERMAS
7	GRIETA DE BORDE	MEDIA	SELLO SUPERICIAL
17	GRIETA PARABÓLICA	BAJA	PARCHEO PARCIAL
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	BAJA	SELLO SUPERICIAL
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLO SUPERICIAL	

Tabla 76. Alternativa de reparación, muestra S+14

Nº	DAÑO	SEVERIDAD	REPARACIÓN
6	DEPRESIÓN	ALTA	PARCHEO
17	GRIETA PARABÓLICA	MEDIA	PARCHEO
13	HUECOS	MEDIA	PARCHEO
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	ALTA	RECONSTRUCCIÓN
ALTERNATIVA ESCOGIDA		RECONSTRUCCIÓN	

Como se ha podido apreciar en las tablas antes mencionadas, para cada muestra hay varias alternativas de reparación. Se ha escogido como alternativa final las opciones de reparación que tengan mayor influencia en cada muestra, y que a la vez cubra el resto de alternativas de reparación. En la tabla N°77, se detalla un resumen de las muestras con su respectiva alternativa de reparación escogida.

Tabla 77, Alternativas de reparación por muestra

REPARACIÓN POR MUESTRA	
MUESTRA	ALTERNATIVA ESCOGIDA
S	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+1	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+2	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+3	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+4	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+5	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+6	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+7	RECONSTRUCCIÓN
S+8	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+9	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+10	RECONSTRUCCIÓN
S+11	RECONSTRUCCIÓN
S+12	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+13	RENIVELACIÓN DE BERMAS Y SELLADO SUPERFICIAL
S+14	RECONSTRUCCIÓN

Seguidamente, en la figura N°65; se puede apreciar los porcentajes de cada tipo de reparación escogido en el total de las muestras. La alternativa de renivelación de bermas y sellado superficial equivale al 73% de solución para todas las muestras inspeccionadas y 27% corresponde a la alternativa de reconstrucción, solución necesaria ya que en dichas muestras el valor del PCI es muy bajo, que representa a un pavimento fallado.

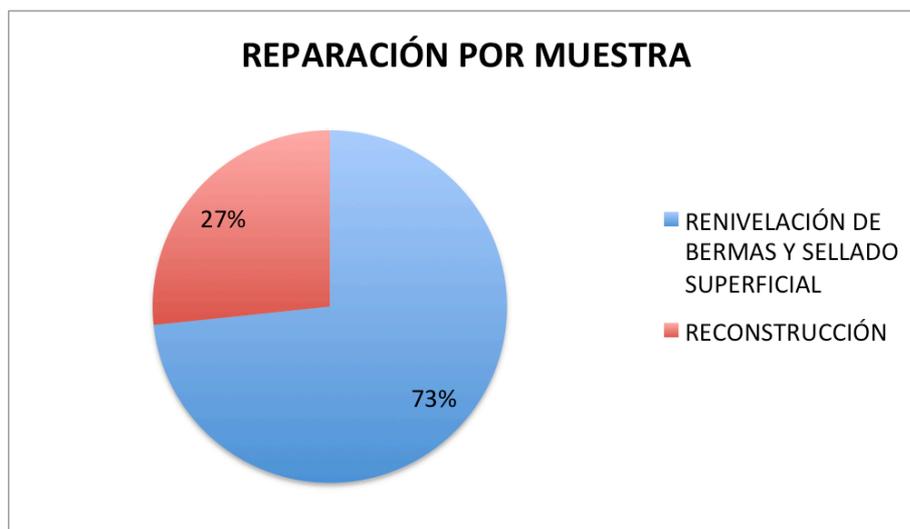


Figura 65. Reparación por muestra inspeccionada

Reparación total de la vía Sardinas – El Chaco

Del trabajo de campo realizado se ha podido determinar que las muestras que se encuentran en un estado de condición del PCI de muy malo o fallado son las muestras S+7, S+10, S+11, y S+14. De los tramos del inventario vial, en la inspección no se ha encontrado tramos extras que estén en malas condiciones en cuanto a la capa de rodadura, es por eso que no se ha añadido ninguna muestra extra para inspeccionar. Entonces, se deduce que tan solo las muestras para las que se ha determinado una reparación de reconstrucción, se hará el correspondiente mantenimiento periódico y de rehabilitación de la vía.

En cuanto al resto de tramos de la vía Sardinas – El Chaco, dado que mediante la inspección realizada en el inventario vial, se deduce que su condición en general es buena; es por eso que la alternativa de reparación es la misma que para la mayoría de las muestras inspeccionadas en el PCI, la reparación es la renivelación de bermas y un sellado superficial, lo que corresponde a un mantenimiento periódico y rutinario respectivamente. Según las recomendaciones presentadas en NEVI-12, para la

conservación vial. Se ha escogido como sellado superficial la operación de lechada asfáltica, que corresponde a un mantenimiento periódico; la operación de nivelación de bermas revestidas en pavimentos será mediante la reconstrucción de bermas y cuentas. Para los tramos que necesitan una reconstrucción se realizará una operación de reposición de capa de rodadura de concreto asfáltico. En la siguiente tabla N°78, se detalla el tipo de rehabilitación vial con su respectiva cantidad.

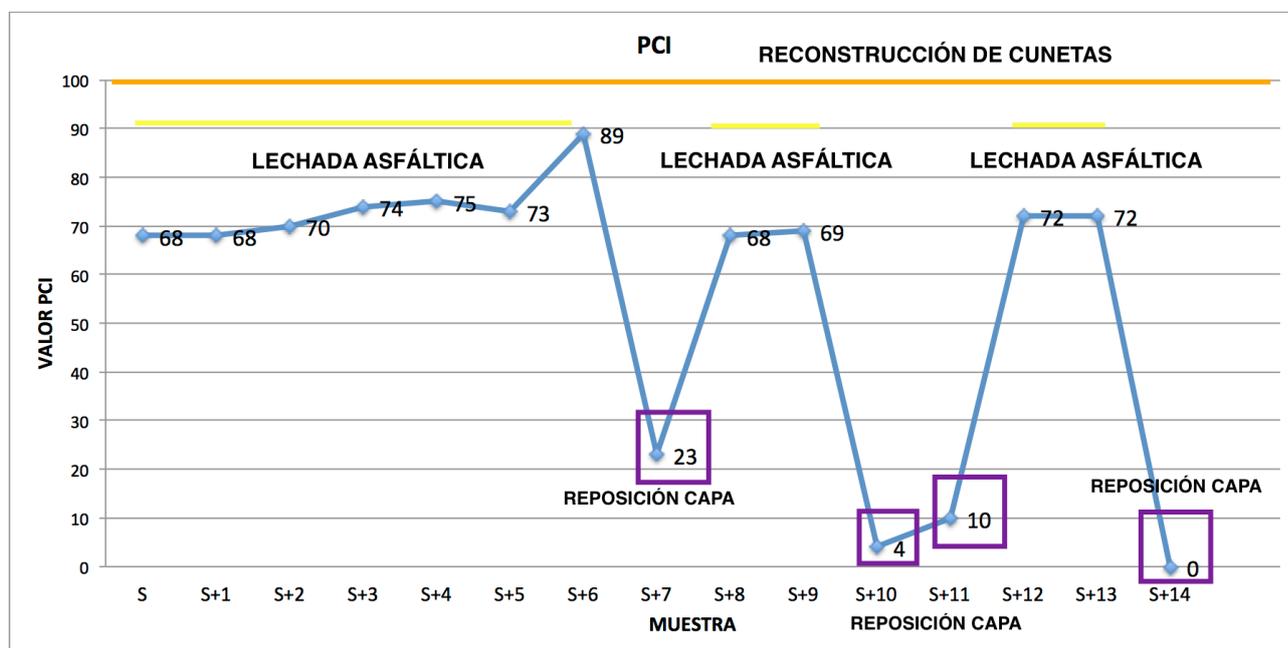


Figura 66. Mantenimiento por muestra inspeccionada

Tabla 78. Tipo de rehabilitación final

TIPO DE REHABILITACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
LECHADA ASFÁLTICA	46389	M2
RECONSTRUCCIÓN DE CUNETAS	10080	M
REPOSICIÓN CAPA DE RODADURA	1514,8	M2

En la tabla antes expuesta, se aprecia que la rehabilitación para la carretera es la aplicación de una lechada asfáltica para un área de 46389 m² de la vía Sardinas – El Chaco. También, debido al desnivel de calzada/berma se realizará una reconstrucción de las cunetas de ambos lados de la carretera, a lo largo de toda su longitud; dando así 10080 metros de reconstrucción. El área de la vía que requiere una reconstrucción es de 1514,8 m², para lo cual se hará una reposición de la capa de rodadura de concreto asfáltico.

Como se ha mencionado antes, de los resultados del PCI para cada muestra se ha deducido que la solución para la mayoría de secciones es una operación de sellos bituminosos. Según el MTOP (2013), esta operación se refiere al recubrimiento de un pavimento asfáltico un riego asfáltico, sólo o combinado con algún agregado, en todos aquellos sectores del contrato que se encuentren detallados por la Fiscalización. Entre los tipos de sellos que se recomienda se tiene: riego de neblina, lechada asfáltica y tratamiento superficial simple, sello localizado con gravilla y sello localizado con lechada.

Como se menciona en NEVI-12 por el MTOP(2013), el sellado de una superficie de un pavimento asfáltico se utiliza cuando es necesario la corrección de fisuras y resquebrajamientos de la capa de rodadura, debidas a la falta de intervención oportuna. También, cuando existe la presencia de pulimiento superficial o desprendimiento de agregados, debido a mezclas asfálticas que usan agregados que no tienen afinidad con el asfalto, mediante el tránsito se produce el desgaste del ligante, provocando la exposición de las partículas más gruesas; lo que provoca una disminución de la fricción entre el pavimento y los neumáticos de un vehículo.

Se detalla en NEVI-12, que las lechadas asfálticas suplen con éxito al riego de liga, pero que también detienen el desgaste superficial y mejoran la fricción entre

pavimento y neumático. En cuanto a costos, su presupuesto es menor que otros tratamientos superficiales; por todo lo antes mencionado se ha seleccionado para la solución de esta vía el sellado bituminoso de lechada asfáltica. En cuanto al diseño de la lechada asfáltica, se debe ajustar a lo dispuesto en la sección 3.401.3.5, Lechada Asfáltica de NEVI-12. El diseño del tipo de mantenimiento, así como su plan de administración, no se encuentran dentro del alcance del presente trabajo.

Otra de las soluciones que se ha dañado a uno de los daños con más presencia es la operación periódica de nivelación de bermas revestidas en pavimentos de asfalto, lo cual se ha combinado con una reconstrucción de cunetas donde sea necesario. Según el MTOP (2013), esta operación se refiere a la reparación de bermas revestidas en calzadas con pavimento asfáltico, que se encuentren desniveladas respecto del borde del pavimento, que estén deformadas o que su geometría no se ajuste a un plano liso con una pendiente uniforme y adecuada. Como se conoce, el desnivel entre pavimento y berma es un factor peligroso para la estabilidad de un vehículo que abandona la pista de circulación. Esto, también afecta al pavimento ya que al no contar con un apoyo lateral, se originan grietas caracterizadas por una forma de media luna. El diseño de esta solución, no se encuentra en este trabajo; se recomienda seguir las especificaciones de NEVI-12.

El mantenimiento periódico de mayor proporciones es sin duda la operación de reposición de capa de rodadura de concreto asfáltico, que es para los tramos con un PCI de muy malo o fallado. Esta operación consiste en la colocación localizada de mezcla asfáltica en caliente, tanto para rechapado como para la reposición de capa de rodadura en sectores que se encuentren deteriorados. La partida comprende la remoción del concreto asfáltico existente, excavando a lo menos la profundidad necesaria, con el fin de dar cabida a la estructura de reposición considerada, de modo que la superficie del

concreto asfáltico repuesto mantenga la rasante existente tanto longitudinal como transversal. El diseño de la nueva capa de rodadura de concreto asfáltico no es parte del alcance de este trabajo.

Todo el mantenimiento periódico que se ha detallado anteriormente, es necesario que sea complementado con un plan de mantenimiento rutinario; con la finalidad de que la carretera llegue a cumplir su ciclo de vida útil. Es necesario según el Consejo Nacional de Competencias (2017), la planificación de un plan para conservación, administración y optimización vial; lo cual no es parte de este proyecto. Pero, se recomienda implementar en la matriz para la conservación, administración y optimización vial los siguientes tipos de mantenimientos rutinarios según lo apreciado en el inventario vial.

Primero, un plan de mantenimiento rutinario de remoción de derrumbes que según el inventario vial se ha encontrado un punto crítico de derrumbe y deslizamiento de tierras constante en la carretera Sardinas –El Chaco. En cuanto a drenaje, un plan limpieza de cunetas y contra cunetas revestidas (a mano). Un plan de reparación de cunetas para la sección de cunetas en mal estado, en este caso ya se ha optado por un mantenimiento periódico de reconstrucción de cunetas para la nivelación de bermas/calzada. Se pudo apreciar que la mayoría de los canales se encontraban limpios, algunos medianamente azolvados, por lo que se recomienda un plan de limpieza de canales; así como un plan de limpieza de alcantarillas pese a que la mayoría se encontraban limpias.

CAPITULO VI

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Volumen de obra

El volumen de obra se ha determinado para cada tipo de rehabilitación de la carretera Sardinas – El Chaco, en la gráfica siguiente se puede apreciar la cantidad de obra necesaria por cada rubro en este proyecto. Entre los cuales están, lechada asfáltica, reconstrucción de cunetas, capa de rodadura de concreto asfáltico y la señalización vertical.

Tabla 79. Volumen de obra por rubro

RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD
LECHADA ASFÁLTICA	46389	M2
CUNETAS RECONSTRUCCIÓN	10080	M
CAPA DE RODADURA DE CONCRETO ASFÁLTICO	1514,8	M2
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	5,040	KM

Análisis de precios unitarios

En esta sección se ha realizado el análisis de precios unitarios para cada rubro, para poder obtener un presupuesto referencial de la rehabilitación del presente trabajo. Los valores usados en el análisis, como cantidades, tarifas, rendimientos, jornal, precios unitarios y componentes de cada rubro se han obtenido de proyectos similares de rehabilitación de carreteras. El presupuesto que se plantea determinar, es más como una comparación entre costos para cuando se tiene un mantenimiento periódico como es en este caso y el costo que se tendría si se hubiera realizado mantenimientos rutinarios en la vía de estudio. El diseño de los tipos de mantenimientos no están dentro del alcance del presente trabajo, así como sus presupuestos reales. A continuación, se detallan los rubros de la posible rehabilitación de la vía Sardinas – El Chaco.

Análisis de Precios Unitarios

Rubro: 01

Unidad:

M2

Rubro: 1 de 4

MAYO:2018

Detalle

LECHADA
ASFÁLTICA

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB		D=CxR
MICROPAVIMENTADORA	1	\$140,00	140	0,0025	\$0,35
CARGADORA FRONTAL	0,5	\$28,00	14	0,0025	\$0,04
ESCOBA AUTOPROPULSADA	0,5	\$20,00	10	0,0025	\$0,03
MINICARGADORA	0,5	\$15,00	7,5	0,0025	\$0,02
CARGADORA	0,5	\$12,00	6	0,0025	\$0,02
CAMIONETA ABASTECEDORA	0,5	\$13,00	6,5	0,0025	\$0,02
DISTRIBUIDORA DE ASFALTOS	0,5	\$40,00	20	0,0025	\$0,05
AUTOTANQUE	0,5	16	8	0,0025	\$0,02
SUBTOTAL M					\$0,530000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB		D=CxR
PEON	6	\$3,41	20,46	0,0025	\$0,051150
OPERADOR MINI CARGADORA	0,5	\$3,86	1,93	0,0025	\$0,004825
OPERADOR PAV. ASF.	1	\$3,86	3,86	0,0025	\$0,009650
OPERADOR CARGADORA	0,5	\$4,03	2,015	0,0025	\$0,005038
OPERADOR DISTRIBUIDOR	0,5	\$3,50	1,75	0,0025	\$0,004375
TRITURADORA	0,5	\$3,50	1,75	0,0025	\$0,004375
CHOFER CAMIONETA	0,5	\$3,80	1,9	0,0025	\$0,004750
OPERADOR ESCOBA	0,5	\$3,80	1,90	0,0025	\$0,004750
SUBTOTAL N					\$0,088913
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
EMULSIÓN PARA SLURRY					
SEAL CON POLIMEROS	KG	1,800	0,57	1,026000	
AGREGADO TRITURADO					
GRANULOMETRIA TIPO II	M3	0,013	15	0,195000	
CEMENTO	M3	0,250	0,15	0,037500	
AGUA	KG	0,002	1,5	0,003000	
ADITIVO DE CONTROL DE ROTURA	KG	0,010	2,6	0,026000	
SUBTOTAL O					1,287500
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
AGREGADOS	M3/KM		0,25	0,5	0,125000
SUBTOTAL P					0,125000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,031413
COSTO INDIRECTO %			20,295%		0,412275
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,443688
VALOR OFERTADO					2,44

Análisis de Precios Unitarios

Rubro: 02

Rubro: 2 de 4

Unidad:

M

MAYO:2018

CUNETAS DE HORMIGÓN

Detalle

F'C=180 KG/CM2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB		D=CxR
CONCRETERA	1	\$4,00	4	0,05	\$0,20
TANQUE DE AGUA	0,05	\$25,00	1,25	0,05	\$0,06
VOLQUETA	0,05	\$28,00	1,4	0,05	\$0,07
MINICARGADORA	0,1	\$16,00	1,6	0,05	\$0,08
			0	0,0025	\$-
SUBTOTAL M					\$0,412500
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB		D=CxR
PEON	6	\$3,41	20,46	0,05	\$1,023000
OPERADOR MINI CARGADORA	0,1	\$3,86	0,386	0,05	\$0,019300
ALBAÑIL	2	\$3,75	7,5	0,05	\$0,375000
CHOFER TANQUERO	0,05	\$5,00	0,25	0,05	\$0,012500
MAESTRO MAYOR	1	\$4,00	4	0,05	\$0,200000
CHOFER VOLQUETA	0,05	\$5,00	0,25	0,05	\$0,012500
SUBTOTAL N					\$1,642300
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
RIPIO	M3	0,090	9,25	0,832500	
ARENA	M3	0,065	8	0,520000	
CEMENTO	KG	30,000	0,15	4,500000	
AGUA	M3	0,020	1,5	0,030000	
LUBRICANTE	KG	0,050	0,75	0,037500	
ENCOFRADO	GLB	1,000	0,6	0,600000	
JUNTAS DE MADER	U	0,200	1	0,200000	
SUBTOTAL O					6,720000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
AGREGADOS	M3/KM		6	0,25	1,500000
SUBTOTAL P					1,500000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10,274800
COSTO INDIRECTO %				20,295%	2,085271
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,360071
VALOR OFERTADO					12,36

Análisis de Precios Unitarios

Rubro: 03

Rubro: 3 de 7

Unidad:

M2

MAYO:2018

Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 10,00 cm. de espesor

Detalle

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB		D=CxR
PLANTA ASFALTICA CEDARAPIS 120 TON.	1	\$125,00	125	0,015	\$1,88
PLANTA ELECTRICA 175 KVA	1	\$27,00	27	0,015	\$0,41
TERMINADORA DE ASFALTO BARBER-GREENE BG-210	1	\$80,00	80	0,015	\$1,20
RODILLO VIBRATORIO LISO CS-431	1	\$25,00	25	0,015	\$0,38
RODILLO NEUMATICO PS-100	1	\$33,00	33	0,015	\$0,50
CARGADORA FRONTAL CAT 926E	1	\$24,00	24	0,015	\$0,36
SUBTOTAL M					\$4,710000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB		D=CxR
OP. ACABADORA PAV. ASFÁLTICO	1	\$2,78	2,78	0,015	\$0,041700
OP. PLANTA ASFÁLTICA	1	\$2,78	2,78	0,015	\$0,041700
OP. CARGADORA FRONTAL	1	\$2,78	2,78	0,015	\$0,041700
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO	1	\$2,94	2,94	0,015	\$0,044100
AYUDANTE MAQUINARIA	2	\$2,78	5,56	0,015	\$0,083400
PEÓN (ESTR.OC E2)	8	\$2,78	22,24	0,015	\$0,333600
MAESTRO DE OBRA (ESTR.OC C2)	1	\$2,94	2,94	0,015	\$0,044100
SUBTOTAL N					\$0,630300
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
ASFALTO (ESMERALDAS)	LTS	15,000	0,3	4,500000	
MATERIAL PARA CARPETA	M3	0,075	12	0,900000	
DIESEL	LTS	3,500	0,25	0,875000	
ADITIVO DE ADHERENCIA	LTS	0,200	4,5	0,900000	
SUBTOTAL O					7,175000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
AGREGADOS	M3/KM		0,25	0,35	0,087500
SUBTOTAL P					0,087500
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12,602800
COSTO INDIRECTO %				20,295%	2,557738
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15,160538
VALOR OFERTADO					15,16

Análisis de Precios Unitarios

Rubro: 04

Rubro: 4 de 4

Unidad:

KM
SEÑALIZACIÓN

MAYO:2018

Detalle

HORIZONTAL

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	O	D=CxR
CAMIONETA	1	\$20,00	20	0,25	\$5,00
FRANJEADORA	1	\$15,00	15	0,25	\$3,75
ESCOBA AUTOPROPULSADA	0,02	\$25,00	0,5	0,25	\$0,13
SUBTOTAL M					\$8,875000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	O	D=CxR
PEON	1	\$3,41	3,41	0,25	\$0,852500
PINTOR	0,2	\$3,65	0,73	0,25	\$0,182500
OPERADOR ESCOBA	2	\$3,75	7,5	0,25	\$1,875000
CHOFER CAMIONETA	1	\$3,75	3,75	0,25	\$0,937500
SUBTOTAL N					\$3,847500
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
PINTURA	GL	13,000	17	221,000000	
MICROESFERAS DE VIDRIO	KG	30,000	3	90,000000	
TIÑER	GL	1,100	6,5	7,150000	
SUBTOTAL O					318,150000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=AxB
AGREGADOS	M3/KM		0	0	0,000000
SUBTOTAL P					0,000000
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		330,872500
			COSTO INDIRECTO %	20,295%	67,150574
			OTROS INDIRECTOS		-
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		398,023074
			VALOR OFERTADO		398,02

Presupuesto

Dado que el alcance de este trabajo no es el diseño del tipo de mantenimiento que se puede aplicar como solución a las fallas existentes de la capa de rodadura, se ha hecho un análisis de precios unitarios para los rubros más relevantes de las alternativas de rehabilitación y mantenimiento que se ha escogido en este estudio, con la finalidad de apreciar la diferencia en cuanto a costos dependiendo del tipo de mantenimiento que se emplee en la vida útil de una carretera. A continuación se presenta una tabla N°80, que muestra los precios unitarios por rubro y el presupuesto referencial total.

Tabla 80. Presupuesto referencial final

ITEM	RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	TOTAL
1	LECHADA ASFÁLTICA	46389	M2	\$2,44	\$113.189,16
2	CUNETAS RECONSTRUCCIÓN	5040	M	\$12,36	\$62.294,40
3	CAPA DE RODADURA DE CONCRETO ASFÁLTICO	1514,8	M2	\$15,16	\$22.964,37
4	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	5,04	KM	\$398,02	\$2.006,02
TOTAL					\$200.453,95

De la tabla expuesta anteriormente, se puede deducir que el presupuesto referencial al aplicar dichos mantenimientos es de **\$200.453,95**, claramente se observa que el mantenimiento de tipo lechada asfáltica es de un costo mucho menor a una reconstrucción de capa de rodadura, también se aprecia que el costo de la reconstrucción de cunetas es muy elevado. Si esta vía hubiera tenido un mantenimiento rutinario adecuado y un cuidando del desnivel de calzada/berma se podría llegar a ahorra en la rehabilitación hasta 85000 dólares, que es la suma del costo de reconstrucción de cunetas mas el costo de la capa de rodadura de concreto asfaltico.

Cabe recalcar, que no se ha calculado los costos de varios rubros que se incluirían en una rehabilitación por reconstrucción de capa de rodadura como son:

traslado del concreto asfáltico, emulsión, entre otros. Dichos rubros, se deben calcular en el diseño final de la solución para la carretera, como se ha mencionado anteriormente en este trabajo los costos se han calculado de una manera que permitan comparar las posibles soluciones de mantenimiento; más no como una solución final ya que para eso se necesitaría seguir procesos de diseño no establecidos en este proyecto, ya que se realizó una evaluación funcional y para el diseño se requiere una evaluación estructural.

Para las partidas de presupuesto de una lechada asfáltica es necesario tomar en cuenta la preparación de la superficie del pavimento a tratar, el suministro y colocación de la mezcla, filler cuando se requiera, equipos, compactación, terminaciones y su mantenimiento hasta la recepción de las obras (MTO,2013).

En cuanto al presupuesto de nivelación de bermas y reconstrucción de cunetas, se requiere tomar en cuenta el tipo de nivelación de berma a emplearse que puede ser revestidas con un tratamiento superficial simple, superficial doble, o con una mezcla asfáltica en caliente o en frío, lo cual se cuantificará por metro cuadrado de superficie de berma reparada y revestida (MTO,2013).

Para las partidas del presupuesto de la reposición de capa de rodadura , la unidad de medida y pago será el metro cuadrado de reposición de mezcla asfáltica, colocado y terminado en conformidad con las especificaciones del proyecto. El precio unitario comprende la remoción del pavimento, bases y sub-base por reemplazar, el traslado a botaderos autorizados de lo removido, la colocación compactada de la base de reemplazo, la imprimación de la base, el riego de liga y la preparación de la mezcla asfáltica en caliente, su transporte, colocación y compactación (MTO,2013).

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Los mantenimientos periódicos, serán acompañados de planes de mantenimiento rutinario como limpieza de cuentas, limpieza del derecho vía, limpieza de alcantarillas, pintado se la señalización horizontal, entre otros. En cuanto a mantenimientos, se concluye que es necesario tener mantenimientos rutinarios en una vía para no llegar tan pronto a realizar algún mantenimiento de rehabilitación. Entonces, es óptimo la combinación de mantenimientos rutinarios con mantenimientos periódicos para que la vía cumpla con su vida de diseño.

Se ha determinado un presupuesto referencial en donde se ha podido apreciar que claramente el costo de una reposición de calzada es mucho más elevado que una lechada o sello superficial. El diseño de la solución definitiva para el mantenimiento de esta vía no se encuentra en el alcance de este trabajo y por ende su presupuesto real. Por ultimo, se menciona que los mantenimientos más óptimos serían la lechada asfáltica, reconstrucción y nivelación de cunetas , bermas, reposición de la capa de rodadura para los sitios con mayor daño y el mantenimiento de la señalización horizontal.

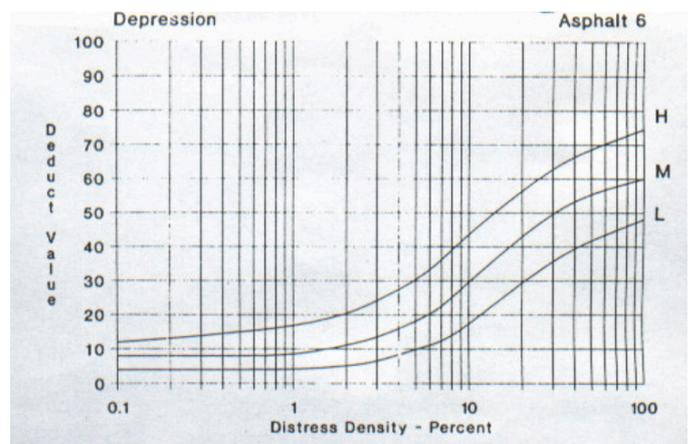
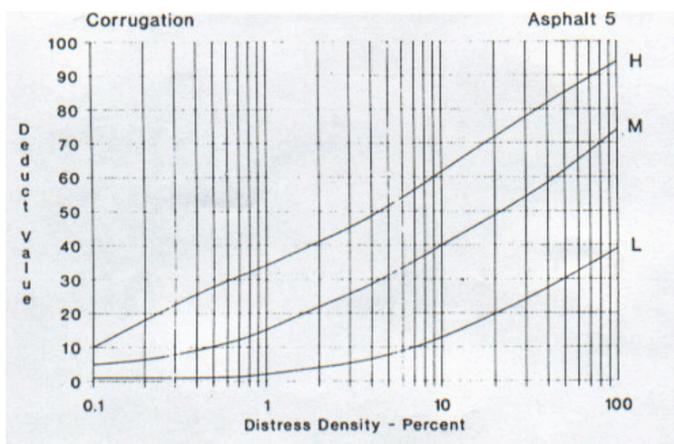
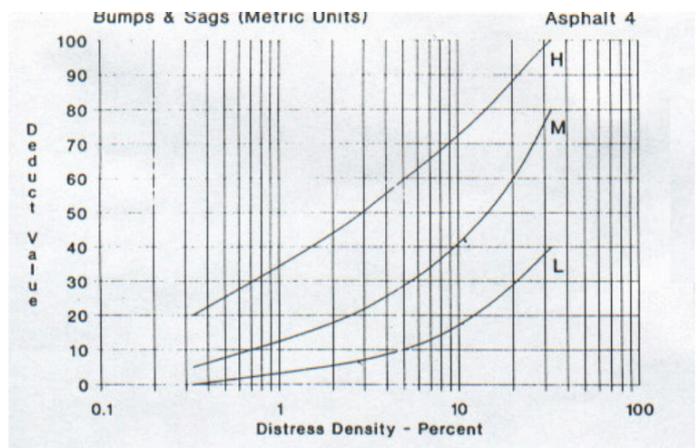
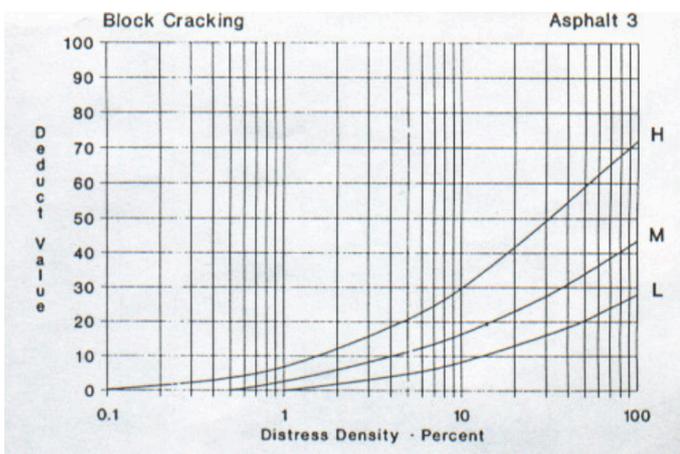
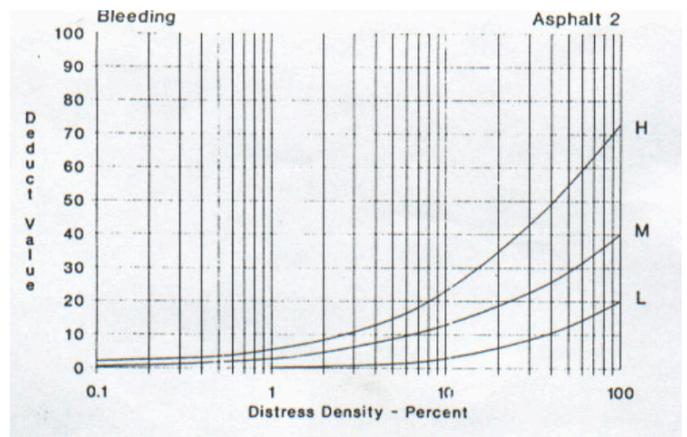
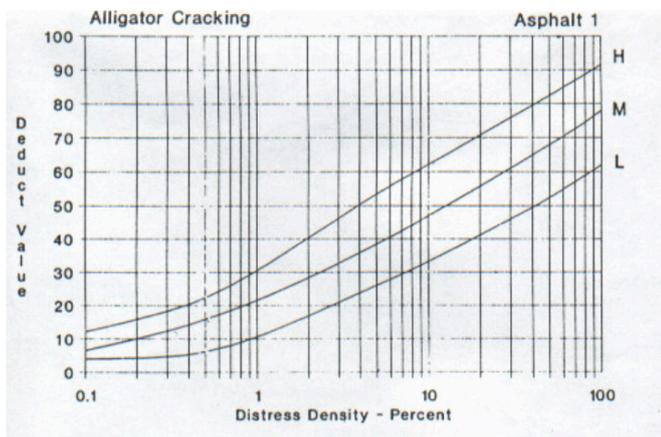
REFERENCIAS

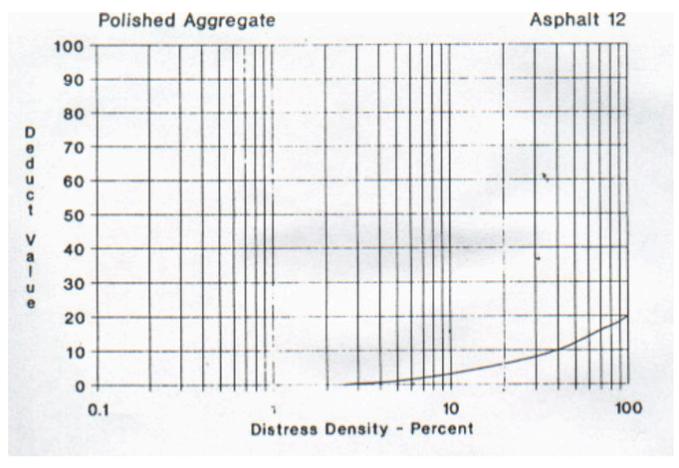
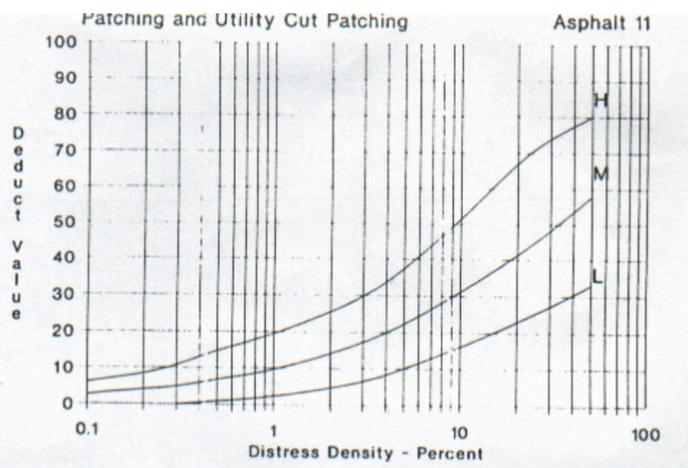
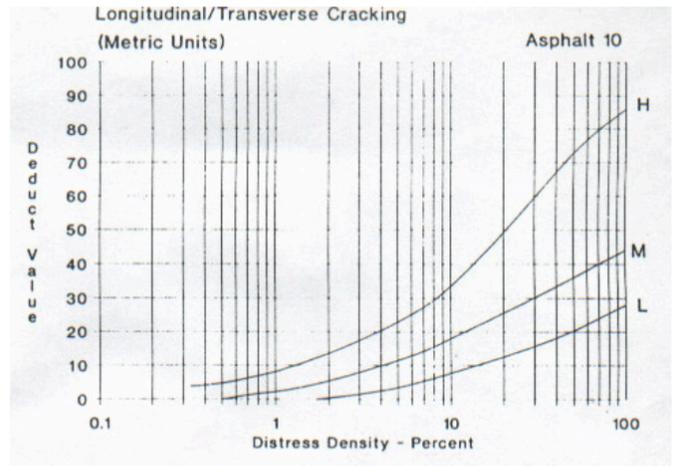
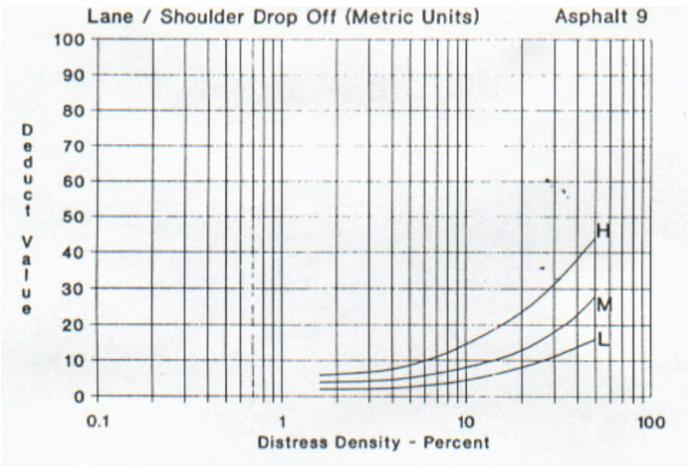
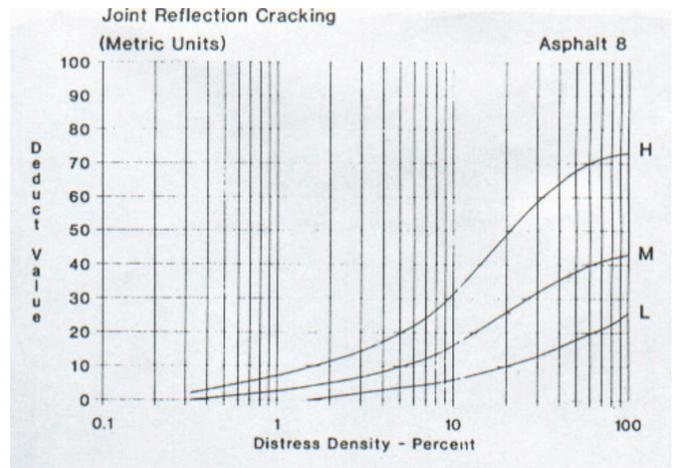
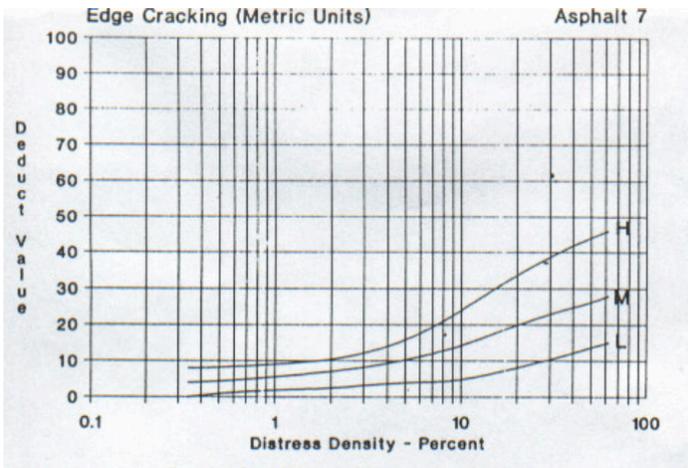
- AASHTO, ASTM D 6333-03, (2004). Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. American Society for Testing and Materials. Estados Unidos
- Alonzo, L., Rodríguez, G. (2005). Carreteras. Mérida: UADY.
- ASTMD6433-07. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. Estados Unidos.
- Backhoff, M. (2005). Transporte y espacio geográfico. Coyoacán: ASBN.
- Bull, A. (2003). Mejoramiento de la gestión vial con aportes específicos del sector privado. Santiago de Chile: CEPAL
- Concejo Nacional de Competencias. (2017). Guía metodológica para la implementación de la regulación para el ejercicio de la competencia para planificar, construir y mantener la vialidad para GAD Parroquiales rurales. Quito:CNC. Recuperado el 01 de marzo del 2018 de http://www.competencias.gob.ec/wpcontent/uploads/2017/06/Guia_vialidad_GAD_parroquiales.pdf
- Crespo, C. (2004). Vías de comunicación. México: Limusa.
- El telégrafo. (2016). En la red vial de Ecuador, la mejor de la región, el Gobierno invirtió 6 veces más que los 3 mandatarios anteriores. Recuperado el 25 de enero del 2018 de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/historias/1/en-la-red-vial-de-ecuador-la-mejor-de-la-region-el-gobierno-inirtio-6-veces-mas-que-los-3-mandatarios-anteriores>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón El Chaco. (2014). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial.
- Guzmán, A. (2015). La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país. *Udep[Hoy]*. Recuperado el 30 de Enero del 2018 de <http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>
<http://www.e-asfalto.com/redvialecuador/>
- Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Romana, M., Sánchez, V., Val, M. (2003). Ingeniería de Carreteras. Madrid: McGRAW-HILL.
- Mallick, R., El-Korchi, T. (2003). Pavement Engineering. New York: CRC Press.
- Mapa de Carreteras y Vías del Ecuador. (2018). Recuperado el 13 de febrero del 2018 de https://drive.google.com/file/d/12rMbPAeBMmbNJbdTPHwcX_jvmxqAJPBD/view
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Conservación vial-NEVI-12. Quito. Recuperado el 05 de febrero del 2018 de http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-

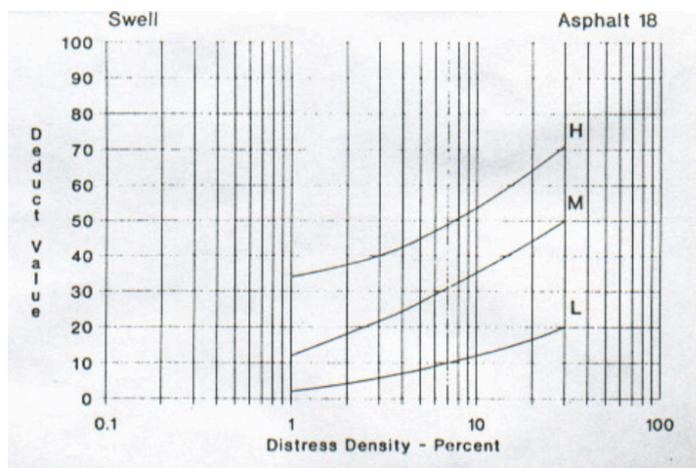
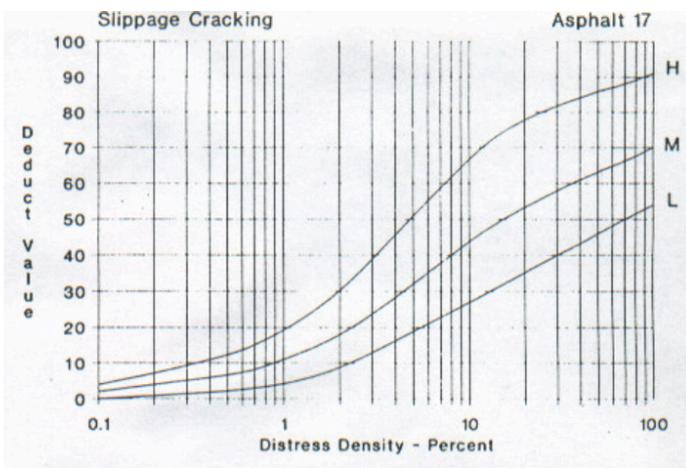
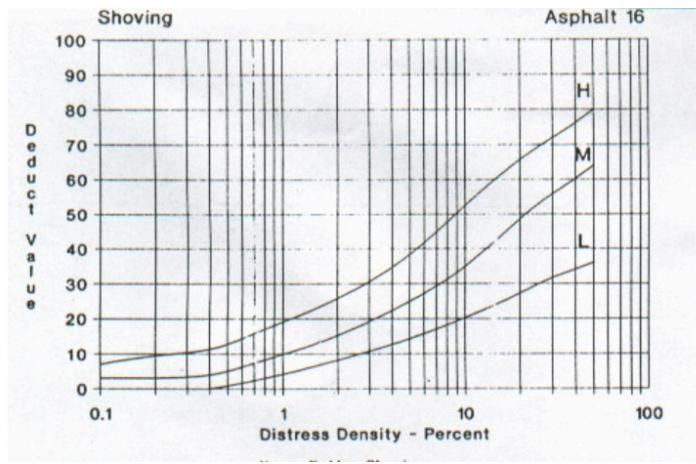
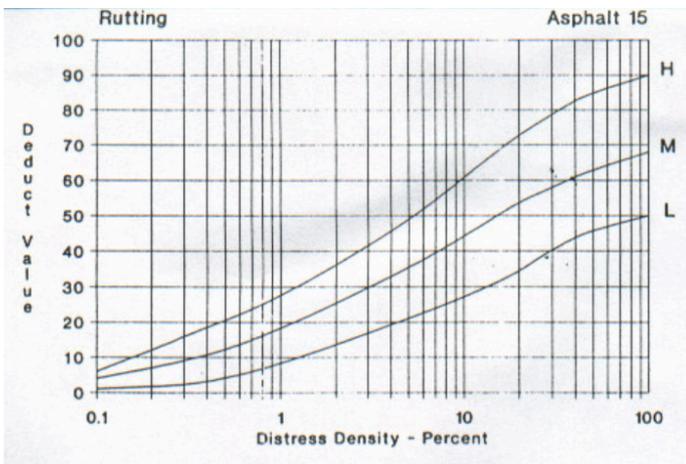
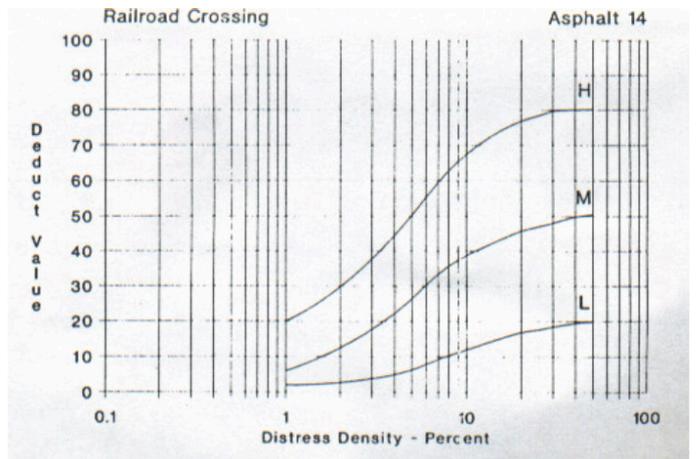
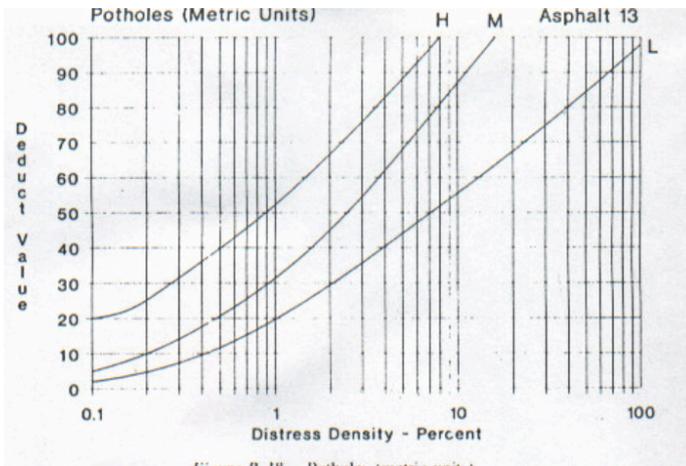
- [12 VOLUMEN 6.pdf#%5B%7B%22num%22%3A225%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C68%2C771%2C0%5D](#)
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes-NEVI-12. Quito. Recuperado el 05 de febrero del 2018 de https://cauchosvikingo.com/wp-content/uploads/2017/07/Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3-Especificaciones-generales-par-la-construccion-de-caminos-y-puentes.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Manual de guía y criterios para estudios ambientales en obra de infraestructura del transporte terrestre-NEVI-12. Quito. Recuperado el 05 de febrero del 2018 de https://cauchosvikingo.com/wp-content/uploads/2017/07/Manual_NEVI-12_VOLUMEN_4-Manual-de-guia-y-criterios-para-estudios-ambientales-en-obra-de-infraestructura-del-transporte-terrestre.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Manual de control de calidad en la construcción de las obras de infraestructura del transporte-NEVI-12. Quito. Recuperado el 05 de febrero del 2018 de https://cauchosvikingo.com/wp-content/uploads/2017/07/Manual_NEVI-12_COMPLEMENTARIO-2.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Norma para estudios y diseños viales-NEVI-12. Quito. Recuperado el 05 de febrero del 2018 de http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Procedimientos de operación y seguridad vial-NEVI-12. Quito. Recuperado el 05 de febrero del 2018 de https://cauchosvikingo.com/wp-content/uploads/2017/07/Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5-Procedimiento-de-operacion-y-seguridad-vial.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. La troncal Amazónica. Recuperado el 08 de febrero del 2018 de http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/TRONCAL_AMAZONICA.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2015). Manual de Inventarios Viales. Recuperado el 03 de marzo del 2018 de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/7826.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2016). Determinación del Estado de Transitabilidad y Nivel de Intervención de los Caminos Rurales. Recuperado el 02 de marzo del 2018 de https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/migl/metas/taller_PI_meta40_3.pdf
- Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador. (2012). Plan estratégico de movilidad. Ecuador: INECO.
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. (2001). Proyecto sistema de gestión de carreteras. Perú: OIST.
- Moreno, L., Parrales, G., Cobos, D., Cordero, M., Peralta, J., Ponce, F., Baque, B. (2018). Mantenimiento y Conservación de Carreteras. Alicante:3ciencias.

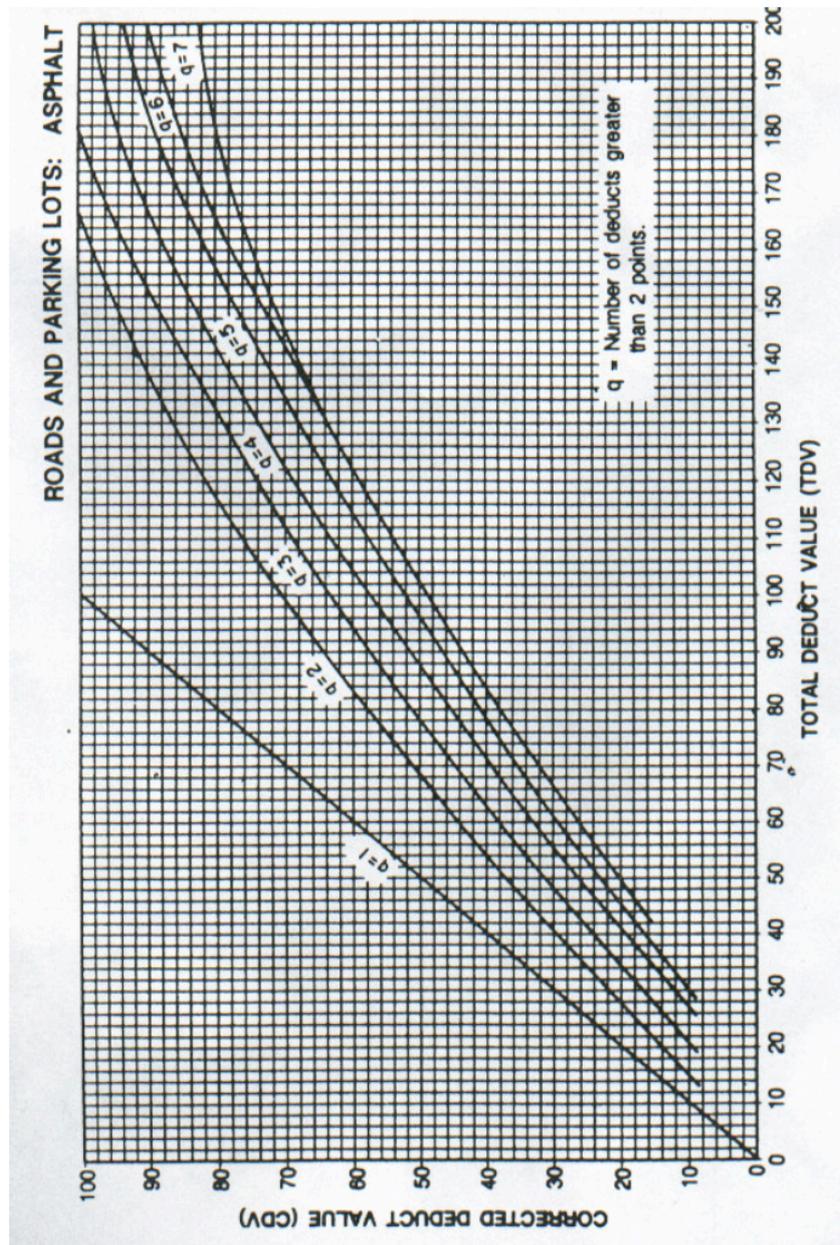
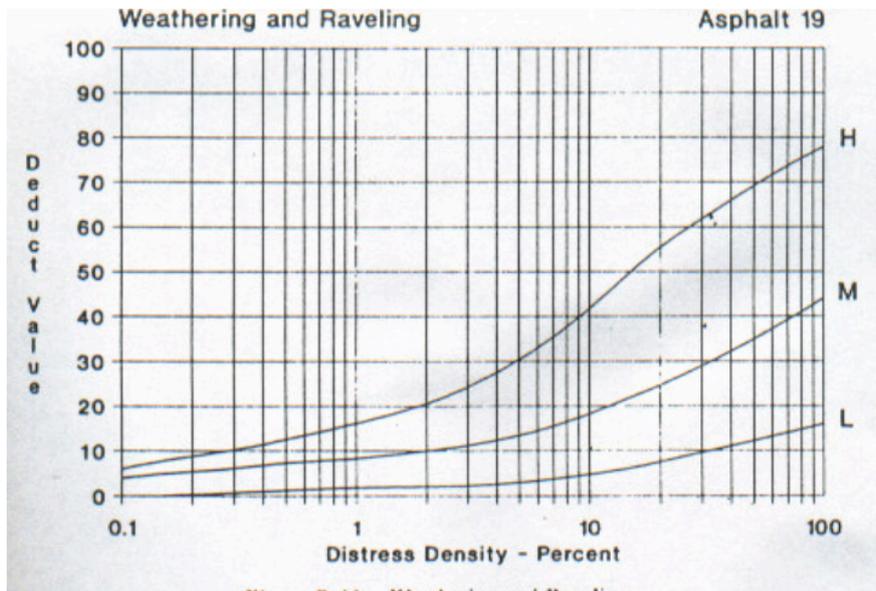
- Normas de diseño geométrico de carreteras. (2003). Recuperado el 10 de Marzo del 2018 de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf
- Red vial del Ecuador. Recuperado el 9 de febrero del 2018 de
- Torres, J. (2015). La importancia vial. *El Nacional*. Recuperado el 4 de febrero del 2018 de <http://elnacional.com.do/la-importancia-vial/>
- Torres, R. (2008). Desarrollo vial continuo. Bogotá: MTC. Recuperado el 20 de Febrero del 2018 de http://www.proviasnac.gob.pe/Archivos/file/Corporaci%C3%B3n%20Andina%20de%20Fomento%20CAF/Desarrollo_Vial_Continuo-Raul_Torres.pdf
- Unidos. Rodríguez, G. & Alonzo, L. (2005). Carreteras. Mérida: UADY.
- Universidad Mayor de San Simón. (2004). Pavimentos.
- USAID. (2016). Guía practica para elaboración de inventarios de vías terciarias. Colombia. Recuperado el 15 de febrero del 2018 de <https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/usaaid-guia-practica-inventarios-viales.pdf>
- Vásquez, L. (2002). Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXO A: CURVAS VALORES DEDUCIDOS PAVIMENTO ASFÁLTICOS Y CURVA DE CORRECCIÓN.









ANEXO B: FOTOGRAFÍAS TRABAJO DE CAMPO



Fotografía 1. Punto inicial



Fotografía 2. Parcheo



Fotografía 3. Señalización vertical



Fotografía 4. Exudación



Fotografía 5. Medición del tramo



Fotografía 6. Marcado de abscisas



Fotografía 7. Puente río Sardinas



Fotografía 8. Marcado de abscisas



Fotografía 9. Desnivel calzada/berma



Fotografía 10. Manual de daños



Fotografía 11. Alcantarillas con cabezal



Fotografía 12. Toma de coordenadas



Fotografía 13. Medida de calzada



Fotografía 14. Inspección de alcantarillas



Fotografía 15. Equipo de trabajo



Fotografía 15. Río Sardinas



Fotografía 17. Protección



Fotografía 18. Disipadores



Fotografía 19. Muro



Fotografía 20. Toma de información



Fotografía 21. Parcheo



Fotografía 22. Medición de daños



Fotografía 23. Escombros



Fotografía 24. Punto crítico- deslizamiento



Fotografía 25. Huecos y hundimientos



Fotografía 26. Exudación



Fotografía 27. Depresión



Fotografía 28. Corrugación



Fotografía 29. Desprendimiento de agregados Fotografía 30. Piel de cocodrilo y parcheo



Fotografía 31. Muros de gaviones

Fotografía 32. Medida del parcheo



Fotografía 33. Abscisa final 5+040

Fotografía 34. Equipo de trabajo