

**DIAGNÓSTICO VISUAL DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PAVIMENTOS EN LA
COMUNA BOSTON, BARRIO PROVIDENCIA COMPRENDIDO ENTRE LA CARRERA
21 BIS A LA 19 Y LAS CALLES 20 HASTA LA 24 DE LA CIUDAD DE PEREIRA,
RISARALDA**

ANA ELSY GARCÍA HENAO

DAHIANA MARCELA RODRIGUEZ CARDONA

DANIELA CÁRDENAS HIDALGO

UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERIAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PEREIRA RISARALDA

ENERO 2014

**DIAGNÓSTICO VISUAL DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PAVIMENTOS EN LA
COMUNA BOSTON, BARRIO PROVIDENCIA COMPRENDIDO ENTRE LA CARRERA
21 BIS A LA 19 Y LAS CALLES 20 HASTA LA 24 DE LA CIUDAD DE PEREIRA,
RISARALDA**

ANA ELSY GARCÍA HENAO

DAHIANA MARCELA RODRÍGUEZ CARDONA

DANIELA CÁRDENAS HIDALGO

DIRECTOR

SERGIO SANDOVAL SANDOVAL

ASESOR

JULIÁN DÍAZ GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERIAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PEREIRA RISARALDA

ENERO 2014

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo queremos darle gracias a Dios por darnos el regalo de la vida, llenarnos de conocimientos, sabiduría para entender y afrontar las dificultades que se nos presentan en el diario vivir.

A nuestros padres y familiares por estar ahí apoyándonos en todo lo que realizamos y dándonos las fuerzas y herramientas necesarias para triunfar y salir adelante.

A todos los profesores, compañeros y personal que conforman nuestra universidad Libre por acogernos, guiarnos, apoyarnos y educarnos en este proceso de aprendizaje para ser personas capacitadas y de bien.

Este proyecto de grado es un esfuerzo en el cual directa o indirectamente participaron varias personas, pero damos un breve reconocimiento al Ingeniero Julián Díaz Gutiérrez por guiarnos, por corregirnos y por la dirección de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Manifestamos un alto grado de conformismo y agradecimiento al santísimo señor nuestro Dios, dándole gracias, por mantener viva nuestra gran fe luchadora, con el anhelo por crecer y alcanzar las mejores metas llenas de nobles ideales, otorgándonos conocimientos y sabiduría para entender y afrontar las dificultades que se nos presentan en el diario vivir.

Resaltando también el apoyo incondicional y fortaleza de los miembros de cada una de nuestras familias, por estar presente aportándonos amor, motivación y deseos de acertar al no dejar fallecer en algunos instantes del camino de nuestra profesión, apoyándonos en todo lo que realizamos, dándonos las fuerzas y herramientas suficientes, necesarias para triunfar y llegar satisfactoriamente a nuestro propósito.

A todos los educadores de las diferentes ramas educativas, compañeros y Personal que conforman nuestra Universidad Libre, MUCHAS GRACIAS por acogernos, guiarnos, apoyarnos y educarnos en este proceso de aprendizaje mejorando notablemente la calidad de vida personal, formarnos como personas capacitadas y de bien.

Este proyecto de grado es un esfuerzo en el cual directa o indirectamente participaron varias personas que aportaron sus conocimiento para nuestra formación profesional, le agradecemos a los Ingenieros Sergio Sandoval, Adan Silvestre y Julián Díaz Gutiérrez por la aplicación en pro de nuestro desarrollo, aportándonos correcciones y observaciones constructivas con el fin de mejor y alcanzar la perfección, brindándonos la sobresaliente dirección de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores inculcados, por la constante motivación que nos ha permitido ser unas personas de bien, pero ante todo por su infinito amor.

A mis maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de este proyecto de grado.

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Resumen definición de tipos de daños y severidades en pavimento flexible.....	1
Anexo 2. Resumen definición de tipos de daños y severidades en pavimento rígido.....	3
Anexo 3. Formato de inspección para pavimento flexible y rígido tramo C6.....	4
Anexo 4. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C7.....	5
Anexo 5. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C8.....	6
Anexo 6. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C9.....	7
Anexo 7. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C12.....	8
Anexo 8. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C13.....	9
Anexo 9. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C14.....	10
Anexo 10. Formato de inspección para pavimento flexible y rígido tramo C15.....	11
Anexo 11. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C18.....	13
Anexo 12. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C19.....	14
Anexo 13. Formato de inspección para pavimento flexible y rígido tramo C20.....	15
Anexo 14. Formato de inspección para pavimento flexible y rígido tramo C21.....	16
Anexo 15. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C25.....	17
Anexo 16. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C26.....	18
Anexo 17. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C32.....	19
Anexo 18. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C34.....	20

	pág.
Anexo 19. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C35.....	21
Anexo 20. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C36.....	22
Anexo 21. Formato de inspección para pavimento flexible tramo C39.....	23
Anexo 22. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K13.....	24
Anexo 23. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K14.....	25
Anexo 24. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K15.....	26
Anexo 25. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K16.....	27
Anexo 26. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K17.....	28
Anexo 27. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K18.....	29
Anexo 28. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K19.....	30
Anexo 29. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K20.....	31
Anexo 30. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K22.....	32
Anexo 31. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K23.....	33
Anexo 32. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K24.....	34
Anexo 33. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K25.....	35
Anexo 34. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K26.....	36
Anexo 35. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K27.....	37
Anexo 36. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K28.....	38
Anexo 37. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K29.....	39

	pág.
Anexo 38. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K30.....	40
Anexo 39. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K31.....	41
Anexo 40 Formato de inspección para pavimento flexible tramo K32.....	42
Anexo 41. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K33.....	43
Anexo 42. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K35.....	44
Anexo 43. Formato de inspección para pavimento flexible tramo K36.....	45
Anexo 44. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E7.....	46
Anexo 45. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E15.....	46
Anexo 46. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E16.....	47
Anexo 47. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E17.....	47
Anexo 48. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E20.....	48
Anexo 49. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E21.....	48
Anexo 50. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E22.....	49
Anexo 51. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E23.....	49
Anexo 52. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E24.....	50
Anexo 53. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E27.....	50
Anexo 54. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E29.....	51
Anexo 55. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E30.....	51
Anexo 56. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E31.....	52

	pág.
Anexo 57. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E32.....	52
Anexo 58. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E34.....	53
Anexo 59. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E38.....	53
Anexo 60. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E39.....	54
Anexo 61. Formato de inspección para pavimento flexible tramo E40.....	54
Anexo 62. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C1.....	55
Anexo 63. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C2.....	56
Anexo 64. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C3.....	57
Anexo 65. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C4.....	58
Anexo 66. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C5.....	59
Anexo 67. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C10.....	60
Anexo 68. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C11.....	61
Anexo 69. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C16.....	61
Anexo 70. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C17.....	62
Anexo 71. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C22.....	62
Anexo 72. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C23.....	63
Anexo 73. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C24.....	63
Anexo 74. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C27.....	64
Anexo 75. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C28.....	65

	pág.
Anexo 76. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C29.....	66
Anexo 77. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C30.....	67
Anexo 78. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C31.....	67
Anexo 79. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C33.....	68
Anexo 80. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C37.....	68
Anexo 81. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C38.....	69
Anexo 82. Formato de inspección para pavimento rígido tramo C40.....	69
Anexo 83. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K3.....	70
Anexo 84. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K4.....	71
Anexo 85. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K5.....	72
Anexo 86. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K6.....	73
Anexo 87. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K7.....	74
Anexo 88. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K8.....	75
Anexo 89. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K9.....	76
Anexo 90. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K10.....	76
Anexo 91. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K11.....	77
Anexo 92. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K12.....	77
Anexo 93. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K21.....	78
Anexo 94. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K34.....	79

	pág.
Anexo 95. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K37.....	80
Anexo 96. Formato de inspección para pavimento rígido tramo K38.....	81
Anexo 97. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E1.....	82
Anexo 98. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E2.....	82
Anexo 99. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E3.....	83
Anexo 100. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E4.....	83
Anexo 101. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E5.....	84
Anexo 102. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E6.....	84
Anexo 103. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E8.....	85
Anexo 104. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E9.....	85
Anexo 105. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E10.....	86
Anexo 106. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E11.....	86
Anexo 107. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E12.....	87
Anexo 108. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E13.....	87
Anexo 109. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E14.....	88
Anexo 110. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E18.....	88
Anexo 111. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E19.....	89
Anexo 112. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E25.....	89
Anexo 113. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E26.....	90

	pág.
Anexo 114. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E33.....	90
Anexo 115. Formato de inspección para pavimento rígido tramo E41.....	91
Anexo 116. Esquema en planta de los tramos C6 y C7.....	92
Anexo 117. Esquema en planta de los tramos C8 y C9.....	93
Anexo 118. Esquema en planta de los tramos C12 y C13.....	94
Anexo 119. Esquema en planta de los tramos C14 y C15.....	95
Anexo 120. Esquema en planta de los tramos C18 y C19.....	96
Anexo 121. Esquema en planta de los tramos C20 y C21.....	97
Anexo 122. Esquema en planta de los tramos C25 y C26.....	98
Anexo 123. Esquema en planta de los tramos C32 y C34.....	99
Anexo 124. Esquema en planta de los tramos C35 y C36.....	100
Anexo 125. Esquema en planta del tramo C39.....	101
Anexo 126. Esquema en planta de los tramos K13 y K15.....	102
Anexo 127. Esquema en planta de los tramos K16 y K17.....	103
Anexo 128. Esquema en planta de los tramos K18 y K19.....	104
Anexo 129. Esquema en planta de los tramos K20 y K22.....	105
Anexo 130. Esquema en planta de los tramos K23 y K24.....	106
Anexo 131. Esquema en planta de los tramos K25 y K26.....	107
Anexo 132. Esquema en planta de los tramos K27 y K28.....	108

	pág.
Anexo 133. Esquema en planta de los tramos K29 y K30.....	109
Anexo 134. Esquema en planta de los tramos K31 y K32.....	110
Anexo 135. Esquema en planta de los tramos K33 y K35.....	111
Anexo 136. Esquema en planta del tramo K36.....	112
Anexo 137. Esquema en planta de los tramos E7, E15, E16 y E17.....	113
Anexo 138. Esquema en planta de los tramos E20, E21, E22 y E23.....	114
Anexo 139. Esquema en planta de los tramos E24, E27, E29 y E30.....	115
Anexo 140. Esquema en planta de los tramos E31, E32, E34 y E38.....	116
Anexo 141. Esquema en planta de los tramos E39 y E40.....	117
Anexo 142. Esquema en planta del tramo C1.....	118
Anexo 143. Esquema en planta de los tramos C2 y C3.....	119
Anexo 144. Esquema en planta de los tramos C4 y C5.....	120
Anexo 145. Esquema en planta de los tramos C10 y C11.....	121
Anexo 146. Esquema en planta de los tramos C16 y C17.....	122
Anexo 147. Esquema en planta de los tramos C22 y C23.....	123
Anexo 148. Esquema en planta de los tramos C24 y C27.....	124
Anexo 149. Esquema en planta de los tramos C28 y C29.....	125
Anexo 150. Esquema en planta de los tramos C30 y C31.....	126
Anexo 151. Esquema en planta de los tramos C33 y C37.....	127

	pág.
Anexo 152. Esquema en planta de los tramos C38 y C40.....	128
Anexo 153. Esquema en planta de los tramos K3 y K8.....	129
Anexo 154. Esquema en planta de los tramos K4 y K5.....	130
Anexo 155. Esquema en planta de los tramos K6 y K7.....	131
Anexo 156. Esquema en planta de los tramos K9 y K10.....	132
Anexo 157. Esquema en planta de los tramos K11 y K12.....	133
Anexo 158. Esquema en planta de los tramos K21 y K34.....	134
Anexo 159. Esquema en planta de los tramos K37 y K38.....	135
Anexo 160. Esquema en planta de los tramos E1, E2, E3 y E4.....	136
Anexo 161. Esquema en planta de los tramos E5, E6, E8 y E9.....	137
Anexo 162. Esquema en planta de los tramos E10, E11, E12 y E13.....	138
Anexo 163. Esquema en planta de los tramos E14, E18, E19 y E25.....	139
Anexo 164. Esquema en planta de los tramos E26, E33 y E41.....	140
Anexo 165. Formato de conteos vehiculares.....	141
Anexo 166. Entrevista realizada a la comunidad 1 de 12.....	181
Anexo 167. Entrevista realizada a la comunidad 2 de 12.....	182
Anexo 168. Entrevista realizada a la comunidad 3 de 12.....	183
Anexo 169. Entrevista realizada a la comunidad 4 de 12.....	184
Anexo 170. Entrevista realizada a la comunidad 5 de 12.....	185

	pág.
Anexo 171. Entrevista realizada a la comunidad 6 de 12.....	186
Anexo 172. Entrevista realizada a la comunidad 7 de 12.....	187
Anexo 173. Entrevista realizada a la comunidad 8 de 12.....	188
Anexo 174. Entrevista realizada a la comunidad 9 de 12.....	189
Anexo 175. Entrevista realizada a la comunidad 10 de 12.....	190
Anexo 176. Entrevista realizada a la comunidad 11 de 12.....	191
Anexo 177. Entrevista realizada a la comunidad 12 de 12.....	192
Anexo 178. Listado de análisis de precios unitarios (A.P.U.).....	193
Anexo 179. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos C6, C7 y C8.....	197
Anexo 180. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos C9, C12 y C13.....	198
Anexo 181. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos C14, C15 y C18.....	199
Anexo 182. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos C19, C20 y C21.....	200
Anexo 183. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos C25, C26 y C32.....	201
Anexo 184. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos C34, C35 y C36.....	202
Anexo 185. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos C39, K13 y K14.....	203

	pág.
Anexo 186. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos K15, K16 y K17.....	204
Anexo 187. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos K18, K19 y K20.....	205
Anexo 188. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos K22, K23 y K24.....	206
Anexo 189. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos K25, K26 y K27.....	207
Anexo 190. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos K28, K29 y K30.....	208
Anexo 191. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos K31, K32 y K33.....	209
Anexo 192. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos K35 y K36.....	210
Anexo 193. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos E7, E15 y E16.....	211
Anexo 194. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos E17, E20 y E21.....	212
Anexo 195. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos E22, E23 y E24.....	213
Anexo 196. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos E27, E29 y E30.....	214

	Pág.
Anexo 197. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos E31, E32 y E34.....	215
Anexo 198. Presupuesto de valoración para pavimento flexible de los tramos E38, E39 y E40.....	216
Anexo 199. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos C1, C2 y C3.....	217
Anexo 200. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos C4, C5 y C6.....	218
Anexo 201. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos C10, C11 y C15.....	219
Anexo 202. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos C16, C17 y C21.....	220
Anexo 203. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos C22, C23 y C24.....	221
Anexo 204. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos C27, C28 y C29.....	222
Anexo 205. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos C30, C31 y C33.....	223
Anexo 206. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos C37, C38 y C40.....	224
Anexo 207. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos K3, K4 y K5.....	225
Anexo 208. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos K6, K7 y K8.....	226

Anexo 209. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos K9, K10 y K11.....	227
Anexo 210. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos K12, K21 y K34.....	228
Anexo 211. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos K37, K38 y E1.....	229
Anexo 212. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos E2, E3 y E4.....	230
Anexo 213. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos E5, E6 y E8.....	231
Anexo 214. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos E9, E10 y E11.....	232
Anexo 215. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos E12, E13 y E14.....	233
Anexo 216. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos E18, E19 y E25.....	234
Anexo 217. Presupuesto de valoración para pavimento rígido de los tramos E26, E33 y E41.....	235
Anexo 218. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos C6, C7 y C8.....	236
Anexo 219. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos C9, C12 y C13.....	237

	pág.
Anexo 220. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos C14, C15 y C18.....	238
Anexo 221. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos C19, C20 y C21.....	239
Anexo 222. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos C25, C26 y C32.....	240
Anexo 223. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos C34, C35 y C36.....	241
Anexo 224. Presupuesto de reparación para pavimento flexible del tramo C39.....	242
Anexo 225. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos K13, K14 y K15.....	243
Anexo 226. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos K16, K17 y K18.....	244
Anexo 227. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos K19, K20 y K22.....	245
Anexo 228. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos K23, K24 y K25.....	246
Anexo 229. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos K26, K27 y K28.....	247
Anexo 230. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos K29, K30 y K31.....	248
Anexo 231. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos K32, K33 y K35.....	249

Anexo 232. Presupuesto de reparación para pavimento flexible del tramo K36.....	250
Anexo 233. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos E7, E15 y E16.....	251
Anexo 234. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos E17, E20 y E21.....	252
Anexo 235. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos E22, E23 y E24.....	253
Anexo 236. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos E27, E29 y E30.....	254
Anexo 237. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos E31, E32 y E34.....	255
Anexo 238. Presupuesto de reparación para pavimento flexible de los tramos E38, E39 y E40.....	256
Anexo 239. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos C1, C2 y C3.....	257
Anexo 240. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos C4, C5 y C6.....	258
Anexo 241. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos C10, C11 y C15.....	259
Anexo 242. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos C16, C17 y C21.....	260
Anexo 243. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos C22, C23 y C24.....	261

	pág.
Anexo 244. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos C27, C28 y C29.....	262
Anexo 245. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos C30, C31 y C33.....	263
Anexo 246. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos C37, C38 y C40.....	264
Anexo 247. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos K3, K4 y K5.....	265
Anexo 248. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos K6, K7 y K8.....	266
Anexo 249. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos K9, K10 y K11.....	267
Anexo 250. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos K12, K21 y K34.....	268
Anexo 251. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos K37 y K38.....	269
Anexo 252. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos E1, E2 y E3.....	270
Anexo 253. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos E4, E5 y E6.....	271
Anexo 254. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos E8, E9 y E10.....	272

	pág.
Anexo 255. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos E11, E12 y E13.....	273
Anexo 256. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos E14, E18 y E19.....	274
Anexo 257. Presupuesto de reparación para pavimento rígido de los tramos E25, E26 y E33.....	275
Anexo 258. Presupuesto de reparación para pavimento rígido del tramo E41.....	276
Anexo 259. Cronograma de actividades.....	277

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país que cuenta con una gran diversidad de recursos, por tal motivo, la infraestructura vial es un factor determinante en la economía, está implicada directamente en la formación de un mercado amplio y en la vinculación de las regiones aisladas de la geografía nacional, lo que con lleva a realizar un esfuerzo por parte del estado para optimizar la relación que existe entre la disponibilidad de vías de comunicación terrestre y el nivel de desarrollo de la población. Colombia presenta un atraso en infraestructura vial, que le restan productividad y competitividad a la hora de enfrentar un mercado abierto a los grandes conglomerados¹.

Este proyecto de grado consistió en realizar un diagnóstico a partir de la inspección visual de la estructura vial del barrio Providencia, sector perteneciente a la comuna Boston de la ciudad de Pereira (Risaralda), donde se ofrece una información actualizada del estado de las vías e identificar, los deterioros superficiales de los pavimentos mediante un registro visual, diferenciando los tipos de fallas y clasificando sus niveles de severidad y las necesidades de mantenimiento. Para el análisis se dividieron los tramos por calles, carreras y esquinas, teniendo como base el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos y flexibles del INVIAS, adaptándolo específicamente al barrio Providencia, permitiendo así tener datos para la elaboración de los presupuestos de valoración y reparación de cada una de las calles, carreras y esquinas.

Igualmente se realizó un estudio del flujo vehicular que consistió en hacer un conteo y clasificarlo según el tipo de vehículo, en las tres (3) horas picos del día y en tres puntos específicos del barrio Providencia nombrados a continuación:

- Carrera 18 con calle 24
- Carrera 20 con calle 21 Bis
- Carrera 20 con calle 20

¹ ZAMORA F. Néida y BARRERA R. Oscar. Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia. Bogotá D.C.: Universidad EAN, 2012. p. 16-22.

Y así determinar si el flujo vehicular impacta la conformación de la malla vial. Para ampliar la información sobre los antecedentes de los pavimentos del barrio Providencia se realizaron varias entrevistas a algunos de los habitantes del sector.

Finalmente se aclara que en el volumen de anexos se adjuntó toda la información como evidencia de campo como son:

- Formatos de inspección para pavimento flexible.
- Formatos de inspección para pavimento rígido.
- Esquemas en planta de los tramos.
- Entrevistas realizadas a la comunidad.
- Presupuestos de valoración para pavimento flexible.
- Presupuestos de valoración para pavimento rígido.
- Presupuestos de reparación para pavimento flexible.
- Presupuestos de reparación para pavimento rígido.
- Cronograma de actividades.

1. ANTECEDENTES

El barrio Providencia perteneciente a la Comuna Boston, fue fundado el 7 de agosto de 1948 por una sociedad de Pereiranos a través de la cooperativa del barrio, entre ellos Rafael Agudelo y el odontólogo Miguel Ángel Urrego Álzate quien funcionó como tesorero y aportó para su construcción, con una población total promedio de 2.840 habitantes y 570 casas construidas actualmente.

Al consultar a algunos de los habitantes del sector, expresan que las labores de conservación de los pavimentos han sido muy escasas a nula. Según el señor Medardo Piedrahita, habitante del barrio hace más de 40 años, que sólo en el segundo mandato del señor Juan Manuel Arango, Alcalde de la ciudad de Pereira en el año 2003 se hicieron gestiones para la conservación y mejoramiento de la iglesia y sus alrededores, algunas vías calles como fue la calle 21, calle 21 Bis y carrera 19 Bis, las cuales se construyeron en pavimento rígido y actualmente se encuentran en buen estado.

De otro lado, el trabajo de grado de los estudiantes Natalia Andrea Restrepo Mejía; Juan Felipe Rodas Quintero y Felipe Valencia Patiño, de la Universidad Libre Seccional Pereira (2010), que se basa en una inspección visual, en la que es posible detectar una problemática a causa del estado actual de la vía, el documento contiene un reporte, análisis y presupuesto de las vías estudiadas, contemplando una solución que dispone prevenir daños a futuro. Acerca del clima expresan que es un factor que afecta el pavimento, cuyos cambios de temperatura sumados a los excesos de las cargas que sobrepasan los establecidos, contribuyendo a la degradación superficial del pavimento. Por esta razón es necesario diseñar un mantenimiento caracterizado por su buen desarrollo y durabilidad.

Según García A, Nancy del Pilar y Melgarejo T, Indira Alexi, Ing. Civil. Santa Fe de Bogotá, expresa que el manual tiene como propósito orientar en la identificación, clasificación y aplicación de tratamientos selectivos adecuados para la conservación vial. Con el fin de introducir y ubicar la problemática que circunscribe a la conservación de pavimentos se

describe en primer lugar los criterios de mantenimiento y los alcances o niveles de servicio. En segunda instancia, se señalan algunos aspectos característicos de cada uno de los tipos de pavimentos, flexibles y rígidos. Así mismo se describen las manifestaciones de las fallas, su nivel de severidad y la extensión del tamaño de la falla, haciendo referencia general a los tratamientos selectivos requeridos, para la recuperación de las condiciones de transitabilidad de la red vial.

Mientras el Ministerio de Obras Públicas de Chile (2003), tiene por objeto dar a conocer las variables incorporadas en la campaña de Inspección Visual de Caminos Pavimentados, la manera de medirlas y la metodología empleada para la inspección visual de las calzadas y bermas. Para evaluar estructuralmente las características y deterioros de un pavimento se ha desarrollado un sistema de inspección visual sistemático, que consiste en examinar el pavimento. Luego de un procesamiento de estos datos, se obtiene información, por kilómetro, de variables relevantes para la toma de decisiones respecto a las obras de mantenimiento para los caminos de la Red Vial.

Pereira es una ciudad que presenta una tasa de crecimiento urbanístico alta lo cual impacta la malla vial, se puede observar cómo crece la demanda de vehículos que transitan aumentando así los deterioros en las vías y originando problemas de movilidad, es claro lo que pasa en la ciudad y un ejemplo de ello es indiscutible en artículos periodísticos "puntos críticos en la malla vial de Pereira" Publicado el 3 de junio de 2013 en el periódico la tarde por Carlos Giraldo.

Como es evidente la problemática que se presenta en la ciudad de Pereira, el pasado 20 de junio de 2013 se conoció el artículo publicado por el diario Risaralda hoy: Preparan nuevos proyectos viales por valorización en Pereira "Cero Huecos" el anuncio lo hizo en el informe de control político ante el Concejo la Secretaria de Infraestructura Lina María Fracica Aristizábal. La idea de la inspección en pavimentos es recoger en terreno el valor de ciertos parámetros observables y/o medibles de la calzada. Estos parámetros, que representan las características y el nivel de deterioro de un pavimento al instante de hacer la inspección visual, cuyos resultados contribuyen a decidir sobre las acciones de conservación que se requerirán para el buen mantenimiento de la red vial pavimentada.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Pereira, es la ciudad más poblada del eje cafetero, forma parte del Área Metropolitana del Centro Occidente de Colombia siendo un importante eje comercial gracias a que cuenta con una privilegiada ubicación; con una red de acceso por los Departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Valle del Cauca y Chocó con carreteras interdepartamentales.

Igualmente se presentan centros logísticos, empresas, multinacionales, centros comerciales, parques recreacionales, zoológico, aeropuerto internacional, entre muchas otros que hacen de esta ciudad una de las más importantes y prometedoras del país.

A pesar de lo anterior, no es ajeno a los problemas y deficiencias que se presentan en la mayoría de las ciudades de Colombia, como es el caso de los deterioros de los pavimentos en las vías urbanas. Actualmente se puede observar el progreso y transformación que ha adquirido la ciudad en cuanto a su infraestructura vial pero a nivel nacional aún se presenta un atraso vial y en muchas de las ciudades existen deficiencias importantes en cuanto al mantenimiento vial.

En el país no existe una cultura clara del mantenimiento de las obras y es preocupante ver como muchas de las vías que son de vital importancia se vean gravemente afectadas, poniendo en riesgo la seguridad y comodidad de los usuarios.

La malla vial del barrio Providencia está conformada por tres vías colectoras y vías locales construidas en pavimento rígido y flexible, las cuales presentan deterioros por falta de mantenimiento y alto flujo vehicular.

Se presenta mayor deficiencia en los pavimentos flexibles, donde el tipo de falla más frecuente son los parches, debido a los malos procesos de reparación que se llevaron a cabo, generando altos volúmenes de tránsito y accidentalidad; siendo la mayor problemática de esta comunidad.

3. JUSTIFICACIÓN

Los pavimentos son estructuras que se colocan sobre el terreno con la intención de mejorar su resistencia y servir para la movilidad de vehículos, están conformados por varias capas de diferentes materiales y espesores, según el tipo de pavimento y el diseño, depende de factores como el tráfico vehicular, las propiedades físicas y mecánicas del suelo, los materiales que conforman la estructura, el clima y la económica. Con el desarrollo que han tenido los países en el último siglo, las vías que conectan las diferentes ciudades han llegado a tener mayor importancia en el país.

Debido al desarrollo en las ciudades, el tráfico en las vías alcanza altos volúmenes, incluyendo los vehículos comerciales que aportan un gran valor de carga al pavimento, estos factores contribuyen al deterioro de las vías, dado que están sometidas a cargas mayores. Pero los pavimentos no solo fallan debido a las cargas de tráfico que ocasionan fatiga al pavimento, existen otros factores que influyen como las fallas en procesos constructivos, deficiente calidad de los materiales utilizados en las capas, factores climáticos y de temperatura, reflejo de grietas, problemas de drenaje, deformación o expansión de la subrasante, entre muchas otras.

El manual para la inspección visual de pavimentos del INVIAS brinda una herramienta para identificar las fallas que se presentan en los pavimentos, además de especificar las posibles causas. En esta etapa de estudio, se identificaron los daños que existen en el tramo estudiado y la magnitud de los mismos.

Cabe resaltar que los recursos económicos para el mantenimiento de las vías son muy limitados según el Plan de desarrollo 2012-2015 de la alcaldía de Pereira en el programa Infraestructura para el Desarrollo "Movilidad sustentable" con una total para el 2014 de \$53.669.681 para un total plurianual de \$159.538.371 y una meta para el 2015 de 784 Km de vías rehabilitadas, lo que con lleva a estructurar y distribuir los recursos destinados por el municipio, para el mantenimiento preventivo y correctivo con rehabilitación; mitigando el deterioro a futuro de los pavimentos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar de manera visual el estado actual de los pavimentos en la comuna Boston, barrio Providencia comprendido entre la carrera 21 bis a la 19 y las calles 20 hasta la 24 de la ciudad de Pereira, Risaralda.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inspeccionar visualmente el estado de los pavimentos en la comuna Boston, barrio Providencia de la ciudad de Pereira, haciendo uso del manual de inspección visual de pavimentos rígidos y flexibles del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).
- Establecer los tipos de patologías presentes en los pavimentos del sector en estudio, según el manual de inspección visual INVIAS.
- Estimar un valor del patrimonio vial y las posibles reparaciones que facilite la priorización de los recursos destinados al plan de inversión del municipio.
- Realizar recomendaciones para reparaciones que se puedan realizar posteriormente.

5. HIPÓTESIS

El deterioro superficial de los pavimentos flexibles y rígidos ubicados en la comuna Boston barrio Providencia se debe a la presencia de una mayor cantidad de vehículos de carga pesada, procesos constructivos, calidad de los materiales y/o diseños y a la ausencia de una política de mantenimiento preventivo correctivo establecidos por la Alcaldía.

6. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

El sector estudiado, pertenece a la comuna Boston (figura 1), ubicada al oriente del área urbana del municipio de Pereira (Risaralda), conformado por los barrios Centenario, Olaya Herrera, La Lorena I, II, III y IV, Los Almendros, Venecia, La Laguna, Ciudad Palermo, Providencia, Santa Catalina II, Bosques de la Salle, La Florida, Las Gaviotas; Tulcán I, II y III, Villa del Sol, San Remo, Villa Colombia, Ciudad Pereira, La Unidad, San Luis, El Vergel, Guadales de Canaan, Verona. Sin embargo, este estudio se limitará al barrio Providencia². Tal como se ilustra en la figura 1.

Figura 1. Comuna Boston.



Fuente: mapa de división por comunas del Municipio de Pereira, centro de documentación página web Alcaldía de Pereira.

² CENTRO DE DOCUMENTACIÓN. Alcaldía de Pereira. Mapas descargables (Mapa de barrios y asentamientos urbanos)[en línea]<<http://portal.pereira.gov.co:7778/PUBLICADOR/CENTRODOCUMENTACION/sigper/BARRIOS.pdf>> [citado el 08 de Abril de 2013].

Alcance del proyecto. Conocer visualmente el estado general del pavimento en la ciudad de Pereira, brindar información actualizada del estado de las vías e identificar los deterioros superficiales clasificando sus niveles de severidad y las necesidades de mantenimiento.

Recurso legal y normativo. El trabajo de grado se desarrolló bajo los criterios y dentro del programa académico de la Universidad Libre Seccional Pereira, la Norma Técnica Colombiana (NTC 1486) con la asesoría del grupo de docentes de investigación de la Universidad, en la ciudad de Pereira. Además, fue necesario acudir a los manuales de inspección visual de pavimentos rígido y flexibles del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y el manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (MINTRANSPORTE), también se consultó en la Gobernación de Risaralda y Alcaldía de Pereira la lista de precios unitarios e insumos para la elaboración del presupuesto. Otra fuente de la información de normatividad, corresponde a:

- Ley 388 de 1997 plan de ordenamiento territorial.
- Ley 336 de 1996 estatuto nacional de transporte.
- Ley 769 de 2002 código nacional del tránsito.
- Ley 1383 de 2010 reforma al código nacional del tránsito.
- Plan de desarrollo 2012-2015 "por una Pereira mejor" mediante el acuerdo No. 20 de 2012.

6.1 LÍMITES DEL BARRIO PROVIDENCIA

Tabla 1. Límites del barrio providencia.

Norte	Centro de Pereira comprendido por el sector Lago Uribe, igualmente referenciado con el sector Plaza de Bolívar.
Sur	Con los barrios El Vergel, Venecia, Ciudad Palermo, la comuna San Nicolás y El Poblado.
Occidente	Con los barrios Bosques de La Salle, La Florida, Las Gaviotas, Tulcán I, II, III y la comuna Boston.
Oriente	Con las universidades Antonio Nariño y Tecnológica de Pereira.

Fuente: elaboración propia.

6.2 SECTORIZACIÓN

Se consultó a los habitantes del sector con el propósito de obtener información sobre las vías y mantenimiento. El método de recolección de información fueron entrevistas (ver anexos). Las vías comprendidas en el barrio Providencia se pueden observar en la tabla 2 mientras la figura 1,1 ilustra la demarcación del barrio.

Tabla 2. Vías comprendidas del sector en estudio.

Norte a Sur	Cra 19 – Cra 21 B
Occidente a Oriente	Cl 24 – Cl 20

Figura 1,1. Ubicación geográfica del barrio Providencia.



Fuente: Google Earth.

7 MARCO REFERENCIAL

7.1 MARCO TEÓRICO

7.1.1 Pavimento. Estructura apoyada sobre la subrasante y conformada por diferentes capas (sub-base, base y carpeta de rodadura). Tiene como fin distribuir las cargas del tránsito sobre el suelo y proporcionar comodidad al usuario.

El pavimento soporta y distribuye la carga en una presión unitaria lo suficientemente disminuida para estar dentro de la capacidad del suelo que constituye la capa de apoyo, reduciendo la tendencia a la formación de fallas³.

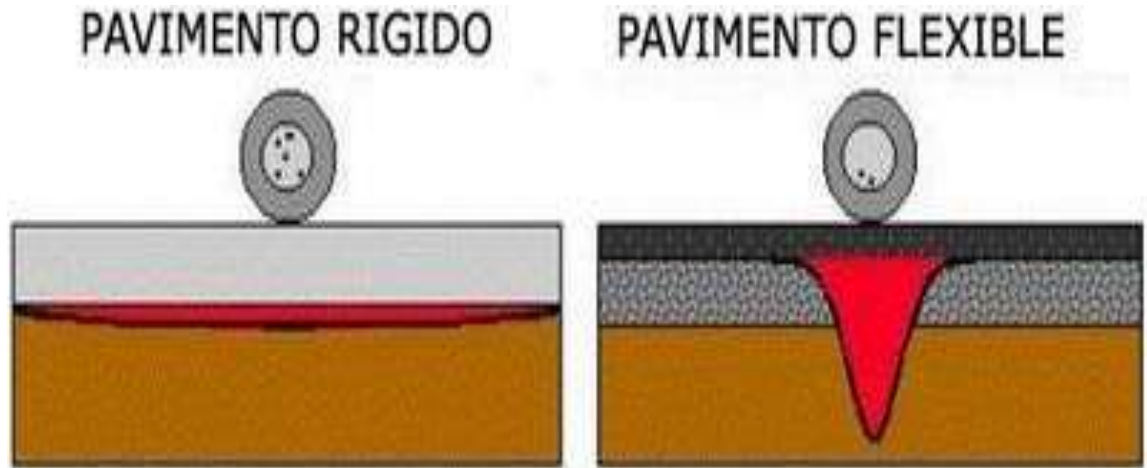
Los pavimentos se clasifican en:

- Flexibles.
- Rígidos.
- Semirígidos.
- Articulados.

7.1.2 Distribución de esfuerzos sobre los pavimentos. Los pavimentos rígidos tienen un módulo de elasticidad mayor, el hormigón absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento, su vida útil varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa comúnmente es las juntas de las losas. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia, además como es concreto es capaz de resistir un cierto grado de esfuerzo de tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio, aun cuando existan zonas débiles en la subrasante, mientras que en el pavimento flexible este esfuerzo es transmitido hacia las capas inferiores, como se ilustra en la figura 2.

³ Tomado de: <http://www.ingenieriacivil.com/2009/06/capas-de-un-pavimento.html>.

Figura 2. Distribución de cargas de pavimento rígido y flexible.



Fuente: diseño directo de pavimentos flexibles. Ing. Henry A. Vergara. 1997. Pág. 2.

La eficiencia de la transferencia de carga depende de factores como:

- Rigidez y mecanismo de transferencia de carga en las juntas.
- Base / subbase de soporte.
- Temperatura.
- Sólo responden linealmente en los bajos rangos de esfuerzos.
- Algunas deformaciones plásticas se van acumulando tras la aplicación repetida de cargas.

Existen varios métodos para determinar la deformación en los pavimentos los más utilizados son el modelo de Boussinesq, multicapas de Burmister y modelo de Westergaard.

Modelo de Boussinesq. La presión ejercida por un neumático (q_0) es del orden de 0,2 a 0,7 Mpa, el cual es un valor elevado para que lo soporte el suelo natural; por tal razón la calzada debe repartir esta presión para llevarla a un nivel tolerable a través de modelos que trabajan las siguientes hipótesis.

- La carga aplicada a la calzada se esquematiza por una presión q_0 sobre un círculo de radio a .
- El suelo soporte se supone elástico con módulo de Young E_2 , relación de Poisson ν_2 . Este suelo solo puede resistir, sin deformarse exageradamente, un esfuerzo vertical admisible $(\sigma_z)_{ad}$, inferior a la presión q_0 .
- Se busca que a una profundidad H del suelo la presión vertical este suficientemente difusa para no sobrepasar el esfuerzo vertical admisible $(\sigma_z)_{ad}$. Boussinesq resolvió este problema al proponer que a una profundidad z el esfuerzo vertical σ_z es igual a:

$$\sigma_z = q_0 \left[1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{\left(1 + \left(\frac{z^2}{a^2}\right)\right)^{3/2}} \right]$$

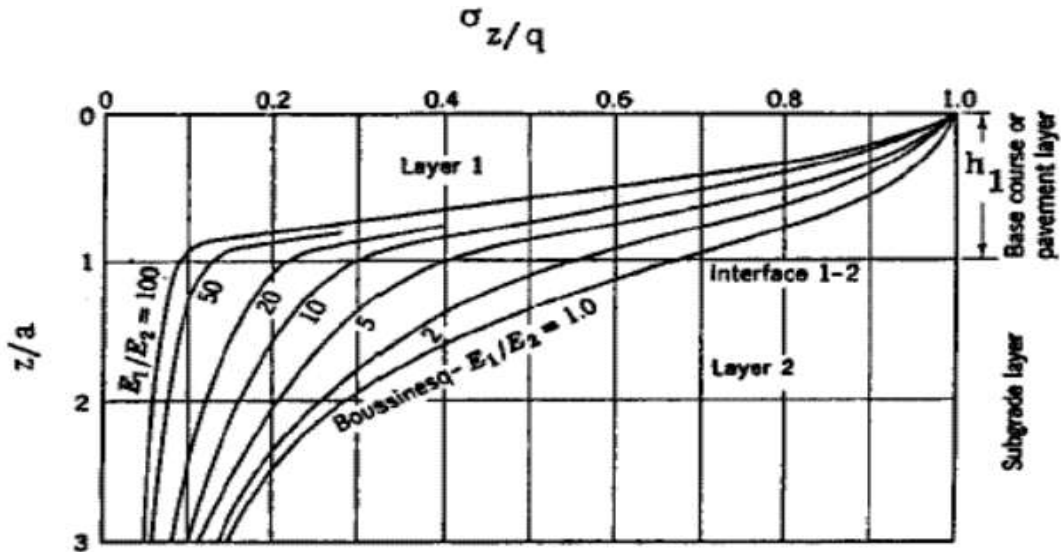
Modelo de dos capas. (Burmister, 1943). Ilustrado en la figura 2,1 y 2,2.

- Cálculo de esfuerzos, deformaciones y desplazamientos en función de z/a y r/a
- Los esfuerzos y deflexiones dependen de la relación modular de las capas (E_1/E_2) y de la relación de espesor (h_1/a)
- El esfuerzo vertical decrece con el incremento de la relación modular.
- Para una determinada presión de contacto, el esfuerzo vertical aumenta con el radio de contacto y con la disminución del espesor de la capa superior.

Modelo de multicapas. (Burmister, 1945).

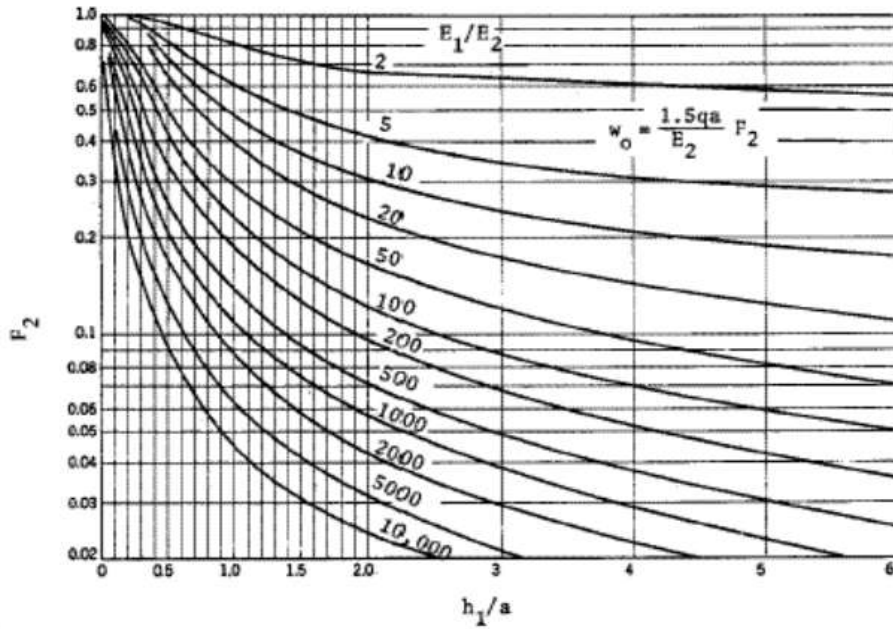
Expresiones analíticas para cálculo de esfuerzos y desplazamientos.

Figura 2,1. Curvas de influencia de esfuerzos en sistemas de dos capas.



Fuente: diseño racional de pavimentos. Fredy Alberto Reyes Lizcano. 2003. Pág. 182.

Figura 2,2. Factor de deflexión superficial para sistemas de dos capas.



Fuente: diseño racional de pavimentos. Fredy Alberto Reyes Lizcano. 2003. Pág. 183.

Modelo de Westergaard. Aporta una variable que facilita los cálculos: el suelo soporte se asimila a una serie de resortes, para los cuales el desplazamiento vertical w es proporcional a la presión vertical v en ese punto. Sea $v = k * W$. Donde:

V : esfuerzo vertical sobre el masivo.

k : módulo de reacción del suelo soporte.

w : desplazamiento vertical de la placa.

7.1.3 Características que debe reunir un pavimento. Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos⁴:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito y a los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influyen en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

7.1.4 Pavimentos flexibles. Tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas⁵.

⁴ MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. 3ª Edición Tomo 1. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2002. p. 1-2.

7.1.4.1 Componentes estructurales de un pavimento flexible. En la tabla 3 se ilustra un corte típico de la estructura de un pavimento flexible.

Tabla 3. Sección típica de un pavimento flexible.

Capa superficial	Se coloca encima de la base y está formada por una mezcla bituminosa o de concreto asfáltico. Debe tener una textura que asegure una buena resistencia al deslizamiento de los neumáticos y resistir las presiones verticales de contacto aplicadas por los vehículos.
Base	Su función es absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y además repartir uniformemente los esfuerzos a la sub-base y terreno de subrasante. El material que se emplee debe ser resistente a los cambios de temperatura y humedad.
Subbase	Es la capa que se encuentra entre la base y la subrasante, de menor calidad donde al estar más alejada de las cargas del tráfico, estas le llegan más disminuidas.
Subrasante	Suelo que sirve como soporte para la estructura del pavimento.

Fuente: adaptada del libro de Montejó⁶.

7.1.4.2 Materiales bituminosos. Se usan en las construcciones de las carpetas y cajas de las carreteras. Son materiales bituminosos que contienen en su composición asfaltos naturales, betunes asfálticos de penetración, betunes asfálticos de oxidación, alquitranes o breas⁷.

⁵ Tomado de: Oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com.

⁶ MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. Fundamento, estudios básicos y diseño. 3ª Edición Tomo 1. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2002.

⁷ GARBER, Nicholas J. y LESTER A., Hoel. Ingeniería de tránsito y carreteras. Tercera edición. México D.F. 2002. p. 907

7.1.4.3 Tipos de daños en pavimentos flexibles. Según el “Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles” del INVIAS los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificados en cinco (5) categorías:

- Fisuras.
- Deformaciones.
- Pérdida de capas estructurales.
- Daños superficiales.
- Otros daños.

Dentro de cada categoría existen diferentes deterioros que se originan por diversos factores, algunos de los cuales se han establecido mediante la revisión bibliográfica, y otros mediante evaluación de campo y ensayos de laboratorio⁸. En la tabla 4 se clasifican los tipos de daños en un pavimento flexible.

Tabla 4. Tipos de daños en pavimento flexible.

Categorías	Tipos de daños
Fisuras	<ul style="list-style-type: none"> • Longitudinales y transversales (FL, FT). • En juntas de construcción (FCL, FCT). • Por reflexión de juntas (FJL o FJT). • En media luna (FML). • De borde (FBD). • En bloque (FB). • Piel de cocodrilo (PC). • Por deslizamiento de capas (FDC). • Incipiente (FIN).

⁸ INSTITUTO NACIONAL DE VIAS DE COLOMBIA. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. 2006. p. 1

Tabla 4. (Continuación).

Categorías	Tipos de daños
Deformaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Ondulación (OND). • Abultamiento (AB). • Hundimiento (HUN). • Ahuellamiento (AHU).
Pérdida de las capas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Descascaramiento (DC). • Baches (BCH). • Parche (PCH).
Daños superficiales	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste superficial (DSU). • Pérdida de agregado (PA). • Pulimento del agregado (PU). • Cabezas duras (CD). • Exudación (EX). • Surcos (SU).
Otros daños	<p>Suelen aparecer como consecuencia de los afloramientos, los cuales ocurren por la presencia o infiltración de agua en la estructura. Según el manual, la berma puede presentar cualquiera de los daños mencionados anteriormente, en tal caso se reporta el daño encontrado adicionando una "B" al final de la sigla del daño correspondiente.</p>

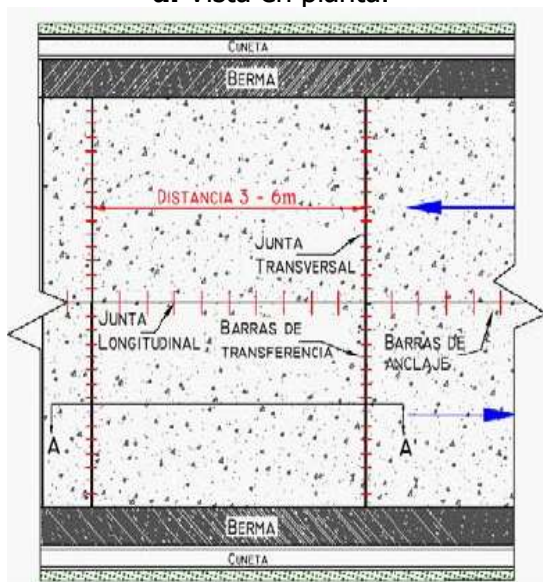
Fuente: adaptada del manual para la inspección visual de pavimentos flexibles INVIAS.

7.1.5 Pavimentos rígidos. Son aquellos formados por una losa de concreto sobre una subbase, o directamente sobre la sub-rasante. Absorbe los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente y la cantidad de concreto debe ser controlada⁹. Entre los pavimentos rígidos están.

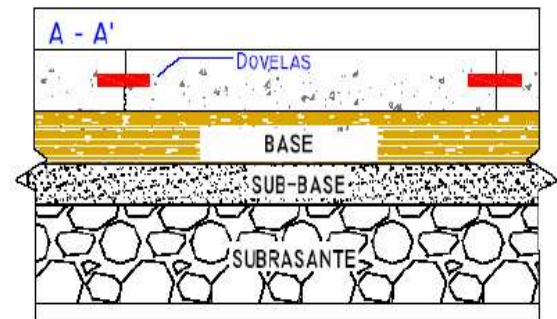
7.1.5.1 Losas de concreto simple. Este sistema utiliza placas de concreto sin refuerzo. Las juntas de contracción transversal son en general construidas a intervalos entre 3 y 6 m, con el objetivo de controlar la fisuración de las losas. Dependiendo del diseño de las losas, éstas se pueden unir mediante dovelas o barras de transferencia colocadas en las juntas transversales asegurando la transferencia de carga entre estas; además se colocan barras de anclaje en las juntas longitudinales, en dirección perpendicular al eje de la vía¹⁰. En la figura 3 se aprecia las losas de concreto simple.

Figura 3. Losas de concreto simple.

a. Vista en planta.



b. Vista en perfil (Sección A-A').



Fuente: manual para la inspección visual de pavimento rígido. Ing. Francisco Alberto Gutiérrez. Octubre de 2006. Pág. 1.

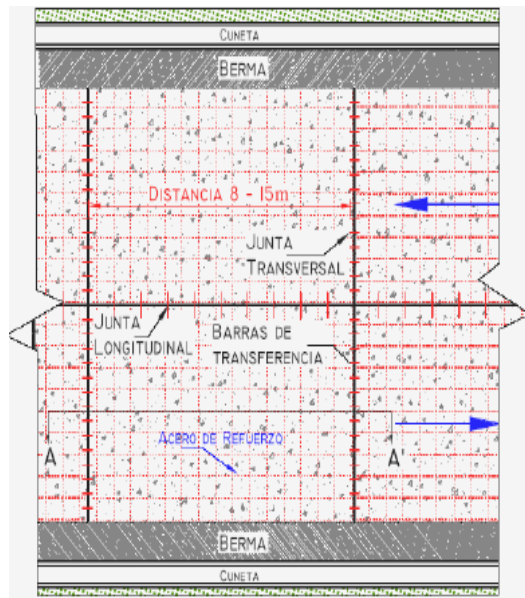
⁹ Tomado de: Oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com.

¹⁰ INSTITUTO NACIONAL DE VIAS DE COLOMBIA. Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. 2006. p. 1

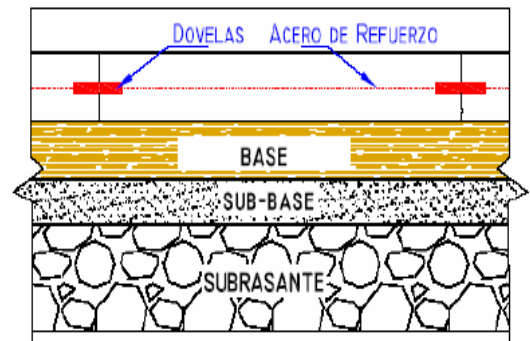
7.1.5.2 Losas de concreto reforzado. Comprende placas dilatadas con juntas transversales entre 7 – 15 m, este sistema utiliza juntas de contracción y adicionalmente acero de refuerzo para evitar la fisuración de las losas. Las dovelas son usadas en las juntas transversales para asegurar la transferencia de cargas entre losas, como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Losas de concreto reforzado.

a. Vista en planta.



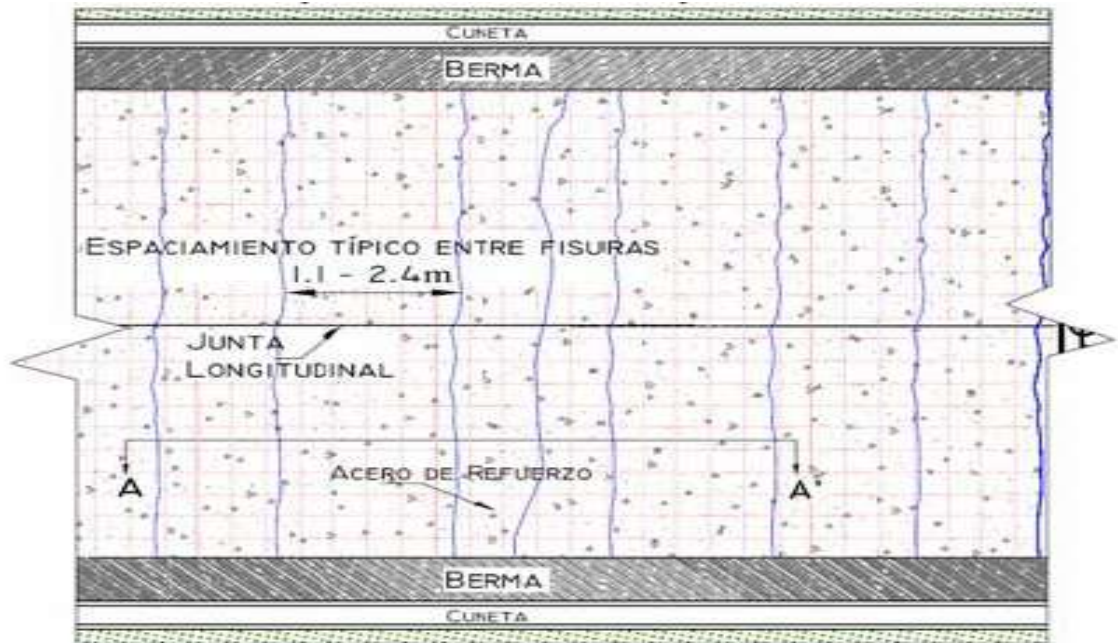
b. Vista en perfil (Sección A-A).



Fuente: manual para la inspección visual de pavimento rígido. Ing. Francisco Alberto Gutiérrez. Octubre de 2006. Pág. 2.

7.1.5.3 Pavimento continuamente reforzado. También conocido como PLV (Pavimento de Larga Vida), no produce un deterioro significativo en el cimiento y capas de base, siempre que se lleve a cabo un adecuado mantenimiento en la capa de rodadura, éste sistema no requiere juntas de contracción como se ilustra en la Figura 5.

Figura 5. Concreto continuamente reforzado (vista en planta).



Fuente: manual para la inspección visual de pavimento rígido. Ing. Francisco Alberto Gutiérrez. Octubre de 2006. Pág. 3.

7.1.5.4 Tipos de daños en pavimentos rígidos. Según el "Manual Para la Inspección Visual de Pavimento Rígido" del INVIAS se clasifican en cuatro (4) tipos:

- Grietas.
- Deterioro de las juntas.
- Deterioro superficial.
- Otros deterioros.

Los niveles de severidad se encuentran clasificados en: alta, media y baja; para distinguir la gravedad o deterioro del daño. Cuando en un mismo tipo de daño se encuentra varios niveles de severidad o tipos de daño, es necesario anotar el de mayor importancia y magnitud. En la tabla 5 se clasifican los tipos de daños en un pavimento rígido.

Tabla 5. Tipos de daños en pavimento rígido.

Categorías	Tipos de daños
Grietas	<ul style="list-style-type: none"> • De esquina (GE). • Longitudinales (GL). • Transversales (GT). • En los extremos de los pasadores (GP). • En bloque o fracturación múltiple (GB). • En pozos y sumideros (GA).
Daños en juntas	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de juntas longitudinales (SJ). • Deterioro del sello (DST – DSL).
Deterioros superficiales	<ul style="list-style-type: none"> • Desportillamiento de juntas (DPT, DPL). • Descascaramiento (DE). • Desintegración (DI). • Baches (BCH). • Cabezas duras (CD). • Pulimento (PU). • Escalonamiento juntas longitudinales (EJL) transversales (EJT). • Levantamiento localizado (LET, LEL). • Parches (PCHA - PCHC). • Hundimientos o asentamientos (HU).
Otros tipos de deterioro	<ul style="list-style-type: none"> • Fisuración por retracción o tipo malla (FR). • Fisuras ligeras de aparición temprana (FT). • Fisuración por durabilidad (FD). • Bombeo sobre la junta transversal (BOT). • Bombeo sobre la junta longitudinal (BOL). • Ondulaciones (ON). • Descenso de la berma (DB). • Separación entre la berma y el pavimento (SB).

Fuente: elaboración propia adaptada por el autor del manual para la inspección visual de pavimentos rígidos INVIAS.

7.1.6 Procedimiento para el registro de daños. El objetivo de la inspección visual es establecer el porcentaje de pavimento afectado señalando los tipos de daños superficiales que se presentan, magnitud y severidad, factores que lo afectan y posibles soluciones. Los daños se registrarán en un formato diseñado por el INVIAS que permite inspeccionar cada daño con su severidad y dimensiones.

Posteriormente se encuentra el reporte de daños obteniendo los datos del levantamiento, se prosigue con el procesamiento y análisis de la información de campo, con el fin de generar el reporte de los resultados obtenidos y sus posibles soluciones.

7.1.7 La conservación de los pavimentos. Se define como un conjunto de actividades orientadas a brindar, mantener y retardar el deterioro del pavimento así mismo extender la vida útil, mejorando su servicio y no siempre reduciendo la degradación de la estructura y servicio al usuario.

La conservación de las vías es un concepto que proviene desde los tiempos de Roma, considerándose como un servicio fundamental en el imperio, el poder mantener la red vial en mejores condiciones. En los siglos siguientes en España, Carlos III y su Ministro el Conde de Floridablanca, realizaron la mejora de la red vial. En Inglaterra, la ley de pavimentación de Westminster, estableció un nuevo cuerpo responsable de las mejoras de las calles, llamado "comisionado de pavimentación".

"Actualmente en las ciudades y poblaciones importantes se dispone de procedimientos (sistemas de gestión) consistentes en administrar el presupuesto asignado a la conservación de la red viaria urbana y que basándose en una información básica (características geométricas, secciones estructurales, tipos de tráfico, etc.) y en la información del estado de los pavimentos, evolución de sus deterioros y en el comportamiento de los firmes, permite a los técnicos de conservación, definir los tratamientos adecuados para cada caso, orden de prioridad (actuación inmediata o a medio o largo plazo), valorar las correspondientes operaciones de conservación, coordinar y controlar las mismas, para así poder obtener el mejor aprovechamiento de los recursos

*disponibles*¹¹. Un adecuado modelo de gestión para una red vial debe realizar un uso efectivo de recursos económicos los cuales son limitados, identificando las fallas de los pavimentos a tratar, aplicando tratamientos al pavimento en el tiempo correcto. Esto implica mayores estudios y conocimientos del desempeño tanto de los pavimentos como de los tratamientos aplicados.

7.1.8 Formulación de programas teóricos de conservación¹². Algunos de los factores de mayor suceso que afectan la vida del pavimento son:

- Diseño.
- Calidad de materiales.
- Procesos constructivos.
- Volumen de tráfico y carga de ejes.
- Geometría de la vía.
- Edad del pavimento.
- Condiciones ambientales.
- Políticas de mantenimiento.

7.1.9 Etapas de un programa de conservación. Requiere el desarrollo de al menos cuatro (4) actividades que en la tabla 6 se ilustra.

Tabla 6. Etapas para el programa de conservación.

Etapas	Definición
Técnicas o acciones	Son labores aplicadas al pavimento con el objeto de mejorar la regularidad, deterioro superficial, fricción, capacidad estructural, entre otros.

¹¹ RAMA LABRADOR, Francisco. Historia de los pavimentos urbanos. En: Cimbra. Septiembre-Octubre 2006, No. 371, p. 48.

¹² CASTILLO CONTRERAS, Cristian Francisco. Formulación de una metodología general para la elección de programas de conservación de pavimentos viales y su aplicación a la región de Magallanes. Santiago de Chile, 2008. p. 21.

Tabla 6. (Continuación).

Etapas	Definición
Estrategias	Métodos aplicados al pavimento con el objeto de mejorar su condición funcional y/o estructural.
Políticas	Se especifica y establecen cómo se aplican en el tiempo las estrategias o técnicas de conservación. Pueden obedecer a una intervención programada o a una intervención por condición de respuesta (aparición de fallas).
Estándares	Establecidas las estrategias y políticas de conservación a aplicar, se deben definir los umbrales de intervención, lo que lleva a la determinación de los estándares de conservación.

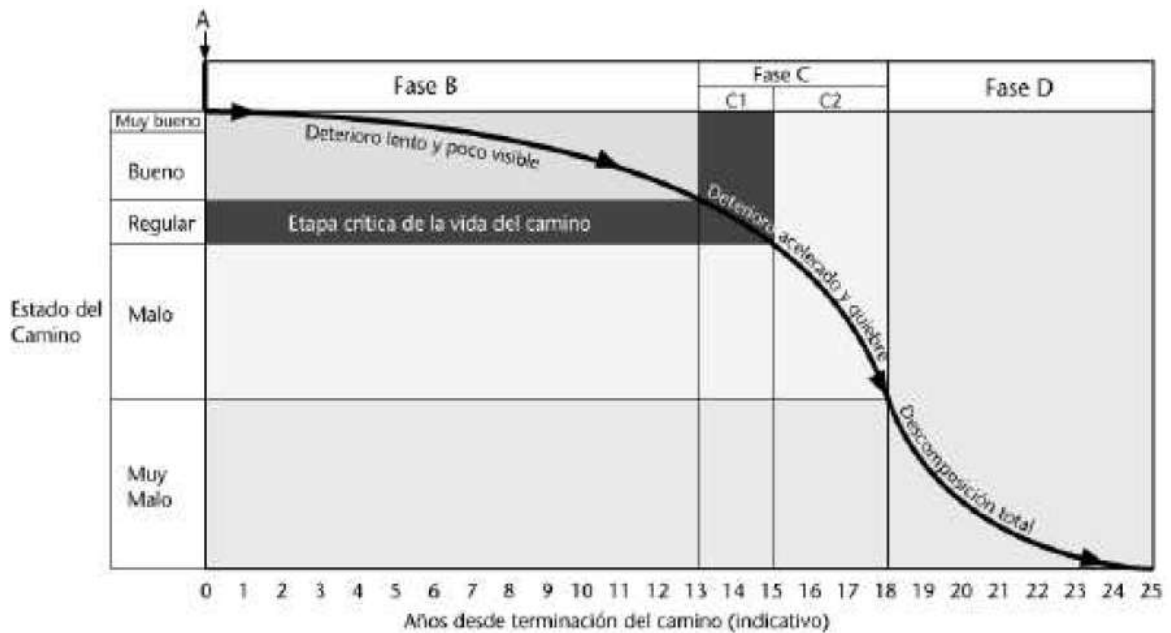
Fuente: esquema elaboración propia.

7.1.10 El ciclo de vida del pavimento. A lo largo de los años se ha generado una curva descendente que representa el ciclo de vida de un pavimento, el cual no se le aplica ningún tipo de mantenimiento después de construido.

Según el siguiente esquema, el programa de conservación de las vías debe incluir un análisis detallado de las fallas funcionales del pavimento, el cual se obtiene haciendo un inventario de daños, que se realiza en un tiempo definido.

Este ciclo muestra el estado del pavimento y se separa en cuatro (4) fases, tal como se ilustra en la figura 6.

Figura 6. Ciclo de vida de un pavimento.



Fuente: Formulación de una metodología general para la elección de programas de conservación de pavimentos viales y su aplicación, 2008¹³.

De cada fase se observa:

Fase A. Fin construcción. Corresponde al momento en que el pavimento entra en servicio, apenas terminada la obra (punto A del gráfico).

Fase B. Deterioro lento y poco visible. Con el paso del tiempo, el pavimento va experimentando un desgaste lento, principalmente en la superficie y en menor grado, en el resto de la estructura. Para frenar este proceso de desgaste, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en el pavimento y en las obras de drenaje. Además, hay que efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento.

Durante toda esta fase, el pavimento se mantiene aparentemente en buen estado y el usuario no observa el desgaste.

¹³ CASTILLO CONTRERAS, Cristian Francisco. Formulación de una metodología general para la elección de programas de conservación de pavimentos viales y su aplicación a la región de Magallanes. Santiago de Chile, 2008. p. 22.

Fase C. Deterioro acelerado y quiebre. Después de varios años de uso, el pavimento entra en una etapa de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito.

Al finalizar la fase C y durante la fase D, sólo cabe reconstruir completamente la estructura del pavimento, a un costo que puede equivaler a entre 50% y 80% del valor de un pavimento completamente nuevo.

Fase D. Descomposición total. La descomposición total del pavimento constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante ese período, lo primero que se observa es la pérdida de la estructura del pavimento.

7.1.11 Análisis de tránsito. Los pavimentos se diseñan en función del efecto del daño que produce el paso de un eje con una carga y para que resistan un determinado número de cargas aplicadas durante su vida útil. Un tránsito mixto está compuesto de vehículos de diferente peso y número de ejes¹⁴.

7.1.12 Volúmenes de tránsito. Para el diseño de estructuras de pavimento es necesario conocer el número de vehículos que pasan por un punto dado. Para el efecto se realizan estudios de volúmenes de tránsito, los cuales pueden variar desde los más amplios en un sistema de caminos, hasta el recuento en lugares específicos tales como: puentes, túneles o intersecciones de carreteras¹⁵. Estos aforos se realizan con el objeto de:

- Determinar la composición, volumen de tránsito en un sistema de carreteras y el número de vehículos que transitan en cierta zona o que circulan dentro de ella.
- Evaluar índices de accidentes.
- Servir de base para la clasificación de caminos.
- Datos útiles para la planeación de rutas y determinación de proyectos geométricos.
- Proyectar sistemas de control de tránsito.
- Elaborar sistemas de mantenimiento.
- Establecer prioridades y técnicas de construcción, entre otros.

¹⁴ CORONADO ITURBIDE, Jorge. Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala. Noviembre de 2002. Cap. 3. p. 1.

¹⁵ *Ibid.*, p. 1-2.

En todo estudio de volúmenes de tránsito es necesario obtener dos datos básicos: el tránsito medio diario general y el tránsito medio diario de camiones. Estos se pueden obtener al efectuar censos o aforos de tránsito en el lugar de la construcción o si es nueva, mediante censos o aforos de tránsito en lugares próximos.

Dentro de estas consideraciones también es necesario conocer las tasas de crecimiento o incremento anual del tránsito, la distribución por dirección en cada sentido del camino y si fuera en carreteras con más de dos vías, la distribución vehicular en cada una de ellas.

7.1.13 Origen de los pavimentos de concreto en Colombia¹⁶. La historia de los pavimentos en Colombia se remonta al gobierno de Rafael Reyes, quien crea el Ministerio de Obras Públicas -MOP- el 7 de enero de 1905 para direccionar las vías nacionales, las líneas férreas y la canalización de los ríos.

Desde esa época se clasifican las vías en nacionales, departamentales y municipales, se crean las juntas de caminos, se establecen formas de financiación y se construyen carreteras para conectar las capitales departamentales con las poblaciones vecinas.

Durante el Gobierno del General Rafael Reyes Prieto (1904-1909), se construyeron 207 km de "carreteras" y 572 km de caminos sin pavimentar.

La primera carretera fue la carretera Central del Norte que comunicaba a Bogotá con Santa Rosa de Viterbo (Boyacá): en veinte años de construcción no llegó a Sopó, pero por ella transitó el primer carro importado a Colombia.

7.1.14 De los caminos de herradura a los primeros pavimentos. En 1910 la Asamblea Nacional ordenó el traslado de las carreteras nacionales a los departamentos entregando recursos para la construcción, con lo cual se construyeron los siguientes caminos de herradura:

- Popayán-Micay.
- Popayán-La Plata.
- Pasto-Puerto Asís.

¹⁶ Tomado de: <http://www.360gradosblog.com/index.php/historia-y-origen-de-los-pavimentos-de-concreto-en-colombia/>

- Ibagué-Calarcá.
- Pasto Barbacoas (que se pavimentó con concreto a finales del siglo).

Las vías nacionales se clasificaban en:

- Estratégicas: unen la capital con las fronteras, los puertos y algunos centros estratégicos.
- De comunicación: comunican los territorios de colonización con el interior del país.
- De vital importancia militar o comercial.

El primer pavimento en Colombia se construyó en las calles del centro de Bogotá y en el parque de la Plaza Bolívar entre 1890 y 1893, pero la poca técnica empleada en la obtención del asfalto, la falta de fundación del pavimento, el uso de cascajo en lugar de arena, entre otras circunstancias, provocaron inconformidad con la obra.

En 1913 con ocasión del primer centenario de la Batalla de Boyacá, se suscribieron 9 contratos para pavimentar 8.541, 85 m² de vías. Entre 1922 y 1928 la importación de carros alcanzó los 13.246 vehículos; el gobierno estableció algunos impuestos de importación, consumo de gasolina, lubricantes, llantas y accesorios básicos, los usuarios, en respuesta le exigieron al MOP mejores vías de comunicación.

En 1929 el MOP pavimenta 5 km de la carrera 7^a entre San Diego y la Avenida Chile (Bogotá), utilizando concreto asfáltico.

En las siguientes dos décadas el país gana en tecnificación: en 1932 se "petrolizan" dos carreteras: la Central desde la Avenida Chile hasta Usaquén y la calle 13. Un año después se inaugura el sistema de valorización para pavimentar dos kilómetros de la Avenida Chile, utilizando la técnica del Macadam.

En 1938 se autoriza la pavimentación de algunos tramos de carreteras nacionales y se crea el programa "cambio de piso". En 1939, el presidente Eduardo Santos, ordena pavimentar 900 km en un lapso de tres años con la asesoría del Bureau of Public Roads y específicamente del experto Worth D. Ross, quien recomienda especificaciones, toma de muestras y ensayos.

7.1.15 Pavimentación en los años 50¹⁷. En el año 1950 por sugerencia del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento –BIRF se crea el Comité de Desarrollo que en conjunto con la Misión Currie recomiendan un plan vial orientado a construir 5.261 km de vías en tres (3) años. En esta década se construye la Avenida de los Libertadores (Autopista Norte) con una longitud de 22,5 km desde la calle 80 hasta la 170. Se construye también la Avenida El Dorado, con un pavimento de concreto que se rehabilita en un 15 % de su área 48 años después.

Se pavimenta con concreto, sobre arcillas expansivas, la vía entre Luruaco-Cartagena, la Autopista Sur de Medellín y las principales calles y avenidas de Barranquilla.

7.1.16 Década de los 60¹⁸. En septiembre de 1966 el Fondo Vial Nacional con un préstamo del BIRF acomete el Plan de Pavimentación de 1.700 km, pero por falta de mantenimiento de las vías hechas entre 1950 y 1965 el sistema vial entra en crisis.

7.1.17 Década de los 70¹⁹. En el año 1977 con fondos del BIRF se rehabilitan 978 km de carreteras con el programa Séptimo Proyecto de Carreteras. Paralelamente a los programas viales, se construye el Aeropuerto de Barranquilla Ernesto Cortizos y se pavimentan con concreto las pistas del aeropuerto de Cali.

En esta década se logra por primera vez un nivel aceptable de red vial con ahorros en tiempos de viaje y en costos de operación, convirtiéndose el transporte de carga por carreteras en el medio por excelencia para el transporte de mercancías.

7.1.18 Década de los 80 y siglo XXI. En 1987 el Departamento Nacional de Planeación -DNP- en su informe Economía Social establece que la eficiencia en la prestación del transporte se mide con base en la calidad, el tiempo y los costos además de la extensión de cobertura a poblaciones aisladas.

En los años 90 se construye el pavimento de concreto en el sector Ricaurte – El Diviso en una longitud de 43 km en la carretera Pasto – Tumaco.

¹⁷ Tomado de: <http://www.360gradosblog.com/index.php/historia-y-origen-de-los-pavimentos-de-concreto-en-colombia/>.

¹⁸ *Ibíd.*

¹⁹ *Ibíd.*

En el departamento de Antioquia se construyen pavimentos de concreto en la carretera La Cortada – Yolombó y La Unión – Sonsón, también se construyó el pavimento de concreto de la Circunvalar de Providencia. Para 1993 el 90% de carga del país se transportaba través de la red vial.

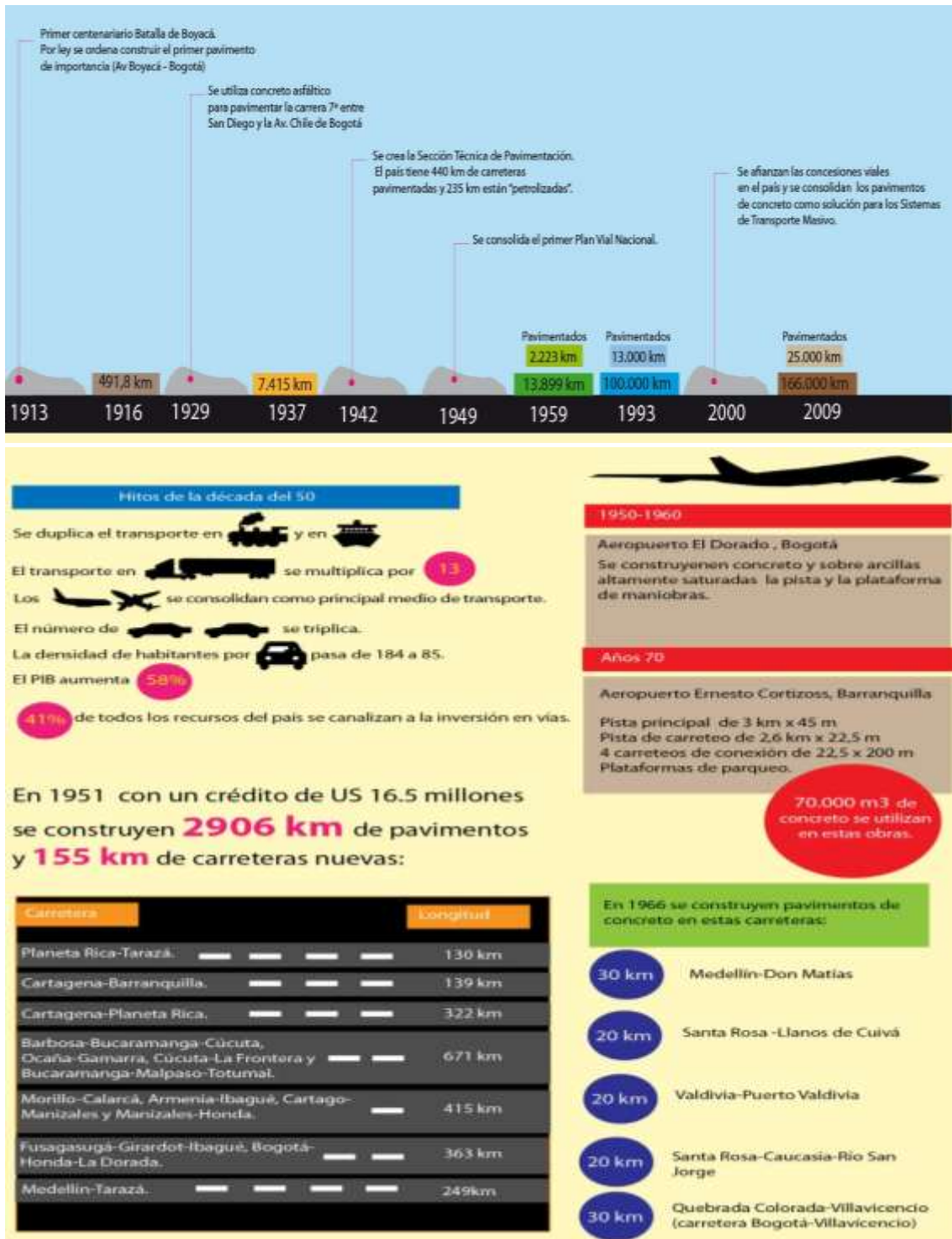
A partir del año 2000 se afianzan las concesiones viales en el país, y los pavimentos de concreto se imponen como la solución para los Sistemas de Transporte Masivo. *“Se impulsa la construcción de túneles, los cuales usan todo el pavimento de concreto como superficie de rodadura, los principales son los de la Carretera de Occidente en Antioquia, el del Boquerón, el de Buenavista y el de La Línea.*

En los últimos años se ha dado un significativo avance en la construcción de pavimentos de concreto, debido a la gran oferta de concreto premezclado en todo el país. Esta oferta de concreto está acompañada de un mejor control, no solo en su producción sino en su colocación ya que los pre-mezcladores de concreto aportan conocimiento y herramientas para la buena ejecución de los pavimentos. Hoy en Colombia se trabaja con las técnicas más refinadas para la construcción de pavimentos. Las especificaciones que controlan la construcción de pavimentos están a la altura de las mejores concebidas en el mundo y los proveedores de concreto y los constructores cumplen con los requisitos establecidos en las normas²⁰.

En la figura 7 se sintetiza la evolución de las carreteras y los pavimentos en Colombia.

²⁰ Ibid.

Figura 7. Evolución de la red nacional de carreteras.



Fuente: <http://www.360gradosblog.com/index.php/historia-y-origen-de-los-pavimentos-de-concreto-en-colombia/>.

7.1.19 Historia de la infraestructura vial. Durante el primer periodo del siglo XX, la movilización por carretera entre los diferentes centros urbanos era una acción muy compleja, por el pausado desarrollo de las obras sino además por la gran dispersión a lo largo de todo el territorio. A finales de los años cuarenta, se inicia una nueva etapa en la historia del desarrollo vial del país con la construcción de nuevas redes de transporte y el mejoramiento de las existentes.

Muchos factores incidieron en el cambio de la dinámica vial en Colombia. El factor que más sobresale fue el período de la posguerra, que llega al país con el aumento del número de vehículos causado por la recuperación de la economía mundial, este incremento del parque automotor demandaba un mayor mantenimiento de la red vial existente así como un aumento en el número de carreteras alternas.

En los años sesenta se ve el sistema vial como un instrumento de interconexión regional que permitió la integración de los mercados en las diferentes zonas del país, proyectándose obras orientadas a unir las vías regionales existentes a las más importantes troncales del país. En la siguiente década, la red secundaria y terciaria evolucionó significativamente gracias a la financiación creada para este fin.

A finales del siglo XX se continuó con el desarrollo de proyectos de integración regional y al fortalecimiento carretero del comercio internacional.

“Este conjunto de proyectos de inversión en infraestructura vial llevó a que algunas zonas del país, como por ejemplo la Costa Caribe, se integraran mejor con el interior. No parece que se haya dado una concentración espacial de la red nacional en las zonas más desarrolladas de Colombia.

A partir de 1960 la proporción de carreteras pavimentadas aumentó en los departamentos de menos desarrollo económico relativo –Cauca, Huila, Caquetá, Meta, Nariño, Magdalena y La Guajira- mientras que se redujo en Cundinamarca, el viejo Caldas, Tolima, Bolívar, Córdoba y Santander. Sólo en el Valle y en Antioquia aumentó ligeramente la proporción

de vías pavimentadas, hasta finales de los años sesenta, en los que empezaron a perder importancia frente a otros de menor desarrollo relativo. (Pérez, G. 2005)²¹.

7.1.20 Criterios de mantenimiento y niveles de servicio. Cada agencia y entidad responsable de la conservación de pavimentos necesita establecer criterios respecto al nivel de servicio cuando alguna acción tiene que emprenderse y proveer pautas para el tipo de medidas de conservación de su competencia. Esto depende de la práctica local, disponibilidad de materiales, recursos económicos²².

7.1.21 Serviciabilidad. Según la AASHTO *“Es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo”²³.* El pavimento se diseña para que sirva por un determinado tiempo llamado período de diseño, que se refiere al tiempo durante el cual la serviciabilidad se mantiene dentro de ciertos límites; concluida la vida útil este deberá rehabilitarse.

El índice de serviciabilidad de un pavimento, es un valor de apreciación con el cual se valúan las condiciones de deterioro o confort de la superficie de rodadura de un pavimento, se caracteriza en una escala de 0 a 5 donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 de excelente como se ilustra en la figura 8. *“El índice de serviciabilidad disminuye con el tiempo, a mayor número de ejes equivalentes acumulados, menor es la serviciabilidad. Consecuentemente, la condición de un pavimento en un determinado momento, se define mediante el índice de serviciabilidad presente (Pa)²⁴.*

La ecuación de diseño del método AASHTO establece un estado de serviciabilidad inicial del pavimento (Pi) y un nivel de deterioro considerado como serviciabilidad final o intolerable para transitar (Pf).

²¹ ZAMORA, Nélica y BARRERA, Oscar. Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia. Universidad EAN, Informe final de investigación. Octubre 2012, p. 102.

²² LONDOÑO N., Cipriano A. XII Simposio Colombiano Sobre Ingeniería De Pavimentos. Universidad EAFIT. Instituto Colombiano de Productores de Cemento. I.C. Julio de 1999. Medellín. p. 26-1 al 26-9.

²³ CORONADO ITURBIDE, Jorge. Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala. Noviembre de 2002. Cap. 3. p. 3.

²⁴ CASTILLO CONTRERAS, Cristian Francisco. Formulación de una metodología general para la elección de programas de conservación de pavimentos viales y su aplicación a la región de Magallanes. Santiago de Chile, 2008. p. 16.

Figura 8. Índice de servicio.

Índice de servicio	Calificación
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Fuente: elaboración propia.

- Índice de serviciabilidad inicial $P_o = 4.5$ para el caso de pavimentos de concreto.
- Índice de serviciabilidad inicial $P_o = 4.2$ para el caso de pavimentos de asfalto.
- En cuanto al índice de serviciabilidad final P_t , se sugiere emplear valores de:
- Índice de serviciabilidad final $P_t = 2.5$ para autopistas y vías importantes.
- Índice de serviciabilidad final $P_t = 2.0$ para vías urbanas y secundarias.

7.1.22 Mantenimiento. El deterioro es producto principalmente del paso de vehículos, las cargas y por las condiciones meteorológicas: lluvia, expansión térmica u oxidación en la mayoría de las veces. Se ha demostrado que el desgaste producido corresponde al peso de los ejes.

Actualmente el mantenimiento vial en Centroamérica está enfocado a la reparación de fallas mediante la programación de mantenimiento rutinario, las experiencias en otros países han comprobado que la creación de programas de mantenimiento preventivo a una red vial genera una economía estable. La tecnología aplicada al mantenimiento vial está en constante cambio, los materiales, procedimientos y equipo se han ido mejorando y perfeccionando.

Los factores críticos a considerar en el mantenimiento son ocho (8):

- Tipo de pavimento.
- Magnitud de la falla.
- Clima.
- Volumen y tipo de tráfico.

- Costo de la reparación.
- Disponibilidad de materiales.
- Selección del contratista.
- Tiempo efectivo de la reparación.

Las técnicas de mantenimiento y estrategias pueden ser:

- Los riegos de sello.
- Morteros asfálticos.
- Micro carpetas.
- Calafateos.
- Re encarpetamientos delgados.
- Fresado en frío o caliente.
- Junteo en el concreto hidráulico, entre otros.

7.1.22.1 Mantenimiento rutinario. Es una serie de actividades que deben ejecutarse, de manera periódica con el fin de preservar las condiciones del pavimento y asegurar el estado del pavimento lo más cercano posible a su estado original. Este se da permanentemente sobre todos los elementos y estructuras del pavimento. Incluye reparaciones menores y localizadas de la superficie como se muestran en la foto 1 y figura 9.

Aunque el mantenimiento rutinario se debe realizar durante todo el período de vida del pavimento, constituye prácticamente la única actividad que se ejecuta durante su etapa inicial de servicio. Las actividades que corresponde a este tipo de mantenimiento se dividen en cinco (5) tipos:

- Mantenimiento rutinario del entorno de la vía son:
 - Rocería y limpieza del derecho de la vía.
 - Remoción de derrumbes.
 - Jardinería y riego de plantas ornamentales.
- Mantenimiento rutinario de la calzada pavimentada son:
 - Sello de fisuras y grietas.

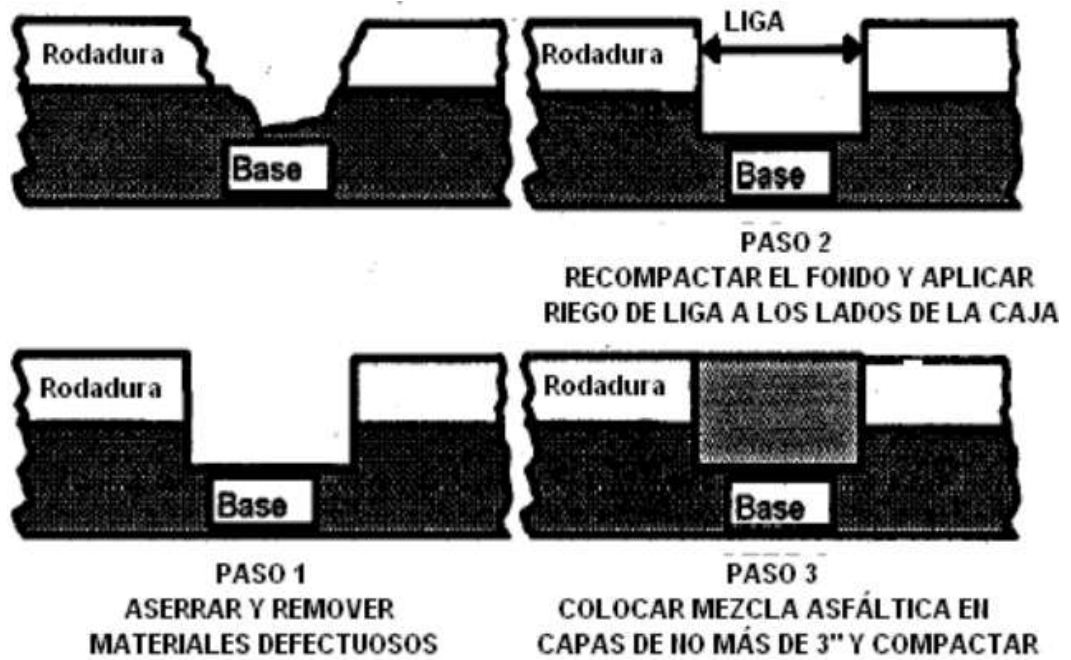
- Reposición del sello en juntas de pavimentos rígidos.
- Bacheo superficial y profundo.
- Riego en negro.
- Enarenado.
- Sello de arena asfalto.
- Mantenimiento rutinario de obras de drenaje son:
 - Limpieza obras de drenaje longitudinal, transversal superficial y subdrenes.
- Mantenimiento rutinario de las estructuras viales son:
 - Inspección de puentes.
 - Borrado de letreros.
 - Reparaciones en estructuras de mampostería y metálicas.
- Mantenimiento rutinario de la señalización y de las ayudas a la vialidad son:
 - Reparación y limpieza de señales verticales.
 - Repintado de señales y postes de referencia.
 - Líneas de demarcación y marcas viales.
 - Limpieza de calzada y bermas y reparación de defensas metálicas y barandas.

Foto 1. Sello de fisuras y grietas.



Fuente: mantenimiento rutinario de vías pavimentadas, Fernando Sánchez Sabogal.

Figura 9. Bacheo superficial y profundo.



Fuente: mantenimiento rutinario de vías pavimentadas, Fernando Sánchez Sabogal.

7.1.22.2 Mantenimiento preventivo. Es cíclico, planeado y no produce mejoras en la capacidad portante de los pavimentos, pero ayuda a prolongar su vida útil y mantiene o mejora el nivel de servicio, se enfoca principalmente a pavimentos deteriorados en los cuales su capacidad de carga no ha sido alterada. Se realiza en pavimentos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

Entre las actividades a seguir para evitar este deterioro están: sellado de grietas aisladas, bacheo superficial aislado y bacheo profundo aislado.

7.1.22.3 Mantenimiento correctivo. Son las actividades que tienen como objetivo corregir las fallas de mediana y alta severidad que presentan las vías y que por lo tanto requieren intervención inmediata o a corto plazo, con fin de devolverles las buenas condiciones de servicio. Actividades como la reparación de las losas falladas que afectan la movilidad, o el reemplazo de las carpetas asfálticas deterioradas como se muestra en la foto 2.

Foto 2. Reparación total de losas completamente dañadas.



Fuente: mantenimiento correctivo de vías pavimentadas, Fernando Sánchez Sabogal.

7.1.23 Seminario PROVIAL de las Américas e Instituto Nacional De Vías:

7.1.23.1 Proceso de cambio institucional del sector vial en Colombia. Según Fernández, Sánchez et al. (1997), a finales de la década de los 70 existía una enorme preocupación por el estado de las carreteras del país, desde entonces, a través de reuniones regionales, naciones, simposios, congresos se trataba el tema del mantenimiento. En 1980 una misión francesa asesoró al ministerio de obras públicas y transporte diseñando un sistema para el mantenimiento de las carreteras nacionales. A partir de la constitución de 1991 hubo una transformación en las entidades del sector transporte (Ministerio de Transporte) y reestructurando las entidades del sector, entre ellas el fondo vial nacional en el Instituto Nacional de Vías.

7.1.23.2 Administradores viales y microempresas asociativas para el mantenimiento de las carreteras nacionales de Colombia. Según Fernández, Lobo et al. (1997), el Instituto Nacional de Vías INVIAS, nació como consecuencia de un proceso de cambio de los organismos estatales del sector transporte y específicamente del Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) manteniendo la conservación de las carreteras.

Estudios realizados demostraron que solo el 37% de la red pavimentada de 10.000 km se encontraba en buen estado, a esto se le incrementaba problemas como la falta de una planta física adecuada, nuevo personal para iniciar labores, escasez de información y recursos, entre otras.

La cobertura de conservación de las carreteras alcanzo el 100% luego de tres años y medio de estar en labores, el organismo vial estatal se consolidó como un ente de buen desempeño y reconocido ampliamente por los resultados de su trabajo.

El gobierno diseño un plan para la conservación del patrimonio vial de Colombia – PROVIAL Colombia en 1994, el cual creó un programa de rehabilitación, conservación y fortalecimiento de las microempresas asociativas y un programa de administradores para el mantenimiento vial.

7.1.23.3 Concesiones viales de Colombia. Según Toro (1997), con el proceso de apertura económica en Colombia se estableció la urgente necesidad de ordenar la infraestructura vial del país lo que llevo al Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el antiguo Ministerio de Obras Públicas y Transporte (hoy Ministerio de Transporte) identificar formas alternas para la financiación de proyectos viales de vital importancia para el desarrollo nacional.

El Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES aprobó contratos de obra pública por el sistema de concesión para dar inicio a este programa; cada concesionario tiene el compromiso de obtener los recursos financieros necesarios para desarrollar el proyecto en sus diferentes etapas (diseño y programación, construcción y operación) en el tiempo estipulado hasta recuperar su inversión.

7.1.24 Infraestructura vial actual en Colombia. Colombia presenta un atraso en cuestión de infraestructura del transporte, debido a los repetitivos fracasos de implementar un fundamento técnico que permita soportar el desarrollo del sector alejado de la influencia política, que a pesar de las experiencias, persiste. Los organismos de control, supervisión y vigilancia, no cuentan con la operatividad, autonomía ni suficiencia técnica para garantizar el cumplimiento de estas funciones y tampoco tienen la plena capacidad de garantizar la protección al usuario de la infraestructura.

“La asignación racional de los recursos (necesarios y suficientes) por parte del estado, para la obtención de este fin, sin la famosa corrupción y manipulación política, será un punto clave a la hora de lograr una competitividad del sector con miras a la globalización del comercio que se avecina”²⁵.

7.1.25 Impacto socioeconómico de la infraestructura vial de un país. El impacto socio-económico de la red vial y las importantes funciones que los caminos han generado entre los cuales están:

- Fácil acceso a la educación y salud.
- Integrar las diferentes zonas geográficas.

²⁵ ZAMORA, Nélida y BARRERA, Oscar. Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia. Universidad EAN, Informe final de investigación. Octubre 2012, p. 19-21.

- Contribuir a la creación de una importante infraestructura industrial, comercial y turística.
- Reordenación territorial y desarrollo regional.

Por eso las carreteras tienen gran importancia en el mejoramiento de la economía de nuestro país y en el logro de mejores niveles de bienestar para los habitantes.

Se tiene claro que debido a la falta de presupuesto para el mantenimiento vial, se generan grandes deterioros y problemas para soportar los pesados y elevados volúmenes de tránsito.

Un deficiente mantenimiento de carreteras, lleva a:

- Mayor deterioro en las carreteras.
- Perjuicios económicos a largo plazo.
- Afecta a los conductores, ya que se produce un mayor gasto de combustible.
- Mayor Tráfico.
- Mayor accidentalidad.

Es decir, se consumen recursos de la sociedad sin generar riqueza y se incrementan los costos sociales reales²⁶.

Una conservación adecuada de las carreteras genera:

- Reducción de costos de transporte.
- Desarrollo económico.
- Promover una mayor movilización de bienes y de personas en la región.
- Mejor calidad de vida para los habitantes.
- Proporcionar comodidad, seguridad y economía en la circulación de los vehículos.
- Garantizar la transitabilidad permanentemente para que los usuarios puedan circular diariamente por las vías con mayor seguridad y menor tráfico.

²⁶ MAHBUB M., Víctor. Ex presidente de la AIPCR. Seminario conservación del patrimonio vial de las Américas. PROVIAL de las Américas. México. 1997.

8 MARCO METODOLÓGICO

8.1 TIPO DE ESTUDIO

De tipo cuantitativo y cualitativo, partiendo de una hipótesis se realizó una inspección visual superficial del sector, analizando el estado de los daños que se presenten. No obstante, los resultados que se obtuvieron fueron a través del análisis de la información recolectada en el campo.

La consulta documental se realizó en libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, constituciones, normas, entrevistas, entre otras.

8.2 MÉTODO DE ESTUDIO

- 1.** Desarrollo del anteproyecto.
- 2.** Socialización del anteproyecto.
- 3.** Recolección de información secundaria:
 - a.** Historia del pavimento.
 - b.** Entrevistas a la comunidad.
 - c.** Recolección de datos del pavimento y planos del sitio.
- 4.** Visita de campo para realizar inventario de vías:
 - a.** Visualización del problema.
 - b.** Inspección visual de fallas en el pavimento.
 - c.** Diligenciar formatos manualmente.
- 5.** Digitalización, análisis y tabulación de la información recolectada.
- 6.** Desarrollo y elaboración del documento.
- 7.** Desarrollo del presupuesto.
- 8.** Conclusiones.
- 9.** Recomendaciones.

8.3 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

8.3.1 Primaria. Información de campo que se obtuvo realizando la inspección visual de las fallas que se encuentran en el pavimento mediante el recorrido a pie midiendo el área afectada y el área total del sector analizado. Los daños se registraron en formularios y en esquemas, identificando el tipo de falla, su magnitud y severidad de acuerdo a las consideraciones y procedimiento descritas en el “manual para la inspección visual para pavimentos” del Ministerio de Transporte – INVIAS, 2006 – Formato para el registro de los daños en campo, Anexo 1 y Anexo 3.

8.3.2 Secundaria. Visitas a entidades y entrevistas a los habitantes del sector con el propósito de obtener información sobre las vías, mantenimiento y posible edad de los pavimentos en estudio incluye planos y antecedentes para tener una visión panorámica de la zona.

8.4 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Para el desarrollo de este proyecto, se basó en el reglamento de investigaciones de la *Universidad Libre acuerdo No. 06 de octubre 25 de 2006*, donde establece un marco legal y normativo, a partir del cual se especifican las opciones que tiene el estudiante para realizar sus respectivos proyectos de grado, las especificaciones a cerca del centro de investigación, sus funciones y requisitos, la creación de los semilleros y líneas de investigación y conductos regulares a seguir en la misma.

Desde esta normatividad, se establece la *Norma Técnica Colombiana NTC 1486* como la guía de requisitos a considerar para la presentación del trabajo escrito, con el fin de orientar al estudiante, docente e investigador en su elaboración. No se enfatiza en los aspectos metodológicos de la investigación, si no en los aspectos formales de presentación de un trabajo escrito, cualquiera que sea su nivel de profundidad²⁷.

Desde este punto, y rodeando el tema de interés de conocimiento, se interpone como herramienta, *La Ley 80 de 1993*, donde se establece que las Entidades Estatales deben

²⁷ Norma Técnica Colombiana NTC 1486.

hacer la revisión periódica de las obras contratadas para verificar las condiciones de la calidad ofrecidas por los contratistas, razón por la cual el Instituto Nacional de Vías - INVÍAS para realizar una primera inspección a las obras que actualmente ejecuta, realiza una publicación denominada Manuales de Inspección de Obras en el cual se encuentra el Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígido y Flexible.

El "*Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígido y Flexible*" hace parte de este recurso proporcionado por INVIAS, para determinar los daños en las vías, el cual contiene una serie de herramientas prácticas que pueden ser empleadas por los ingenieros, a fin de obtener un informe de los daños encontrados durante la inspección visual, que permita identificar el tipo, la magnitud y severidad de los mismos, así como su localización y los sectores de vía más afectados, de acuerdo con la intervención realizada por cada contrato²⁸.

Otra fuente de información de normatividad, corresponde a:

- **Ley 388 de 1997 plan de ordenamiento territorial (POT).**

Esta ley, permite establecer mecanismos por medio del cual el municipio hace un uso equitativo y racional de sus suelos, en defensa del patrimonio ecológico. Por la prevención de desastres en asentamiento de alto riesgo, y la urbanización eficiente. La ejecución de zonas urbanas integrales que permitan la gestión municipal. Es también, garantía de que el suelo se ajuste como propiedad en función social, defendiendo el espacio público y defendiendo el medio ambiente para la calidad de sus habitantes.

- **Ley 336 de 1996 estatuto nacional de transporte.**

Este decreto, informa el reglamento al servicio público de transporte terrestre automotor de carga, regido por el Ministerio de Transporte de la República de Colombia. Este, decreta el reglamento de la habilitación de las empresas del transporte público terrestre automotor de carga y la prestación de sus servicios, en eficiencia, seguridad, y economía de los principios rectores del transporte.

²⁸ Manual para la inspección visual de pavimentos rígido y flexible del INVIAS. Octubre de 2006.

- **Ley 769 de 2002 Código Nacional del Tránsito.**

Regula la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas, donde internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito.

- **Ley 1383 de 2010 reforma al Código Nacional del Tránsito.**

Esta ley, ha sido dispuesta como parte de la modificación de la ley 769 de 2002 Código Nacional del Tránsito. Desde esta legalización, se establecen las autoridades de tránsito por orden jerárquico. De esta forma, les es asignado a las entidades públicas o privadas la delegación por parte del Ministerio de Transporte, las funciones de tránsito constituidas como organismo.

- **Plan de desarrollo 2012-2015 "por una Pereira mejor" mediante el acuerdo No. 20 de 2012.**

Este acuerdo, surge en la ciudad de Pereira, correspondiente al año 2012, con fines de proyección al 2015, con su lema "por una Pereira mejor", pretende garantizar un instrumento de planificación permanente, resultante de la participación de la administración municipal y la sociedad civil, donde orientar, construir, regular y promover actividades en los diferentes sectores, puede generar condiciones de desarrollo municipal. (Ospina, 2012).

Este plan de desarrollo, converge en dos partes primordiales, como lo son: fase estratégica y financiera.

La primera parte, correspondiente a la estratégica, refiere a las competencias de vivienda, territorio, ambiente sostenible, competencia y gobierno con valores. La segunda, correspondiente a la financiera y de inversiones, concurre en programas de ejecución en el marco fiscal.

9. DESARROLLO DEL PROYECTO

9.1 INTRODUCCIÓN

Este documento reúne datos de una evaluación a partir de una inspección visual de pavimentos rígidos y flexibles en la comuna Boston barrio Providencia de la ciudad de Pereira. Se basó en el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos y flexibles del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), contiene una presentación de los tipos de deterioros en pavimentos, procedimiento para el registro, informe de daños y la bibliografía consultada para el desarrollo de este estudio con el objeto de estimar el estado en que se encuentran los pavimentos y su patrimonio vial, siendo un punto de partida para determinar las posibles reparaciones.

9.2 OBJETIVO

Proporcionar una información como herramienta que permita a las entidades gubernamentales realizar un estudio más detallado de las vías del barrio Providencia de la ciudad de Pereira, facilitando la gestión del mantenimiento en los pavimentos.

9.3 TRAMO VEHICULAR

La información de campo se obtuvo realizando la inspección visual de las fallas que se encontraron en el pavimento mediante el recorrido a pie midiendo el área afectada y el área total de cada tramo. Para capturar los datos correspondientes a los daños del pavimento, se desarrolló un formato que permite registrar los tipos de deterioro especificando cada daño con su severidad y dimensiones características (longitud y ancho en la mayoría de los casos).

Para mayor facilidad y comodidad las vías se dividieron y enumeraron por tramos de calles (C), carreras (K) y esquinas (E), como se muestra en la figura 10 y figura 11. La inspección visual del pavimento flexible se realizó con abscisado cada 5 m como se

muestra en la figura 12, a diferencia del pavimento rígido el cual se realizó por losas identificando los carriles. Para vías con uno o dos carriles se utilizaron las convenciones tal como se ilustra en la figura 13.

- (I) carril izquierdo.
- (M) carril medio.
- (D) carril derecho.

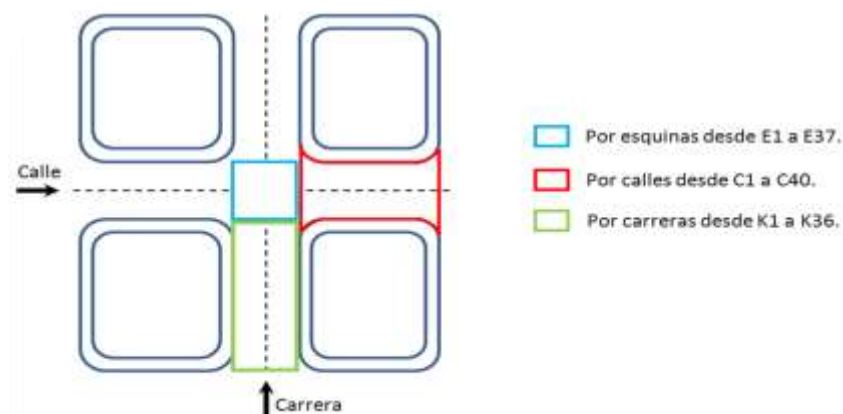
En el sector de estudio se realizó la inspección visual a 113 tramos vehiculares los cuales están conformados por pavimentos rígidos y flexibles mostrados en la tabla 7, con espesores aproximados de 17 cm y 11 cm según la junta administradora local. Por motivo de limitaciones de tipo financiero no se puede definir con exactitud un espesor dado que no fue posible realizar las extracciones de núcleo, conociendo los costos de equipos, operador, transporte entre otros gastos.

Tabla 7. Tramos vehiculares.

Pavimento rígido		Pavimento flexible	
Calles	21	Calles	19
Carreras	14	Carreras	22
Esquinas	19	Esquinas	18
Total	54	Total	59

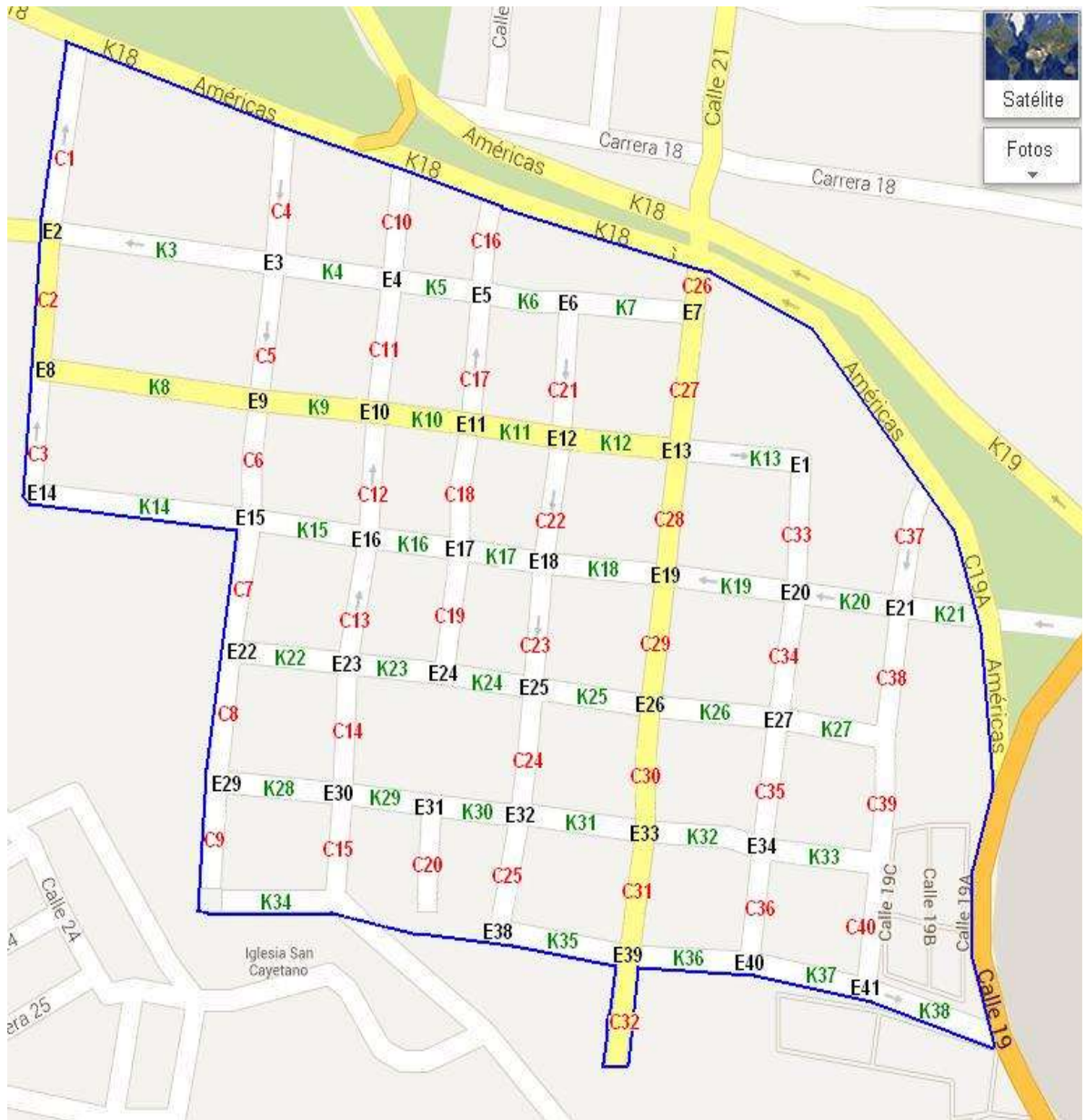
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Delimitación de tramos vehiculares y esquinas.



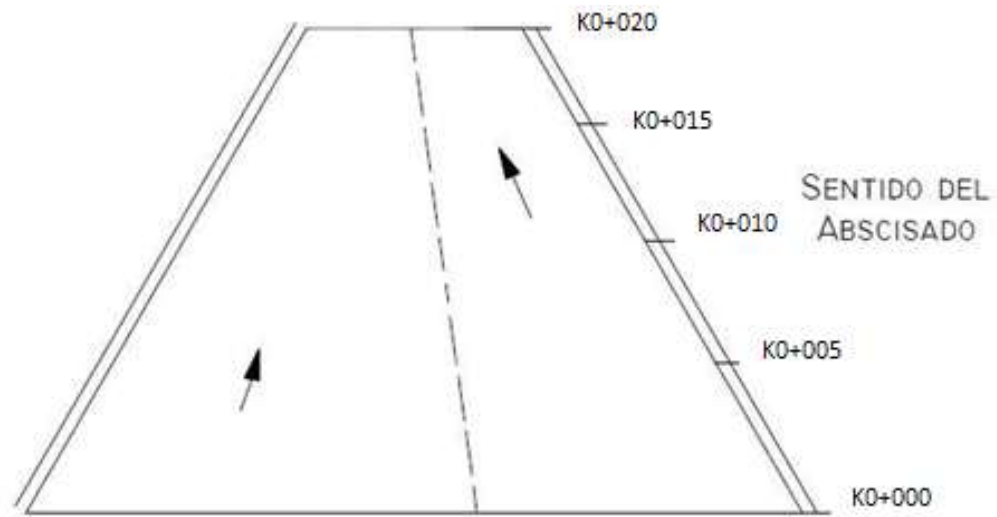
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Enumeración de tramos vehiculares.



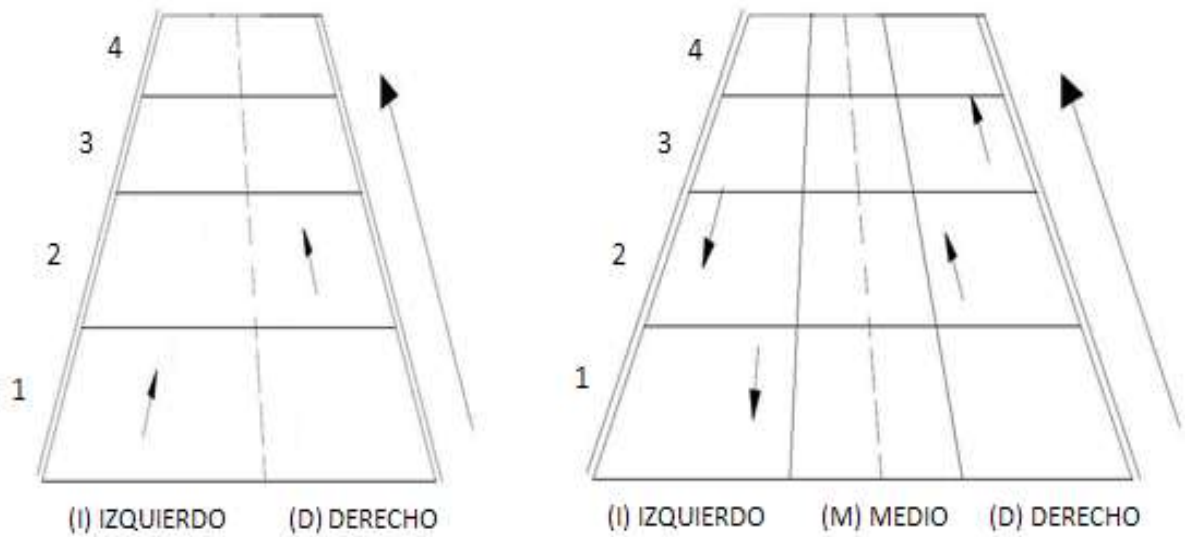
Fuente: adaptada de Google maps.

Figura 12. Abscisado para pavimento flexible.



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Identificación de losas para pavimento rígido.



Fuente: elaboración propia.

9.4 TIPOS DE PATOLOGÍA

Los tipos de fallas, nomenclaturas, nivel de severidades y forma de medición son los que aparecen detallados en el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos y flexibles del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Tipos de fallas según su categoría para pavimento rígido y flexible.

Categoría	Pavimento	
	Rígido	Flexible
Fisuras	<ul style="list-style-type: none"> • De esquina (GE). • Longitudinales (GL). • Transversales (GT). • En los extremos de los pasadores (GP). • En bloque o fracturación múltiple (GB). • En pozos y sumideros (GA). 	<ul style="list-style-type: none"> • Longitudinales y transversales (FL, FT). • En juntas de construcción (FCL, FCT). • Por reflexión de juntas (FJL o FJT). • En media luna (FML). • De borde (FBD). • En bloque (FB). • Piel de cocodrilo (PC). • Por deslizamiento de capas (FDC). • Incipiente (FIN).
Daños superficiales	<ul style="list-style-type: none"> • Desportillamiento de juntas (DPT, DPL). • Descascaramiento (DE). • Desintegración (DI). • Baches (BCH). • Cabezas duras (CD). • Pulimento (PU). • Escalonamiento de juntas longitudinales (EJL) y transversales (EJT). • Levantamiento localizado (LET, LEL). • Parches (PCHA - PCHC). • Hundimientos o asentamientos (HU). 	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste superficial (DSU). • Pérdida de agregado (PA). • Pulimento del agregado (PU). • Cabezas duras (CD). • Exudación (EX). • Surcos (SU).

Tabla 8. (Continuación).

Categoría	Pavimento	
	Rígido	Flexible
Deformaciones y otros tipos de deterioro	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de juntas longitudinales (SJ). • Deterioro del sello (DST – DSL). • Fisuración por retracción o tipo malla (FR): • Fisuras ligeras de aparición temprana (FT). • Fisuración por durabilidad (FD). • Bombeo sobre la junta transversal y longitudinal. (BOT, BOL). • Ondulaciones (ON). • Descenso de la berma (DB). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ondulaciones (OND). • Abultamiento (AB). • Hundimiento (HUN). • Ahuellamiento (AHU). • Descascaramiento (DC). • Baches (BCH). • Parche (PCH).

Fuente: adaptada del manual para la inspección visual de pavimento rígido y flexible INVIAS.

9.5 FORMATOS DE INSPECCIÓN VISUAL

El fin de la inspección de pavimentos es determinar el porcentaje de área de pavimento afectado, estableciendo los tipos de daños que se presentan, severidad y factores que orientan al momento de definir las posibles causas y reparaciones. Para obtener los datos correspondientes a los daños del pavimento durante la inspección visual, se desarrolló un formato de manera didáctica y ordenada para facilitar el trabajo de las personas encargadas de esta labor que permite registrar los tipos de deterioro especificando cada daño con su severidad y dimensiones características (longitud y ancho, solo se mencionan las losas o abscisas que presenten algún tipo de deterioro). En la tabla 9 y tabla 10 se muestra un ejemplo que ilustra el formato y la manera adecuada de realizar el registro de los daños en pavimento rígido y flexible.

Tabla 9. Formato para inspección visual de pavimento flexible.



UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERIAS
FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PAVIMENTO FLEXIBLE

FECHA: Ago-26-2013

DIRECCIÓN: Calle 23 entre Cra 21 y Cra 21 Bis

TRAMO VEHICULAR: C9

PR INICIAL: K0+005

PR FINAL: K0+021

ANCHO CARRIL: 7,4 m

ANCHO ANDEN IZQ: 2 m

ANCHO ANDEN DER: NO

Abscisa	Tipo	Sever	Patología				Foto	Aclaraciones
			Daño (m)		Reparación (m)			
			Largo	Ancho	Largo	Ancho		
K0+005	DSU	M	5	7,4	5	7,4		
	PCH	B	5	0,7	5	0,7		
	FT	A	3,3		3,3	0,6		Con vegetación.
	PCH	M	1	1,8	1	1,8		
	PC	M	5	1	5	1		
K0+010	DSU	M	5	7,4	5	7,4		
	PCH	M	5	0,7	5	0,7		Con vegetación y hundimiento.
K0+015	DSU	M	5	7,4	5	7,4		
	PCH	M	5	0,7	5	0,7		Con vegetación.
K0+021	DSU	M	5	7,4	5	7,4		
	PCH	A	0,9	3,6	0,9	3,6		Hundimiento.
	PCH	B	1	1,5	1	1,5		

Fuente: Adaptada del Manual para la inspección visual de pavimento flexible INVIAS.

Tabla 10. Formato para inspección visual de pavimento rígido.



UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERIAS
FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL PAVIMENTO RIGIDO

FECHA: Ago-6-2013

DIRECCIÓN: Calle 22 con Cra 19

TRAMO VEHICULAR: C16

NÚMERO CALZADAS: 1

ANCHO ANDEN IZQ: 1 m

ANCHO ANDEN DER: 1 m

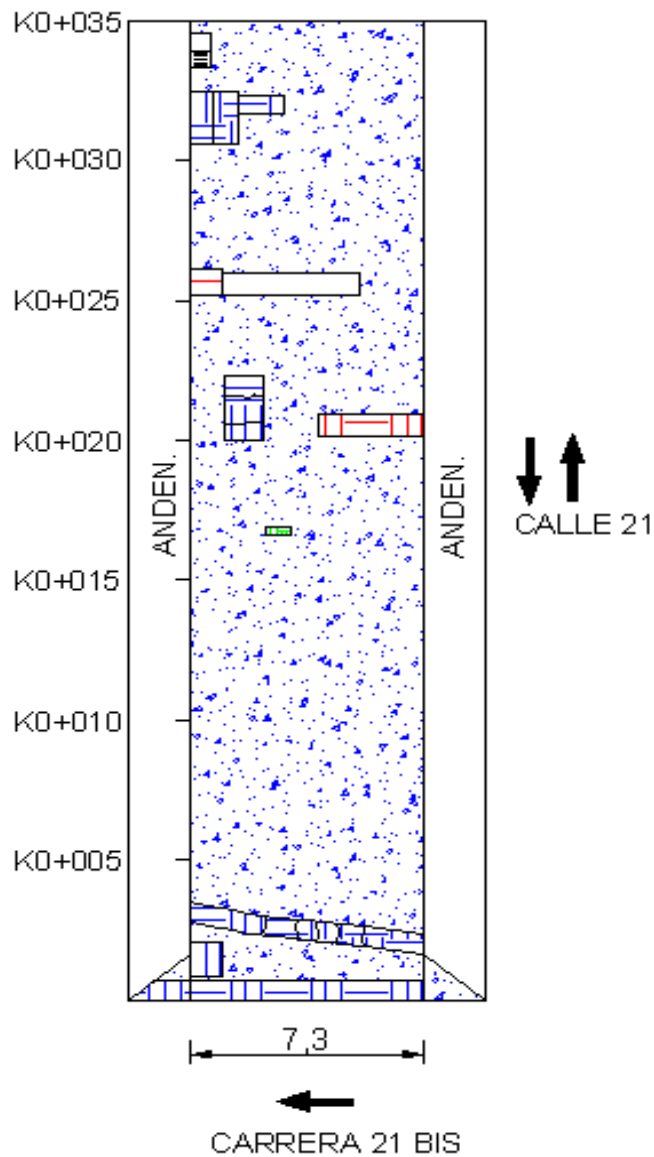
No. Placa	Dimensiones de la losa (m)	Tipo de deterioro								Foto	Aclaraciones
		Tipo	Sever	Daño (m)		Reparación (m)					
				Largo	Ancho	Largo	Ancho				
6 D	4,6 3,6	GL	B	3		3	0,6				
6 D	4,6 3,6	GT	B	0,9		0,9	0,6				
7 D	4,4 3,6	PCHC	B	0,4	3,6	0,4	3,6				
8 I	3,8 3,6	PCHC	B	1,1	3,6	1,1	3,6				

Fuente: Adaptada del Manual para la inspección visual de pavimento rígido INVIAS.

9.6 ESQUEMA EN PLANTA DE LOS TRAMOS

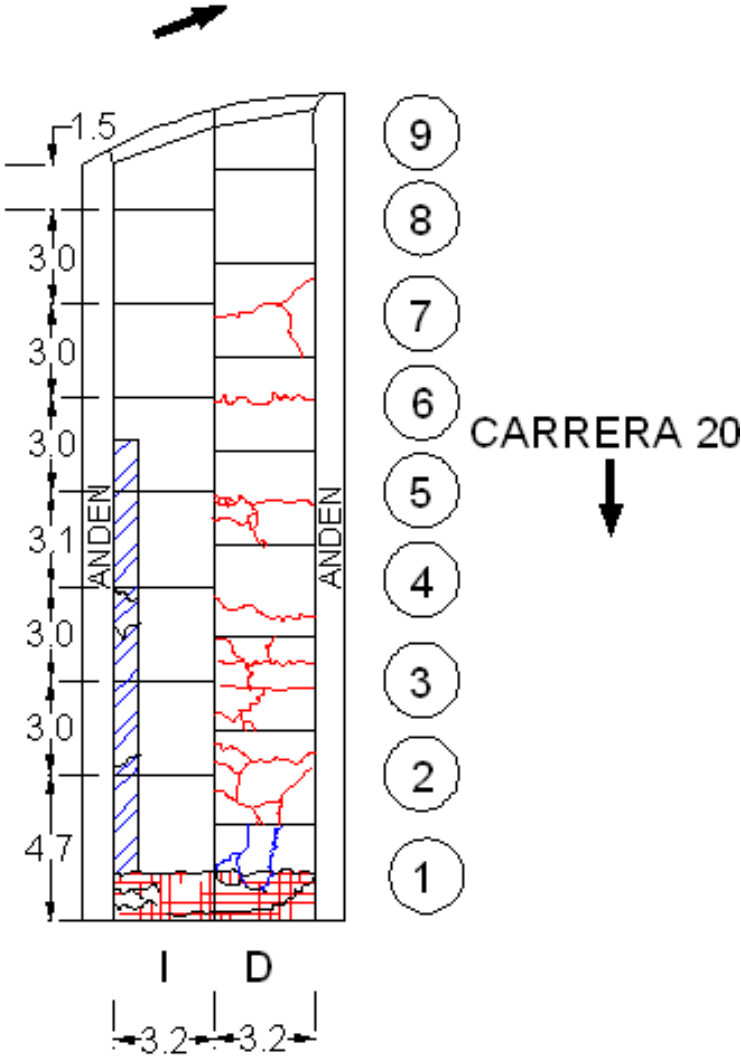
Al realizar la inspección visual se hicieron esquemas en borrador, que luego se digitalizaron en AutoCAD 2011 (ver anexos), como se puede ver en la figura 14 y figura 15. Se entregarán planos magnéticos que muestran en planta la geometría de la vía, daños y severidades, visualizando el estado actual del pavimento y facilitando la ubicación de los daños para futuras reparaciones.

Figura 14. Ejemplo del tramo C 32 pavimento flexible dibujado en AutoCAD.



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Ejemplo del tramo K 21 pavimento rígido dibujado en AutoCAD.



Fuente: elaboración propia.

9.7 CONVENCIONES

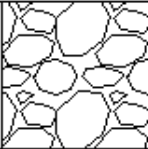
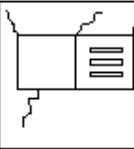
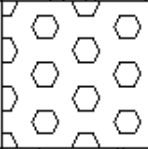
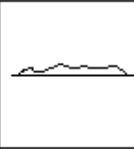
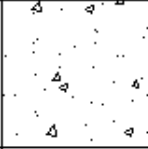
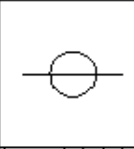

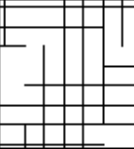
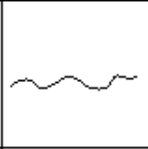

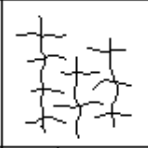
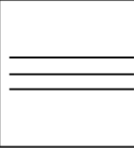
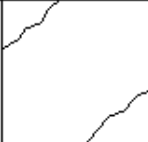
Para cada tipo de daño tanto para pavimento flexible como rígido, se le asignó una convención, como se muestra en la figura 16 y figura 17, para facilitar la interpretación de los dibujos, con colores que aclaran sus respectivas severidades, como se ilustra en la figura 18.

Figura 16. Nomenclatura de daños en un pavimento flexible.

Abultamiento AB		Fisura en Bloque FB	
Ahuellamiento AHU		Fisura en Medialuna FML	
Bache BCH		Fisura de Junta Transversal FJT	
Cabezas Duras CD		Hundimiento HUN	
Descascaramiento DC		Perdida de Agregados PA	
Desgaste Superficial DSU		Piel de Cocodrilo PC	
Fisura Longitudinal FL		Parche PCH	
Fisura Transversal FT			




Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Nomenclatura de daños en un pavimento rígido.

Cabezas Duras CD		Grieta en Sumidero GA	
Descascaramiento DE		Desportillamiento de Junta Transversal DPT	
Desgaste Superficial DSU		Hundimiento HU	
Grieta Longitudinal GL		Parche en Asfalto PCHA	
Grieta Transversal GT		Parche en Concreto PCHC	
Grieta en Bloque GB		Separacion de Juntas SJ	
Grieta en Esquina GE			

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Severidades de un pavimento rígido y flexible.

	BAJA
	MEDIA
	ALTA

Fuente: elaboración propia.

9.8 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Durante la recopilación de la información en campo se tomaron algunas fotografías que ilustran los tipos de deterioro y fallas más comunes para cada pavimento como se puede ver en las fotos 3, 4, 5 y en pavimento rígido por losas, ilustradas en las fotos 6, 7, 8 y 9.

Foto 3. Tramo vehicular E 7 (Cra 19 con Cl 21) pavimento flexible del K0+005 al K0+008.



Fuente: elaboración propia.

Abscisa	Tipo de deterioro	Severidad
K0+008.	PCH.	A (alta).

Aclaraciones: Parche con descascaramiento

Foto 4. Tramo vehicular E 21 (Cra 20 con Cl 20) pavimento flexible del K0+005 al K0+006,8.



Fuente: elaboración propia.

Abscisa	Tipo de deterioro	Severidad
K0+006,8.	PCH.	A (alta).

Aclaraciones: Parche con descascaramiento y bache.

Foto 5. Tramo vehicular K 15 (Cra 20 entre Cl 23 y Cl 22 Bis) pavimento flexible del K0+005 al K0+008.



Fuente: elaboración propia.

Abscisa: K0+005.

Tipo de deterioro

Severidad

PCH.

B (baja).

PCH.

B (baja).

PC.

M (media).

PCH.

A (alta).

PA.

A (alta).

Foto 6. Tramo vehicular C 2 (Cl 24 entre Cra 19 y Cra 19 Bis) pavimento rígido.



Fuente: elaboración propia.

No. Placa: 1 D.

Dimensión de losa: largo 5 m, ancho 3,7 m.

Tipo de deterioro **Severidad**

PCHA. A (alta).

GB. A (alta).

Aclaraciones: el parche en asfalto presenta grietas en bloque.

Foto 7. Tramo vehicular C 2 (Cl 24 entre Cra 19 y Cra 19 Bis) pavimento rígido.



Fuente: elaboración propia.

No. Placa	Dimensión de losa	Tipo de deterioro	Severidad
6 I.	Largo 5 m, ancho 3,7 m.	PCHA.	A (alta).
		PCHC.	A (alta).
6 D.	Largo 5 m, ancho 3,7 m.	PCHA.	A (alta).
		PCHC.	A (alta).
		GB.	A (alta).

Aclaraciones: el parche en asfalto presenta grietas en bloque.

Foto 8. Tramo vehicular C 5 (Cl 23 entre Cra 19 y Cra 19 Bis) pavimento rígido.



Fuente: elaboración propia.

No. Placa	Dimensión de losa	Tipo de deterioro	Severidad
3 I.	Largo 5 m, ancho 3,8 m.	GT. PCHA. PCHC.	B (baja). A (alta). B (baja).
3 D.	Largo 5 m, ancho 3,8 m.	PCHA.	A (alta).

Aclaraciones: el parche en asfalto presenta grietas en bloque.

Foto 9. Tramo vehicular C 5 (Cl 23 entre Cra 19 y Cra 19 Bis) pavimento rígido.



Fuente: Google maps.

No. Placa	Dimensión de losa	Tipo de deterioro	Severidad
8 I.	Largo 5 m, ancho 3,8 m.	GB.	A (alta).
		PCHA.	A (alta).
		PCHC.	M (media).
8 D.	Largo 5 m, ancho 3,8 m.	GB.	A (alta).

9.9 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

La información obtenida se agrupó según los daños encontrados, por tipo de deterioro, severidad y en tramo de (5) cinco metros en la tabla 12; a las grietas se les asigna un ancho de 0,6 m y para desportillamiento un ancho de 0,2 m como se indica en el manual para la inspección visual de pavimento rígido y flexible, luego se calcularon los porcentajes de afectación por tipo de daño, severidad, además del porcentaje de afectación general para toda la vía, esto con el fin de establecer los daños más frecuentes.

Los tramos más afectados y las áreas totales de daño, como se puede observar en la tabla 12, al obtenerse esta información se realizó una gráfica que ilustra la afectación de cada tramo en un diagrama de barras, mostrada en la figura 19, en el eje de las abscisas los tramos inspeccionados, en el eje de las ordenadas el área afectada en cada tramo.

A continuación se definen los prefijos utilizados en las tablas y figuras del análisis de los datos obtenidos.

Tabla 11. Prefijos utilizados en tablas y figuras.

C	Calles.
K	Carreras.
E	Esquinas.
B	Severidad Baja.
M	Severidad Media.
A	Severidad Alta.

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Área total afectada por tramos.

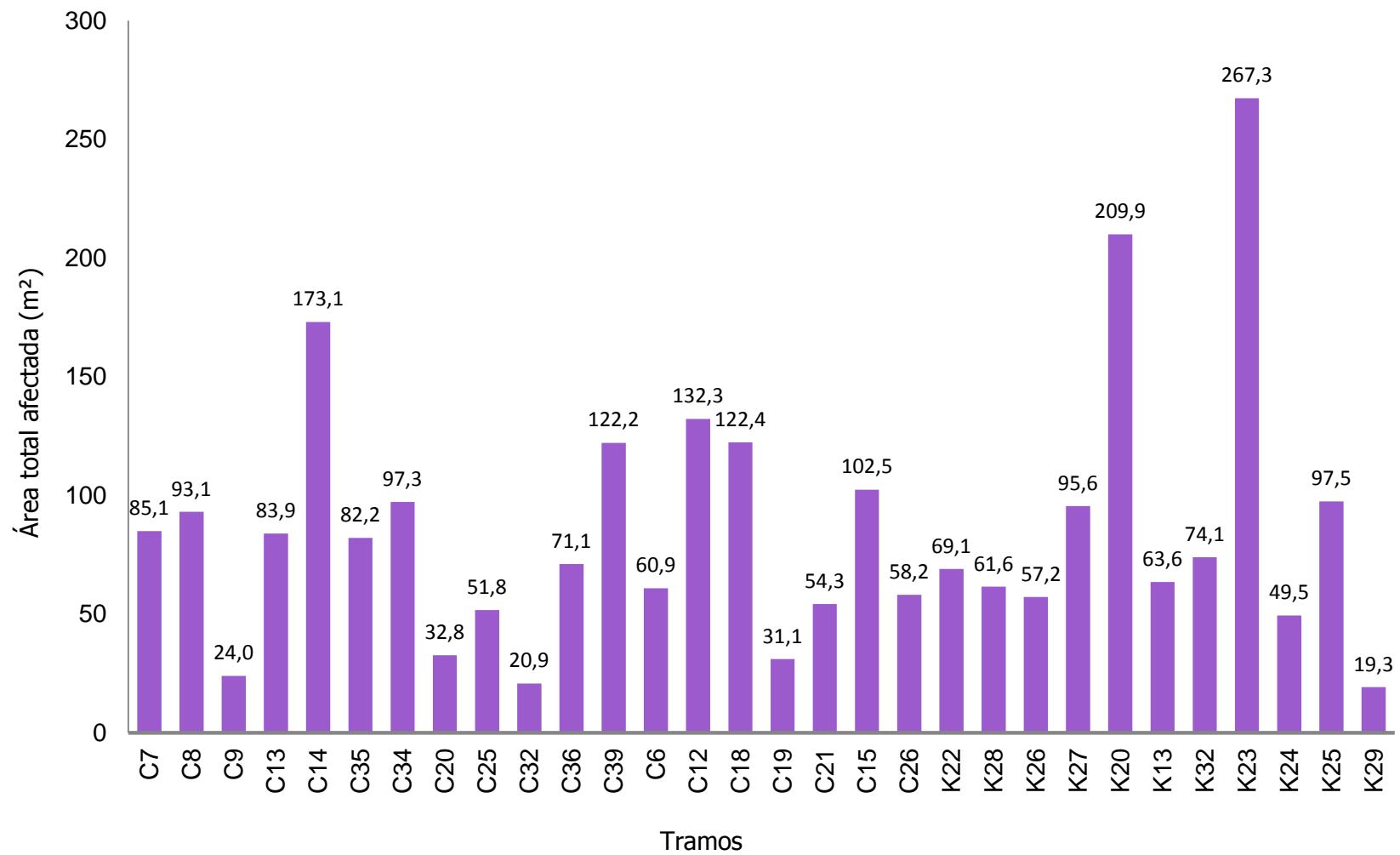
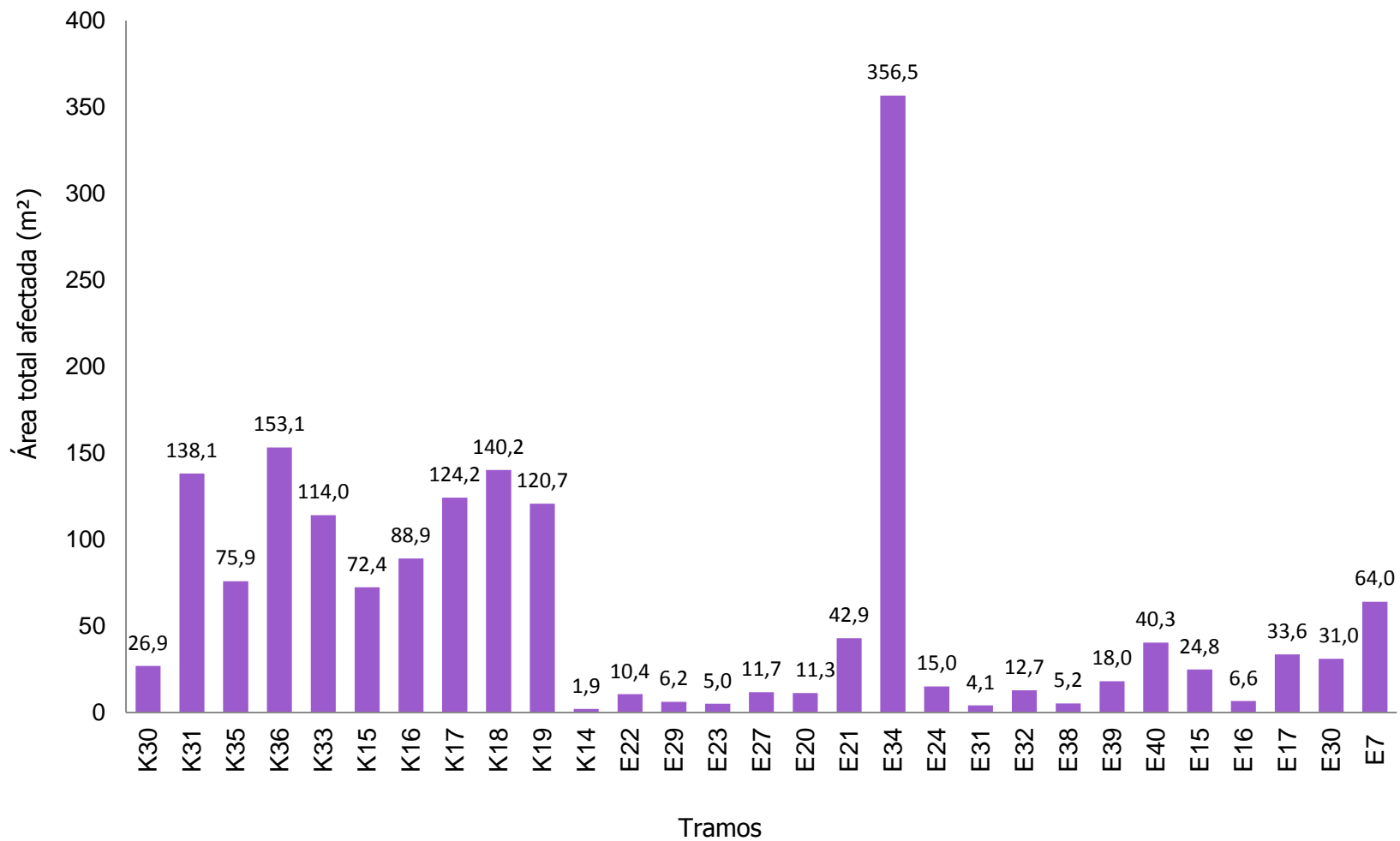


Figura 19. (Continuación).



Fuente: elaboración propia.

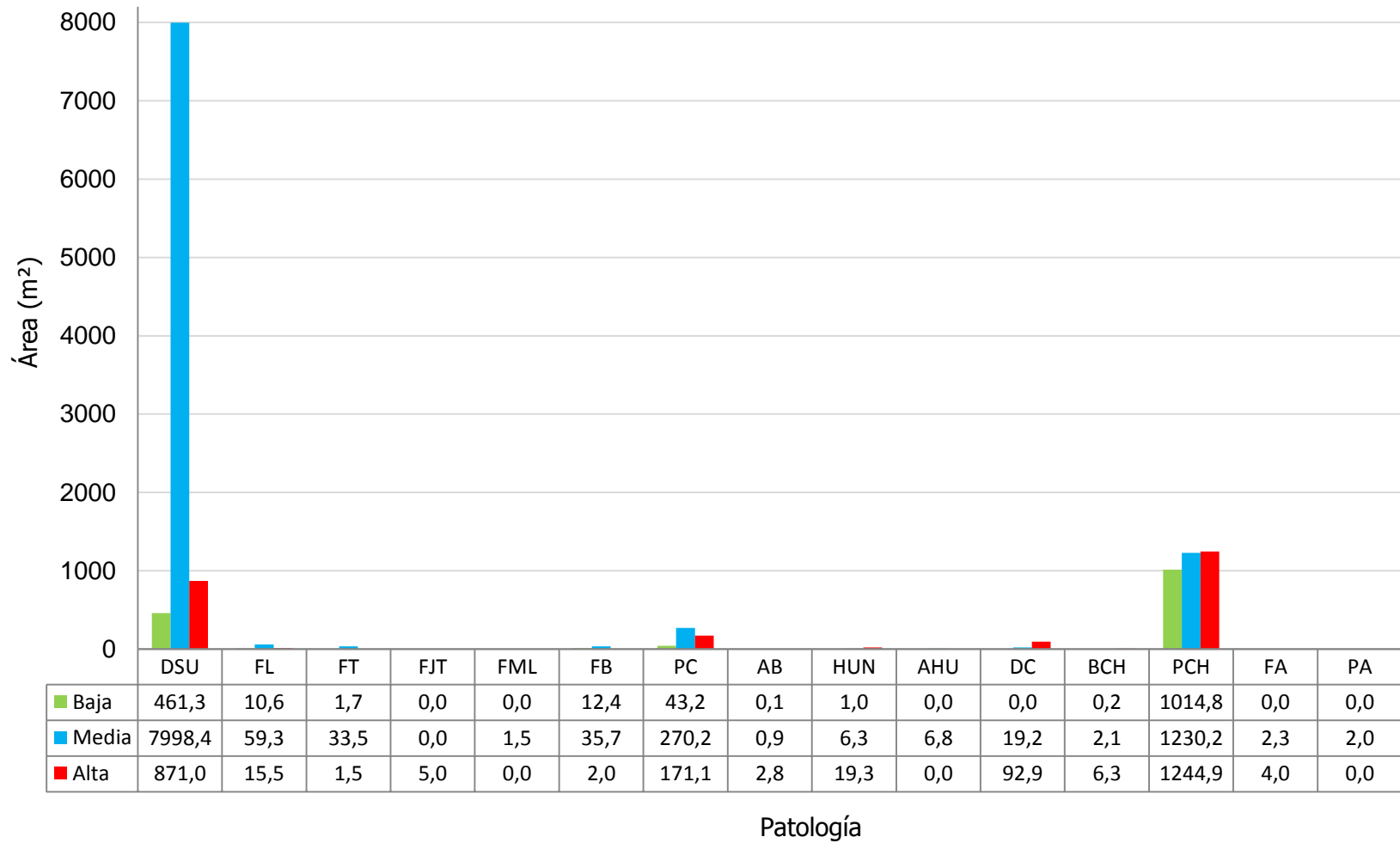
En la tabla 13 se registran las patologías encontradas con sus respectivas severidades, haciendo uso de los formatos diligenciados en campo, se presenta una gráfica general de daños como se ilustra en la figura 20, tiene como finalidad generar una gráfica de ocurrencia de daños por niveles de severidad bajo (figura 21), medio (figura 22), alto (figura 23), donde se ilustran las áreas afectadas por tipo de daño y los porcentajes de afectación respecto al área total inspeccionada.

Tabla 13. Patologías encontradas.

PATOLOGIA	SEVERIDADES		
	ALTA (A)	MEDIA (M)	BAJA (B)
DSU	871,0	7998,4	461,3
FL	15,5	59,3	10,6
FT	1,5	33,5	1,7
FJT	5,0	0,0	0,0
FML	0,0	1,5	0,0
FB	2,0	35,7	12,4
PC	171,1	270,2	43,2
AB	2,8	0,9	0,1
HUN	19,3	6,3	1,0
AHU	0,0	6,8	0,0
DC	92,9	19,2	0,0
BCH	6,3	2,1	0,2
PCH	1244,9	1230,2	1014,8
FA	4,0	2,3	0,0
PA	0,0	2,0	0,0

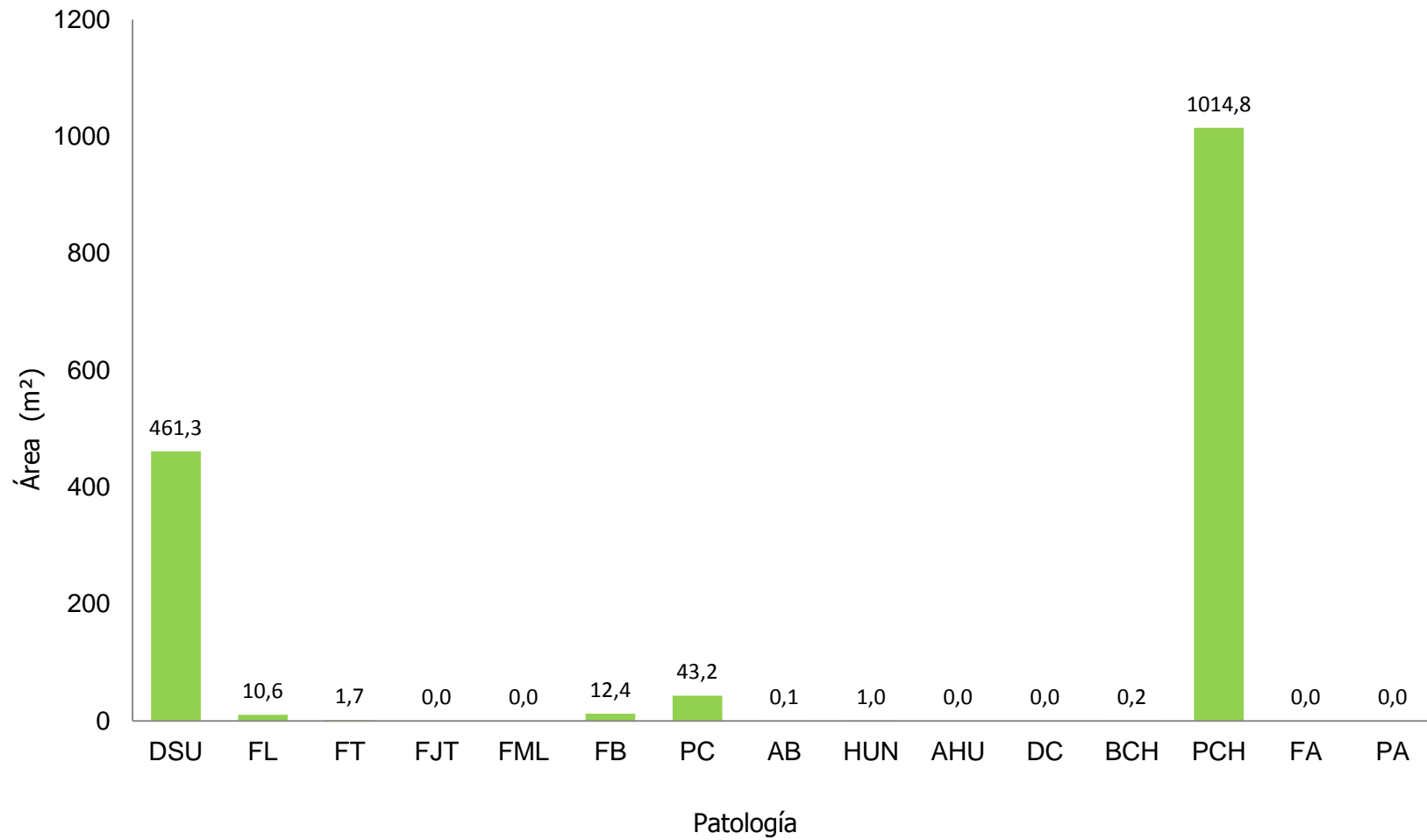
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Distribución de los daños por severidad y tipo.



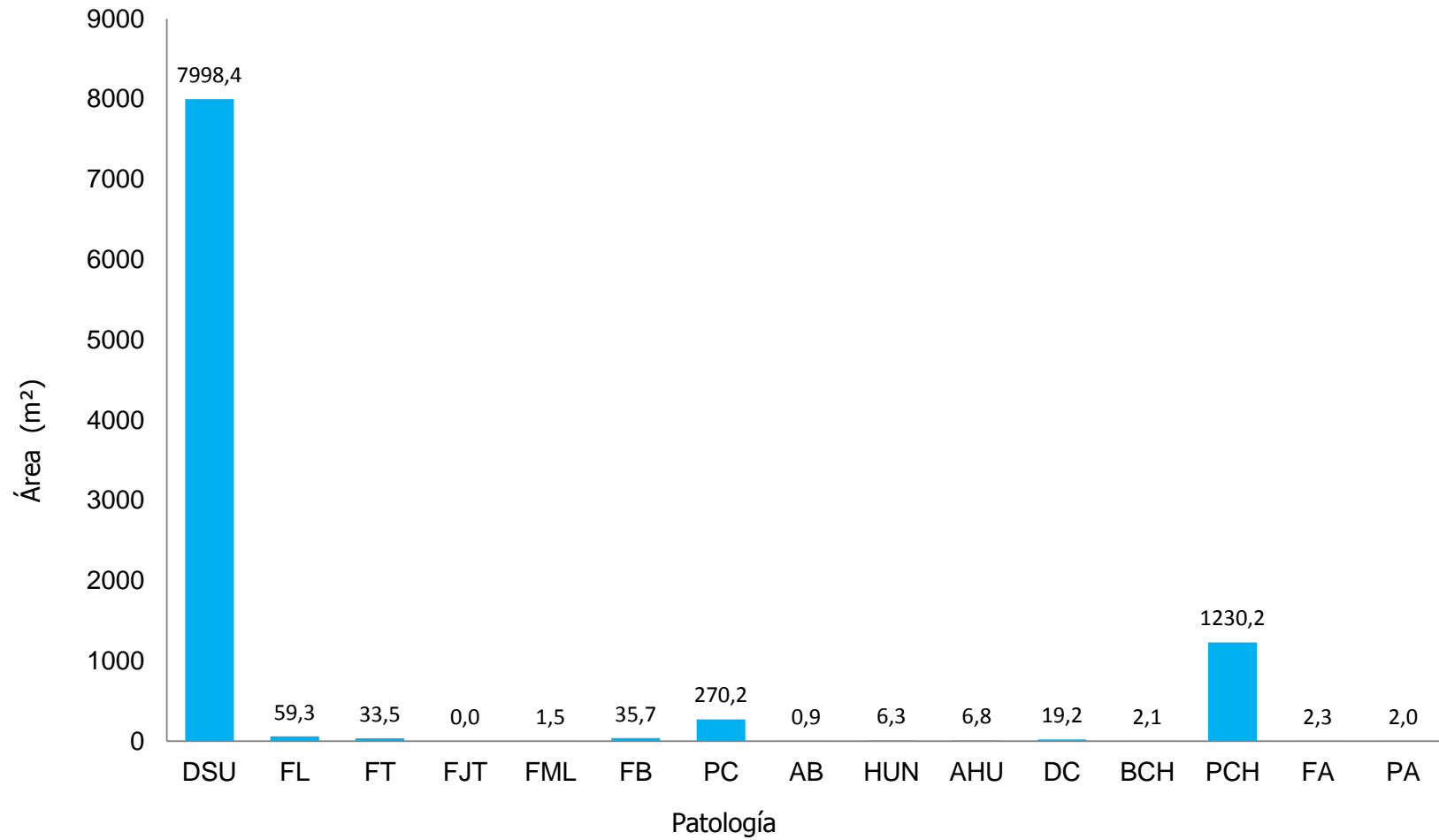
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Distribución de los daños de severidad baja por tipo.



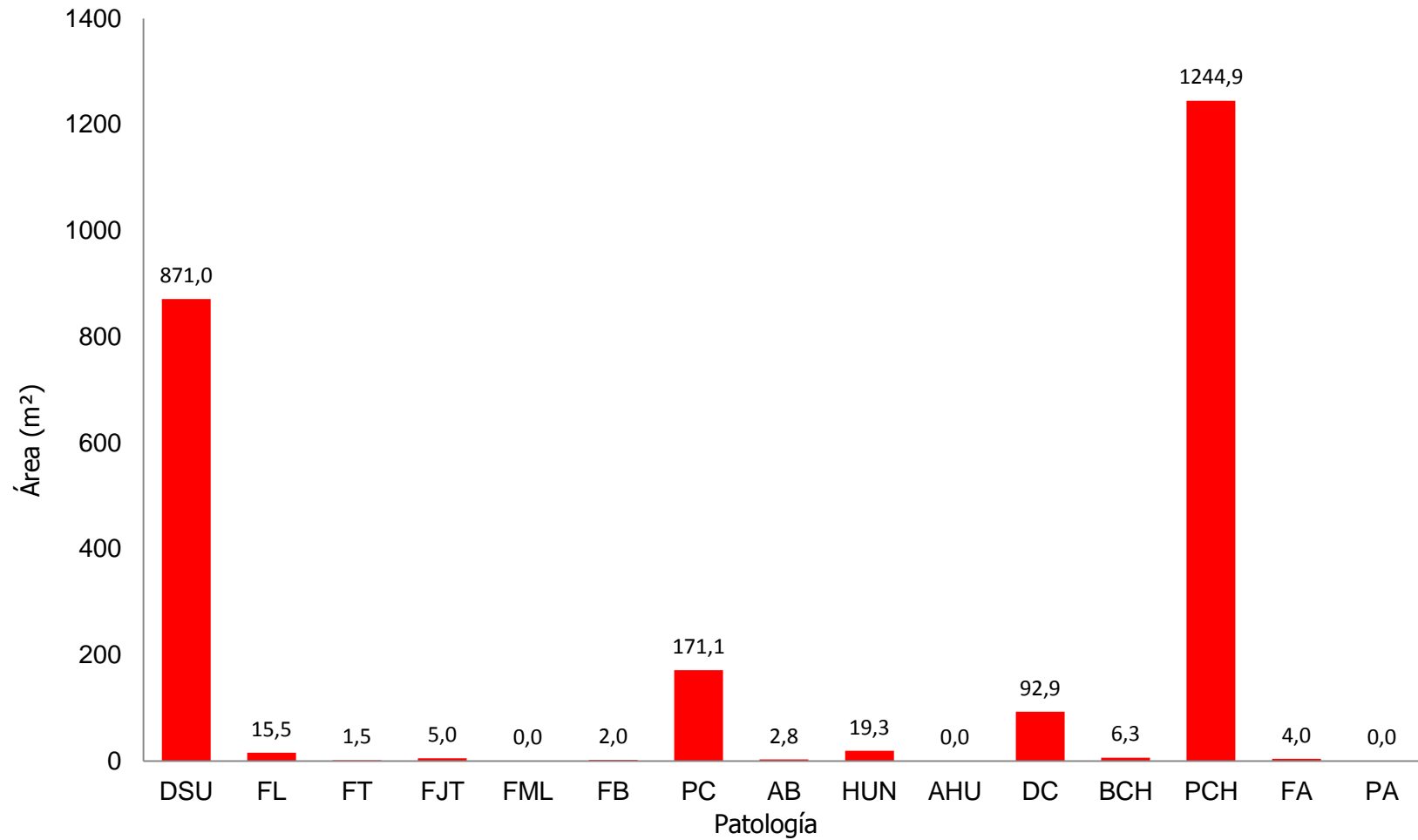
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Distribución de los daños de severidad media por tipo.



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Distribución de los daños de severidad alta por tipo.



Fuente: elaboración propia.

9.10 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA PAVIMENTO RÍGIDO

9.10.1 Información. Se realizó en base al número de losas que presentan algún tipo de falla y las áreas afectadas, para el análisis de las fisuras longitudinales, transversales y en juntas de construcción, la longitud registrada debe multiplicarse por un ancho de referencia de 0,6 m. Para desportillamiento en las juntas se midió la longitud de afectación y multiplicarla por 0,2 m, con el fin de manejar unidades consistentes en cuanto al área de daño como se indica en el manual para la inspección visual de pavimentos rígidos del INVIAS.

9.10.1.1 Estado del pavimento respecto al total de losas afectadas. En la tabla 14 se registraron los datos por tramos, el número de losas que lo conforman y los tipos de daño que presentan, utilizando los esquemas en planta. Con esta información se realizó un gráfico que ilustra los tramos con mayor afectación como se muestra en la figura 24.

Tabla 14. Análisis por número de losas.

TRAMO	TOTAL PLACAS	TOTAL PLACAS AFECTADAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS EN EL TRAMO
C1	28	22	2,40	78,57
C2	18	18	1,97	100,00
C3	18	16	1,75	88,89
C4	20	20	2,18	100,00
C5	18	18	1,97	100,00
C10	18	11	1,20	61,11
C11	24	9	0,98	37,50
C16	16	3	0,33	18,75
C17	22	6	0,66	27,27
C22	24	3	0,33	12,50
C23	22	5	0,55	22,73
C24	22	2	0,22	9,09
C27	42	5	0,55	11,90
C28	33	10	1,09	30,30
C29	33	12	1,31	36,36
C31	33	2	0,22	6,06
C33	26	1	0,11	3,85
C37	18	6	0,66	33,33
C38	26	5	0,55	19,23

Tabla 14. (Continuación).

TRAMO	TOTAL PLACAS	TOTAL PLACAS AFECTADAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS EN EL TRAMO
C40	20	8	0,87	40,00
C30	33	4	0,44	12,12
C6	2	2	0,22	100,00
C21	2	2	0,22	100,00
C15	9	8	0,87	88,89
K3	38	34	3,71	89,47
K4	20	16	1,75	80,00
K5	14	10	1,09	71,43
K6	14	11	1,20	78,57
K7	20	1	0,11	5,00
K8	46	22	2,40	47,83
K9	24	5	0,55	20,83
K10	18	1	0,11	5,56
K11	18	5	0,55	27,78
K12	24	8	0,87	33,33
K21	17	12	1,31	70,59
K37	18	11	1,20	61,11
K38	22	8	0,87	36,36
K34	12	8	0,87	66,67
E1	4	1	0,11	25,00
E2	4	4	0,44	100,00
E3	4	4	0,44	100,00
E4	4	4	0,44	100,00
E5	4	3	0,33	75,00
E6	4	1	0,11	25,00
E8	4	4	0,44	100,00
E9	4	0	0,00	0,00
E10	4	1	0,11	25,00
E11	4	4	0,44	100,00
E12	4	1	0,11	25,00
E13	6	1	0,11	16,67
E14	4	3	0,33	75,00
E18	4	3	0,33	75,00
E19	6	0	0,00	0,00
E25	4	1	0,11	25,00
E26	6	0	0,00	0,00
E33	6	3	0,33	50,00
E41	4	3	0,33	75,00
TOTAL	916	391	42,69	

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Porcentaje de daño por tramos respecto al total de placas en el tramo.

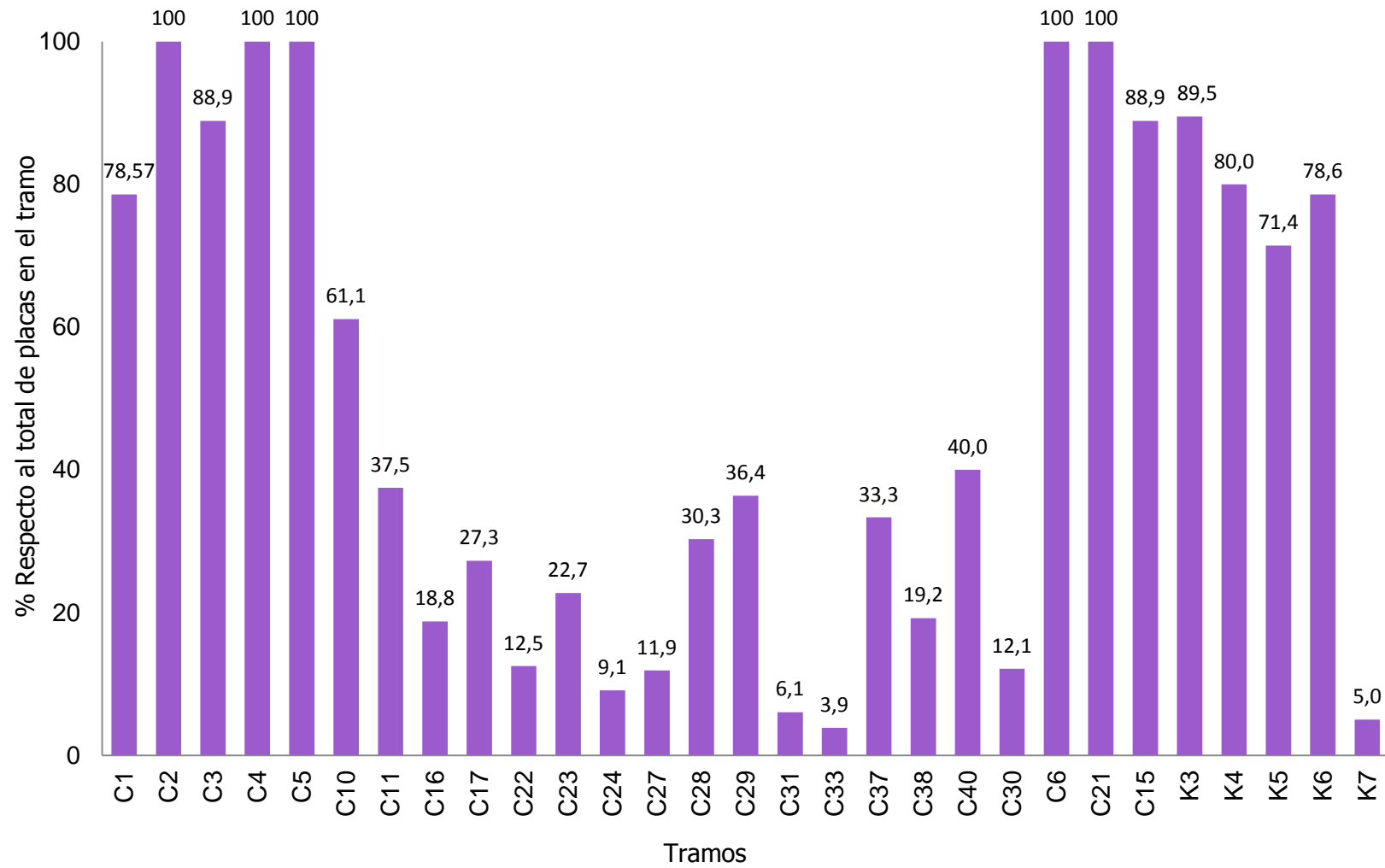
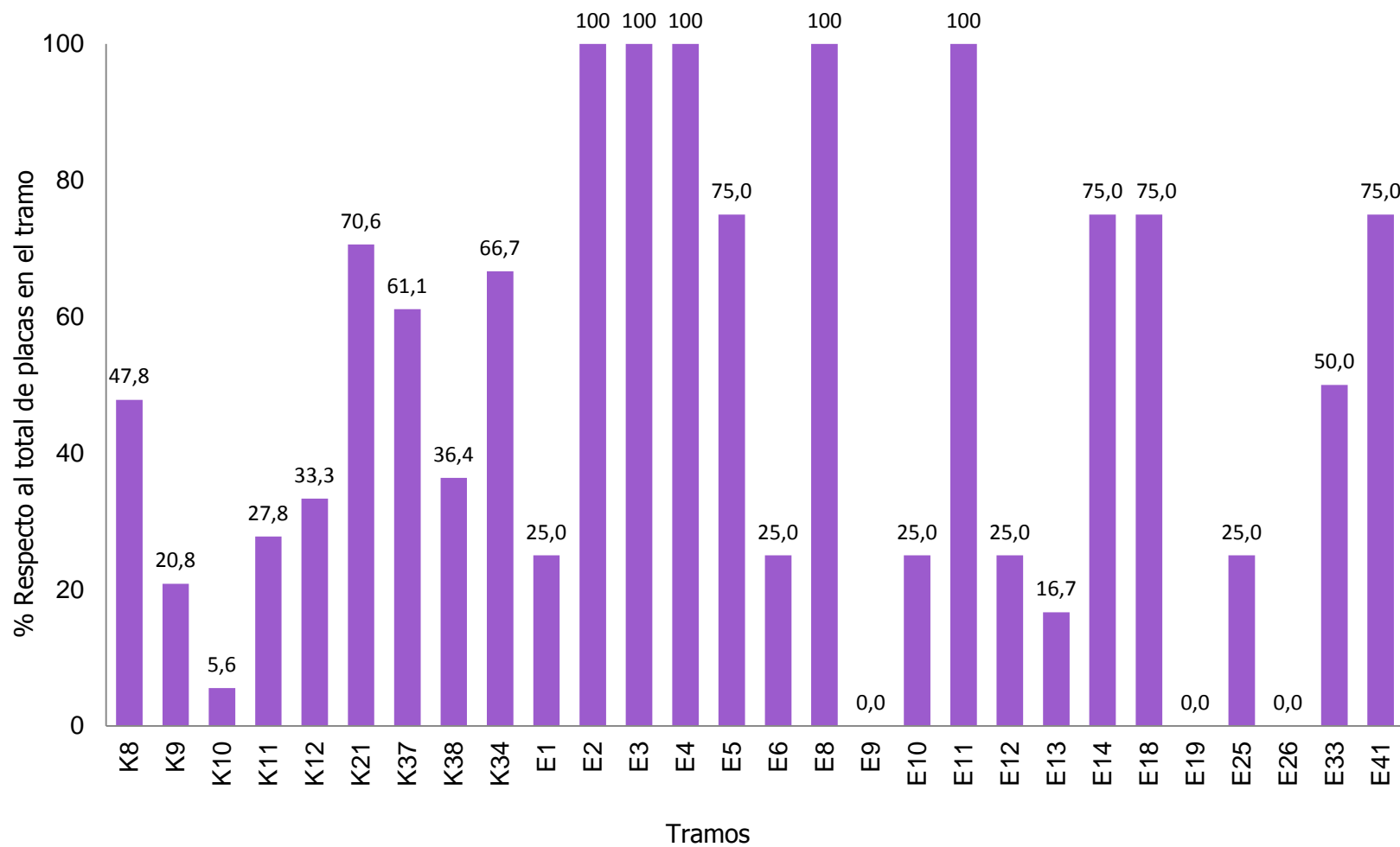


Figura 24. (Continuación).



Fuente: elaboración propia.

9.10.1.2 Análisis general del estado del pavimento respecto al área dañada.

Haciendo uso de los formatos de inspección visual (ver anexos), se deduce el área total inspeccionada, sin incluir andenes. Con relación a esta área se calculó el porcentaje de afectación de todos los tramos, según la severidad y el tipo de falla como se muestra en la tabla 15 y figura 25.

Tabla 15. Porcentaje de área dañada y severidades de todos los tramos.

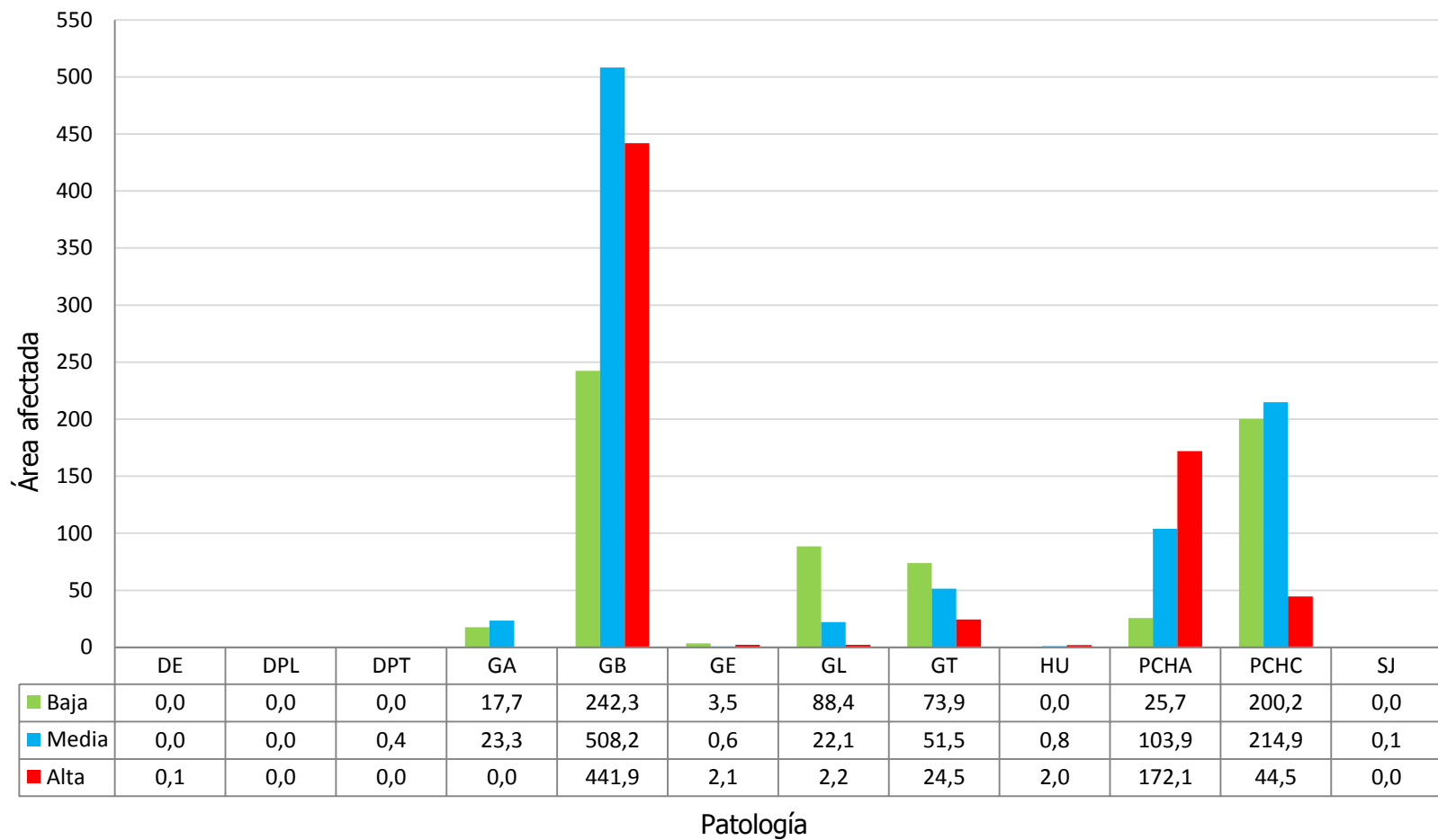
Área total inspeccionada (m²): 12585,44

PATOLOGIA	SEVERIDADES					
	BAJA (B)		MEDIA (M)		ALTA (A)	
	ÁREA AFECTADA	% FRENTE AL TOTAL	ÁREA AFECTADA	% FRENTE AL TOTAL	ÁREA AFECTADA	% FRENTE AL TOTAL
DE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,0007
DPL	0,00	0,00	0,03	0,0002	0,00	0,00
DPT	0,00	0,00	0,41	0,0033	0,00	0,00
GA	17,69	0,1406	23,34	0,1855	0,00	0,00
GB	242,28	1,9251	508,19	4,0379	441,94	3,5115
GE	3,48	0,0277	0,6	0,0048	2,1	0,0167
GL	88,41	0,7025	22,1	0,1756	2,22	0,0176
GT	73,86	0,5869	51,48	0,4090	24,48	0,1945
HU	0,00	0,00	0,82	0,0065	1,95	0,0155
PCHA	25,71	0,2043	103,88	0,8254	172,1	1,3675
PCHC	200,24	1,5910	214,91	1,7076	44,47	0,3533
SJ	0,00	0,00	0,06	0,0005	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Con la tabla 16 resumen de daños en pavimento rígido, se busca conocer los daños predominantes en cada tramo de estudio.

Figura 25. Área afectada según su patología y severidad de todos los tramos.



Fuente: elaboración propia.

Con los totales obtenidos en la tabla 16 resumen de daños en m², se elabora la tabla 17 resumen de daños en % con los cuales se hace un resumen en la tabla 18 y figura 26.

Tabla 18. Resumen de severidades por tramos.

TRAMO	TOTAL (%) POR SEVERIDAD		
	B	M	A
C1	7,59	26,54	0,98
C2	6,78	32,97	47,62
C3	21,18	11,36	14,11
C4	3,03	7,50	25,10
C5	5,07	33,32	36,78
C10	13,19	1,69	4,92
C11	1,86	3,29	0,03
C16	3,42	0,00	0,00
C17	2,63	1,34	0,00
C22	1,92	0,00	0,00
C23	2,12	0,00	0,00
C24	0,84	0,01	0,00
C27	1,26	0,61	0,00
C28	2,91	1,36	0,00
C29	1,02	11,14	0,00
C31	0,00	0,36	0,00
C33	0,53	0,00	0,00
C37	0,68	2,79	0,00
C38	0,00	10,33	0,00
C40	2,18	2,49	4,79
C30	1,10	0,00	0,00
C6	20,02	13,04	2,00
C21	16,17	3,09	0,00
C15	3,71	21,65	8,18
K3	12,96	21,63	14,44
K4	18,11	18,87	4,80
K5	14,88	14,11	0,00
K6	34,56	0,00	0,00
K7	0,63	0,18	0,00

TRAMO	TOTAL (%) POR SEVERIDAD		
	B	M	A
K8	3,47	2,13	2,90
K9	0,54	1,01	0,00
K10	2,86	0,00	0,00
K11	5,95	0,83	0,19
K12	5,96	2,40	0,00
K21	0,00	3,58	33,84
K37	0,38	2,76	6,55
K38	2,43	0,59	0,00
K34	0,00	14,10	1,22
E1	0,00	0,00	3,72
E2	4,05	25,00	31,08
E3	8,94	75,00	8,94
E4	20,55	0,00	0,00
E5	6,41	0,30	0,00
E6	0,00	25,00	0,00
E8	30,96	0,00	0,00
E9	0,00	0,00	0,00
E10	0,00	1,76	0,00
E11	3,21	0,00	0,00
E12	0,00	3,09	0,00
E13	0,00	0,00	0,00
E14	0,00	14,86	0,00
E18	9,07	11,29	2,57
E19	0,00	0,00	0,00
E25	1,98	0,00	0,00
E26	0,00	0,00	0,00
E33	5,23	0,00	0,00
E41	0,00	8,35	0,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Porcentaje de daños por tramos con respecto al área dañada.

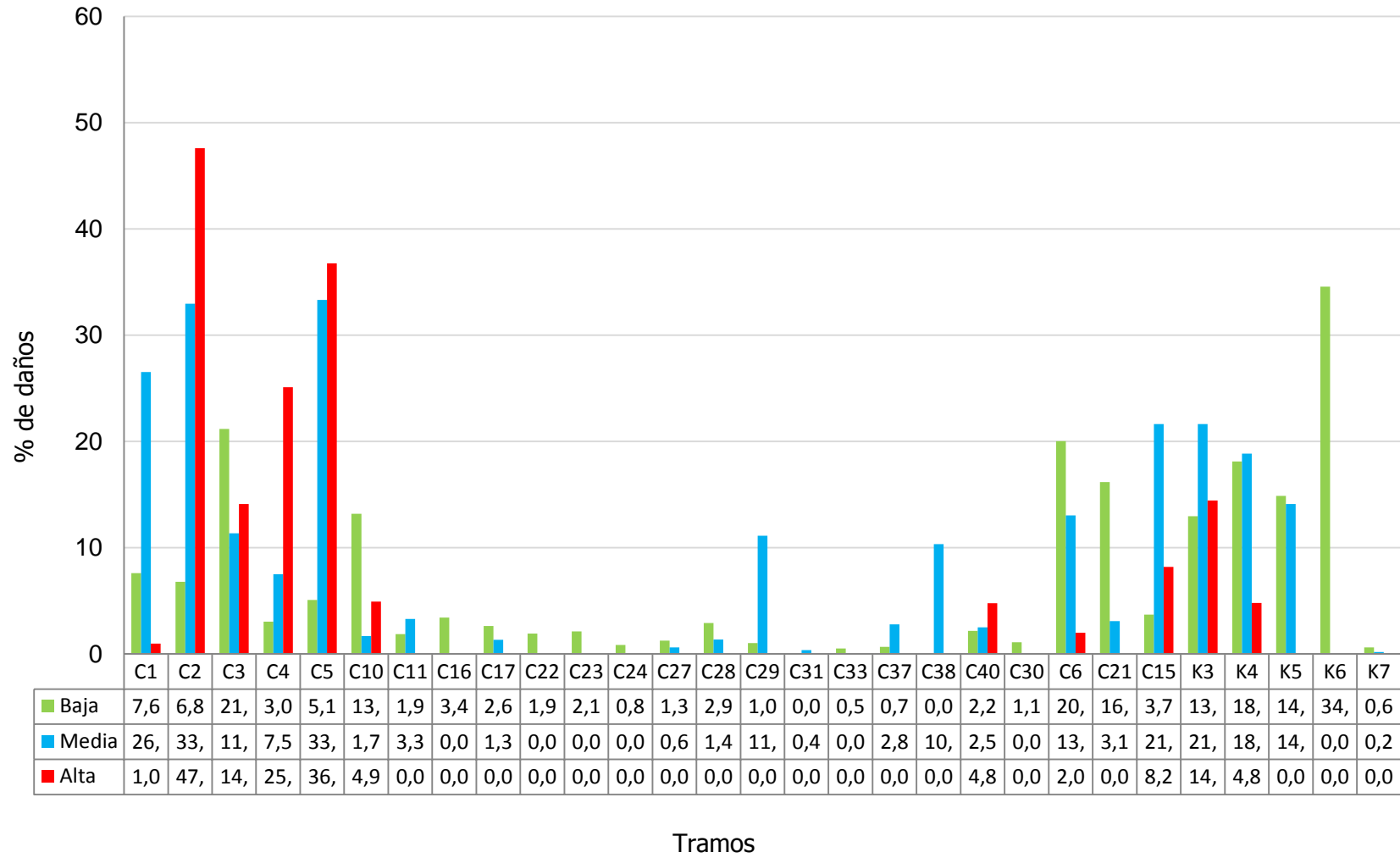
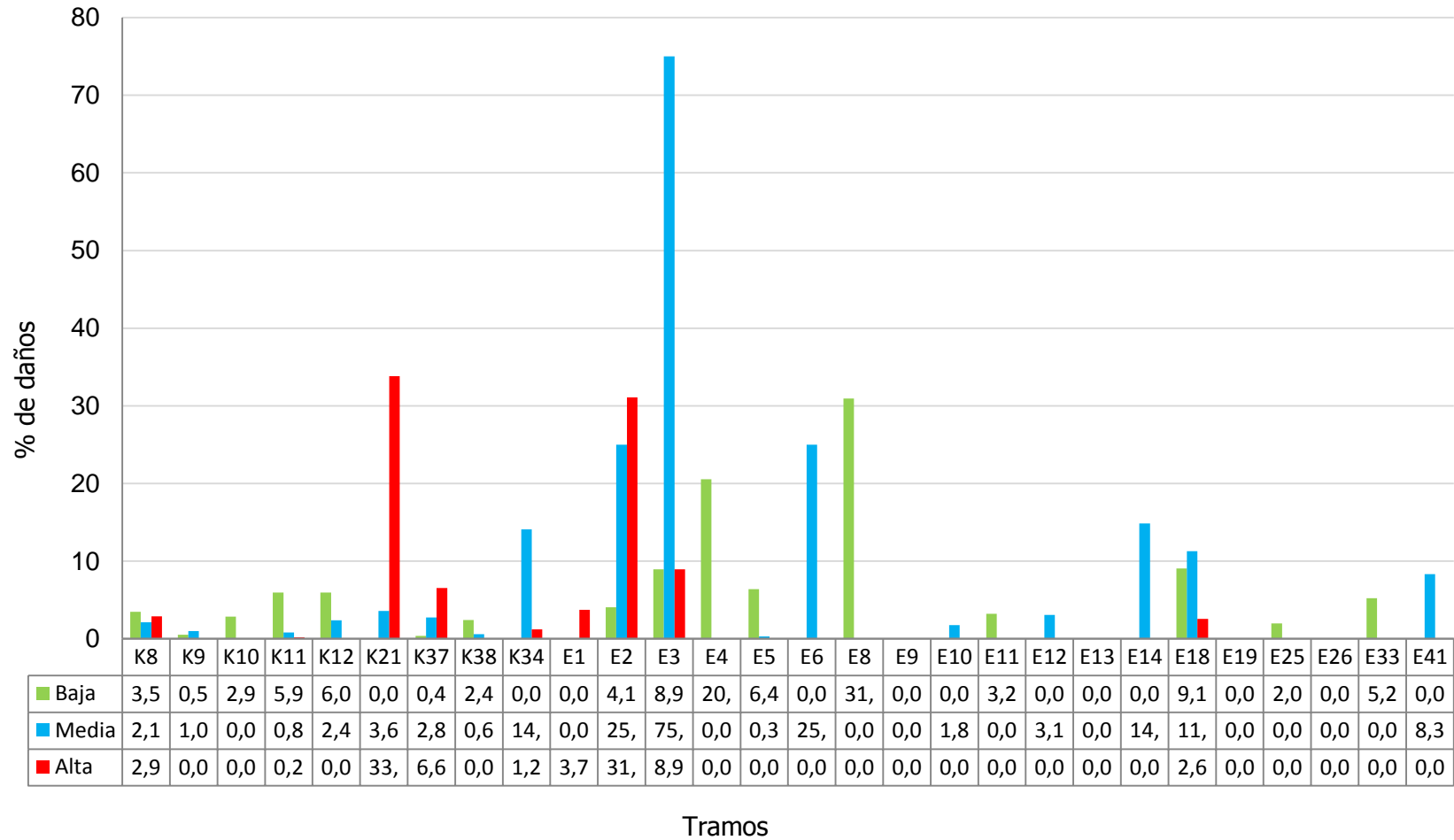


Figura 26. (Continuación).



Fuente: elaboración propia.

9.10.1.3 Resumen de daños encontrados. En la tabla 19 se presenta un resumen con el inventario de losas dañadas por tramos, agrupando las diferentes patologías encontradas. Con esta información se busca tener el panorama general de las losas afectadas por tramo y la severidad de los daños encontrados.

Tabla 19. Resumen de patologías por severidad y placas afectadas.

TRAMO	PATOLOGIA	SEVERIDAD	No. PLACAS AFECTADAS	
C1	DPL	M	1	
	DPT	M	1	
	GB	M	7	
	GL	B	10	
	GT	B	4	
	GT	M	3	
	GT	A	2	
	PCHC	B	4	
C2	GB	B	1	
	GB	M	6	
	GB	A	8	
	GL	B	1	
	GT	B	1	
	GT	A	1	
	PCHA	M	2	
	PCHA	A	5	
C3	PCHC	A	2	
	GB	B	3	
	GB	M	2	
	GB	A	2	
	GE	B	1	
	GL	B	3	
	GL	M	3	
	GT	B	2	
C4	PCHA	A	1	
	PCHC	M	1	
	PCHC	A	3	
	GB	M	2	
	GB	A	5	
	GE	B	1	
C5	GT	B	3	
	GT	M	2	
	GT	A	1	
	GB	M	6	
	GB	A	3	
	GT	B	1	
C6	GT	A	2	
	PCHA	B	1	
	PCHA	M	2	
	PCHA	A	9	
	PCHC	B	4	
	PCHC	M	5	
	C7	PCHC	A	3
		CD	---	1
GA		B	1	
GB		B	1	
GB		M	1	
GB		A	1	
GE		B	1	
GL		B	1	
GT		B	1	
HU		M	1	
HU		A	1	
PCHC		B	8	
C8	PCHC	M	1	
	CD	---	2	
	DE	A	1	
	GA	M	1	
	GL	B	1	
	PCHC	B	2	
	PCHC	M	3	
	GL	B	1	
C9	GT	B	1	
	GT	B	1	
	PCHC	B	2	
C10	GT	B	2	
	GT	M	2	
	PCHA	B	1	
	PCHC	B	2	
C11	SJ	M	1	
	GL	B	2	
C12	PCHC	B	2	
	PCHC	M	3	
C13	GL	B	1	
	GT	B	1	
	PCHC	B	2	
C14	GT	B	2	
	GT	M	2	
	PCHA	B	1	
C15	PCHC	B	2	
	SJ	M	1	
C16	GL	B	2	
	PCHC	B	3	
C17	PCHC	B	5	
	GA	M	1	
C18	PCHC	B	1	
	PCHC	M	2	
C19	GL	M	1	
	GT	M	2	
C20	PCHA	B	2	
	PCHC	B	2	
	PCHC	M	2	
C21	GL	B	1	
	PCHA	M	1	
	PCHC	M	7	
C22	PCHC	M	2	
	PCHC	M	2	
C23	GL	B	3	
	PCHC	M	14	
C24	PCHC	M	2	
	PCHC	M	2	
C25	GL	B	3	
	PCHC	M	14	
C26	PCHC	M	2	
	PCHC	M	2	

Tabla 19. (Continuación).

TRAMO	PATOLOGIA	SEVERIDAD	No. PLACAS AFECTADAS
C33	PCHC	B	1
C37	GA	M	3
	GT	B	1
	GT	M	1
	PCHC	M	1
C38	HU	M	2
	PCHA	M	2
	PCHC	M	1
C40	GA	B	1
	GT	B	2
	PCHA	M	3
	PCHA	A	1
	PCHC	M	2
C30	GA	B	1
	GL	B	1
	PCHC	B	3
C6	GT	M	2
	PCHA	A	1
	PCHC	B	2
C21	PCHA	B	1
	PCHA	M	1
	PCHC	B	1
C15	GA	M	1
	GB	M	1
	GE	A	3
	GT	B	1
	PCHC	A	2
K3	DPT	M	1
	GA	M	1
	GB	B	2
	GB	M	1
	GB	A	6
	GL	B	2
	GT	B	7
	GT	M	4
	GT	A	2
	PCHA	M	4
	PCHC	B	2
	PCHC	M	21

TRAMO	PATOLOGIA	SEVERIDAD	No. PLACAS AFECTADAS
K4	GA	B	1
	GA	M	1
	GB	B	2
	GB	M	5
	GB	A	1
	GE	B	1
	GE	M	1
	GL	B	7
	GT	B	1
	PCHA	M	2
	PCHC	B	3
	K5	GB	B
GB		M	2
GL		B	5
GL		M	2
PCHC		B	1
K6	GB	B	4
	GL	B	4
	GT	B	4
	PCHA	B	2
	PCHC	B	2
K7	GA	B	1
	GA	M	1
	GT	B	1
K8	CD	---	1
	GL	B	2
	GT	B	2
	PCHA	B	1
	PCHC	B	11
	PCHC	M	5
K9	PCHC	A	6
	GA	B	2
	PCHA	M	1
	PCHC	B	1
K10	PCHC	M	1
	PCHC	B	1
K11	PCHC	B	6
	PCHC	M	1
	PCHC	A	1

Tabla 19. (Continuación).

TRAMO	PATOLOGIA	SEVERIDAD	No. PLACAS AFECTADAS
K12	GA	M	1
	GL	B	2
	PCHA	B	1
	PCHC	B	4
	PCHC	M	1
K21	GB	A	3
	GL	M	1
	GT	A	3
	PCHA	A	2
	PCHC	M	5
K37	GL	M	1
	PCHA	A	5
	PCHC	B	2
	PCHC	M	4
	PCHC	A	3
K38	GA	B	6
	GE	B	1
	GT	M	1
	PCHC	B	2
K34	GE	A	1
	GL	M	2
	GL	A	1
	GT	M	3
	GT	A	1
	PCHC	M	6
E1	GL	A	1
E2	GB	M	1
	GB	A	2
	GL	B	1
E3	GB	M	3
	GB	A	1
	PCHA	B	1

TRAMO	PATOLOGIA	SEVERIDAD	No. PLACAS AFECTADAS
E4	GA	B	1
	GB	B	2
	PCHC	B	2
E5	CD	---	1
	DPT	M	1
	GA	B	1
	GL	B	1
E6	GB	M	1
E8	GA	B	1
	GL	B	2
	GT	B	4
	PCHC	B	3
E9	---	---	0
E10	PCHA	M	1
E11	GA	B	1
E12	GL	M	1
E13	CD	---	1
E14	CD	---	1
	GT	M	2
E18	GT	B	1
	GT	M	1
	GT	A	1
	PCHA	M	2
	PCHC	B	1
	PCHC	B	1
E19	---	---	0
E25	PCHC	B	1
E26	---	---	0
E33	GT	B	2
	PCHC	B	1
E41	GL	M	1
	GT	M	1
	PCHC	M	1

Fuente: elaboración propia.

9.11 REDES DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Aunque el estado y funcionalidad de acueducto y alcantarillado no están dentro del alcance de estudio, es importante considerar este aspecto porque influye directamente en el estado de los pavimentos cuando se hacen instalaciones o reparaciones que incluye demolición y reemplazo de materiales; no es posible determinar el funcionamiento y estado interno de las tuberías debido a la complicación de realizar la inspección ya que este estudio es visual.

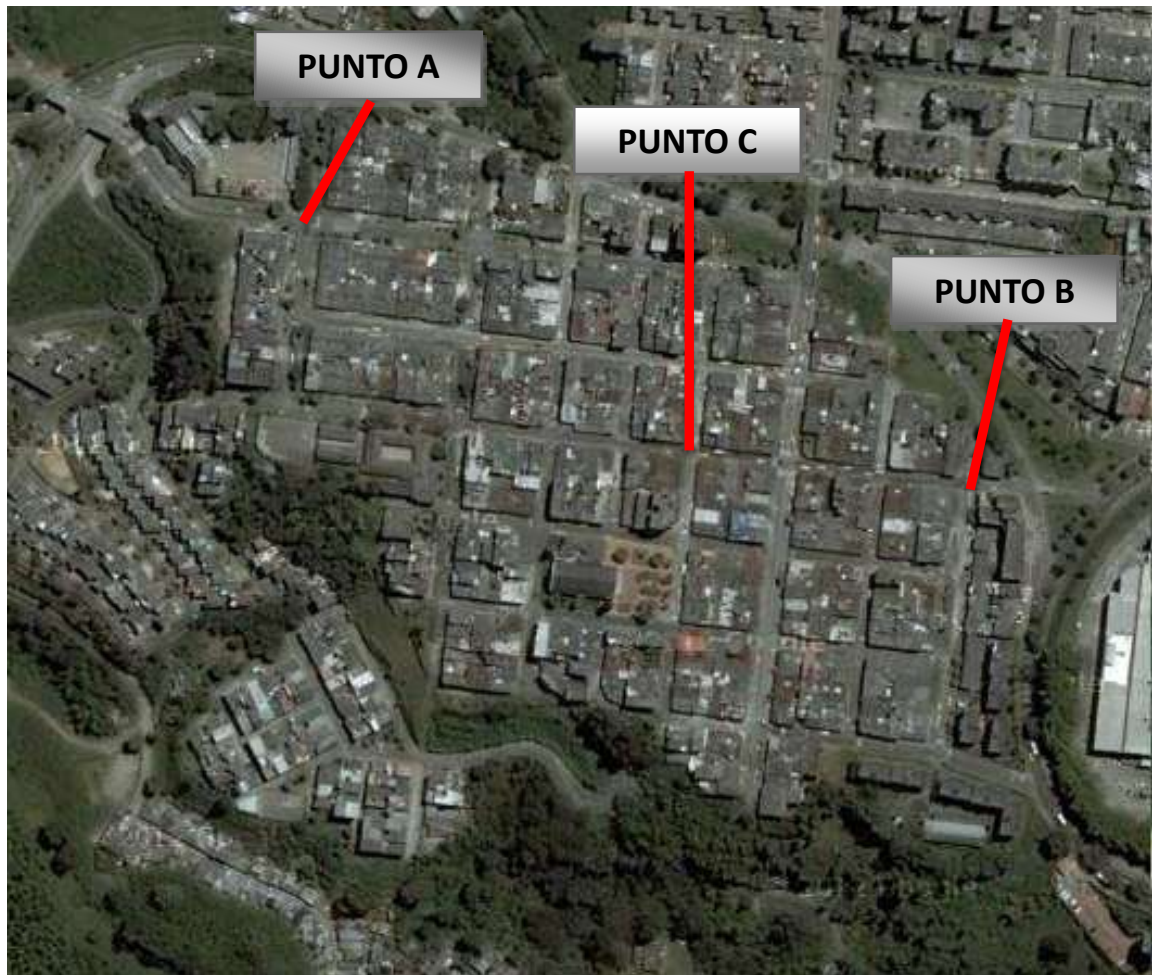
En el sector estudiado los parches en concreto y asfalto (PCHC, PCHA) se encuentran analizados dentro de la inspección visual del pavimento, debido a que en los diferentes tramos se encuentran instaladas redes de gas y este procedimiento consiste en realizar sobre el pavimento existente brechas que permitan la instalación de las tuberías en las posteriores reparaciones; según los resultados obtenidos indica que afecta la estructura vial sin alterar la capa de rodadura.

El tipo de falla grietas en pozos y sumideros nos sirve de base para analizar su comportamiento y la influencia sobre el estado de los pavimentos, actualmente en el barrio Providencia con la inspección visual que se realizó concluimos que se presentan muy pocas fallas y que su comportamiento es bueno y no influye en el estado de los pavimentos, también cabe mencionar que gracias a la información brindada por los habitantes del sector también podemos corroborar su buen funcionamiento y estado.

9.12 ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DEL TRÁNSITO

Pereira ha sido un municipio con una tasa de crecimiento urbanístico alta, lo cual impacta en la conformación de la malla vial, se realizó un análisis que muestra el comportamiento del flujo vehicular en distintas zonas del barrio Providencia para así determinar la influencia del tránsito en los pavimentos como se ilustra en la figura 27.

Figura 27. Ubicación de los sitios de aforo para el análisis del flujo vehicular.



Fuente: Google mapas.

Aunque lo ideal es realizar un aforo continuo durante toda una semana y 24 horas cada día, o por lo menos de 6: 00 am a 8:00 pm, para este proyecto se tomo como alternativa seleccionar tres (3) horarios donde se presenta mayor flujo vehicular:

- 6:30 am – 8:30 am
- 11:00 am – 2:00 pm
- 5:00 pm – 7:00 pm

Con la información obtenida se determinó que el horario que presenta mayor flujo vehicular es el de 11:00 am – 2:00 pm.

A partir de los datos obtenidos durante los conteos se calculó el tránsito promedio diario (T.P.D) de cada uno de los sitios de aforo y se estimó como el flujo vehicular influye en el estado de los pavimentos del sector como se muestra en la tabla 20.

- El punto A cuenta con cinco (5) sentidos donde los vehículos pueden transitar como se ilustra en la figura 28.

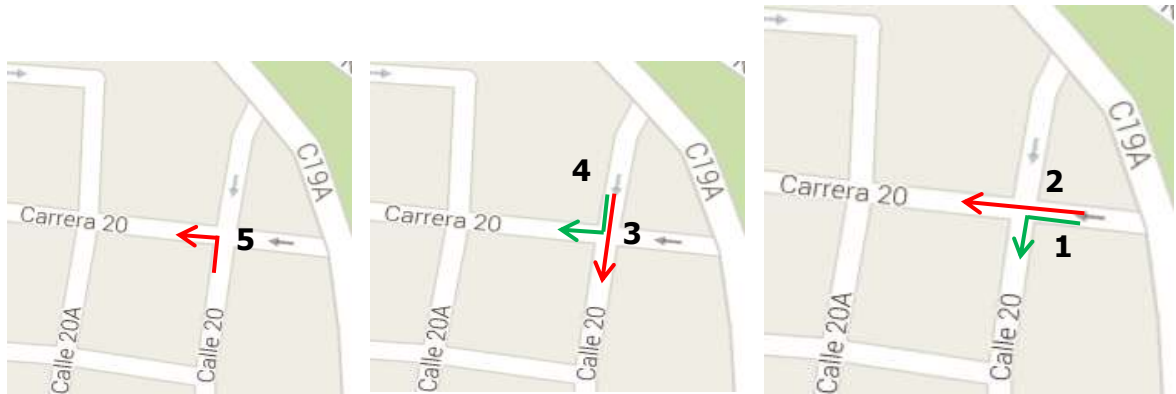
Figura 28. Punto A, carrera 19 con calle 24.



Fuente: elaboración propia.

- El punto B tiene cinco (5) sentidos donde los vehículos pueden transitar como se muestra en la figura 29.

Figura 29. Punto B, carrera 20 con calle 20.



Fuente: elaboración propia.















- El punto C cuenta con cuatro (4) sentidos que permite a los vehículos transitar como se ilustra en la figura 30.

Figura 30. Punto C, carrera 20 con calle 21 Bis.



Fuente: elaboración propia.















Tabla 20. Tránsito promedio diario (TPD).

Punto	Ubicación	Sentido		Motos	T.P.D	Autos	T.P.D	Buses	T.P.D	C2P	T.P.D	C2G	T.P.D
A	Carrera 19 con calle 24		5	615	5125	876	7300	66	550	10	83	7	58
			4	472	3933	649	5408	30	250	5	42	5	42
			3	35	292	63	525	1	8	3	25	0	0
			2	28	233	88	733	2	17	1	8	5	42
			1	564	4700	910	7583	13	108	17	142	27	225
B	Carrera 20 con calle 20		5	11	92	27	225	13	108	2	17	6	50
			4	8	67	122	1017	0	0	14	117	10	83
			3	69	575	300	2500	0	0	14	117	12	100
			2	650	5417	1055	8792	16	133	16	133	15	125
			1	28	233	107	892	3	25	0	0	1	8
C	Carrera 20 con calle 21 Bis		4	458	3817	863	7192	22	183	13	108	29	242
			3	40	333	39	325	0	0	1	8	0	0
			2	47	392	39	325	0	0	0	0	0	0
			1	72	600	110	917	2	17	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta que de los cinco (5) tipos de vehículos analizados, el de mayor volumen son los automóviles, como se ilustra en la tabla 21, el tránsito promedio diario (T.P.D) de automóviles vs porcentaje de afectación por tramo.

Tabla 21. T.P.D vs porcentaje de afectación.

Septiembre 17 de 2013 Hora: 11:00 am - 2:00 pm									
Punto	Ubicación	Sentido	Autos	T.P.D	% Afectación por tramos			% Total afectación	
					Esquinas	Calles	Carreras		
A	Carrera 19 con calle 24		5	876	7300	60,14%	87,37%	0,00%	147,51%
			4	649	5408	60,14%	0,00%	49,03%	109,17%
			3	63	525	60,14%	35,12%	49,03%	144,29%
			2	910	7583	60,14%	87,37%	35,12%	182,63%
			1	88	733	60,14%	87,37%	0,00%	147,51%
B	Carrera 20 con calle 20		5	27	225	100%	8,45%	77,49%	185,94%
			4	300	2500	100%	3,47%	8,45%	111,92%
			3	122	1017	100%	3,47%	77,49%	180,96%
			2	1055	8792	100%	37,42%	77,49%	214,91%
			1	107	892	100%	8,45%	37,42%	145,87%
C	Carrera 20 con calle 21 Bis		4	863	7192	22,93%	59,74%	51,14%	133,81%
			3	39	325	22,93%	2,12%	51,14%	76,19%
			2	110	917	22,93%	1,92%	2,12%	26,97%
			1	39	325	22,93%	1,92%	59,74%	84,59%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 21 se puede observar un alto flujo vehicular que posiblemente afecta el estado superficial de los pavimentos e influye en la estructura del pavimento; los vehículos ejercen sobre los pavimentos fuerzas cuya magnitud varía debido a la vibración de las distintas masas que lo conforman. Pero también existen otros factores que impactan la malla vial como son:

- Procesos constructivos deficientes e inadecuados.
- Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas.
- Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica.
- Asentamiento de la base o sub-rasante.
- Losas de longitud excesiva.

9.12.1 Nivel de servicio para las vías. Para las vías en estudio el nivel de servicio está dado por: $\Delta\text{PSI} = P_o - P_t$

P_o : Índice de serviciabilidad inicial.

P_t : Índice de serviciabilidad final.

- Pavimento rígido: $\Delta\text{PSI} = 4,5 - 2,0 = 2,5$
- Pavimento flexible: $\Delta\text{PSI} = 4,2 - 2,0 = 2,2$

9.13 ANÁLISIS DE ENTREVISTAS

Según la Junta Administradora Local del barrio Providencia se encuentra una población promedio de 2840 habitantes.

Cálculo de la muestra:

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

N: Población.

σ : Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z: Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58 valor que queda a criterio del investigador.

e: Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

De donde el error es:

$$e = Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N - n}{N - 1}}$$

Remplazando la fórmula de muestra tenemos:

N: 2840 habitantes

σ : 0,5

Z: 95% \rightarrow 1,96

e: 9% \rightarrow 0,09

$$n: \frac{(1,96)^2(0,5)^2(2840)}{(0,09)^2(2840-1)+(1,96)^2(0,5)^2} = 113,8 \approx 114$$

Se procedió a entrevistar a 12 personas que tuvieran conocimiento del tema y se obtuvo la siguiente información:

1. ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en el barrio?

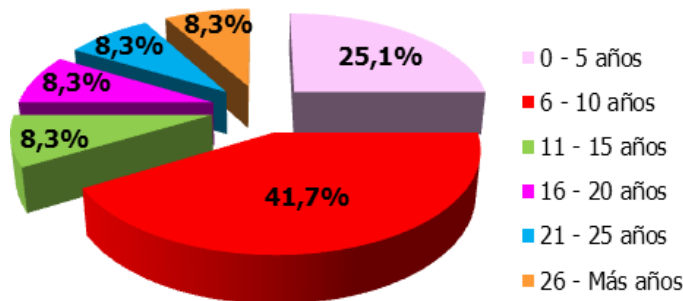
Según los datos de la tabla 22 y figura 31 con un total del 25,1% las personas del barrio Providencia llevan viviendo de 0 a 5 años, el 41,7% corresponde de 6 a 10 años, y el 33,2% pertenece a las edades de 11 a 26 años en adelante.

Tabla 22. Datos obtenidos de las entrevistas para la pregunta No 1.

Años	Cant	%
0 - 5 años	3	25,1
6 - 10 años	5	41,7
11 - 15 años	1	8,3
16 - 20 años	1	8,3
21 - 25 años	1	8,3
26 - Más años	1	8,3
Total	12	100

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Porcentajes de los años que las personas llevan viviendo en el barrio.



Fuente: elaboración propia.

2. Tiene alguna idea sobre en qué fecha fueron construidos los pavimentos.

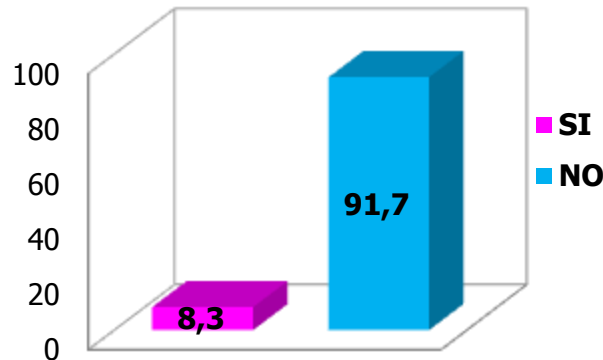
Los datos de la tabla 23 y figura 32 ilustran que solo un 8,3% de la población dice que los pavimentos fueron construidos entre 1994 y 1998.

Tabla 23. Datos obtenidos de las entrevistas para la pregunta No 2.

Respuestas	Cant.	%
SI	1	8,3
NO	11	91,7

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Porcentaje de las personas que tienen idea sobre en qué fecha fueron construidos los pavimentos.



Fuente: elaboración propia.

3. Conoce los métodos utilizados en la construcción de las vías.

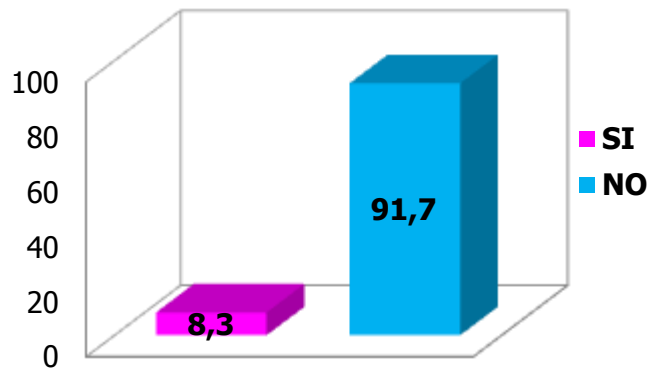
Según los datos de la tabla 24 y figura 33 solo el 8,3% tiene idea de los métodos utilizados en la construcción de las vías y el 91,7% no sabe nada al respecto.

Tabla 24. Datos obtenidos de las entrevistas para la pregunta No 3.

Respuestas	Cant.	%
SI	1	8,3
NO	11	91,7

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Porcentaje de las personas que conocen los métodos utilizados en la construcción de las vías.



Fuente: elaboración propia.

4. ¿Cómo encuentra el estado actual de los pavimentos?

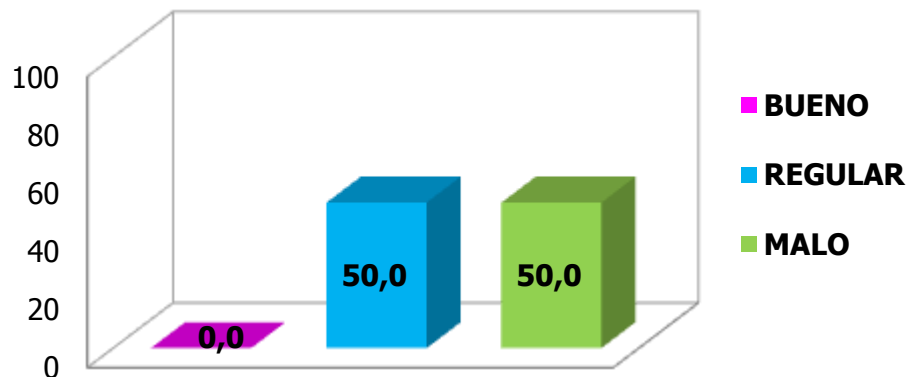
Los datos de la tabla 25 y figura 34 señalan que el 50% de la muestra encuentra el estado actual de los pavimentos regular y el otro 50% en mal estado.

Tabla 25. Datos obtenidos de las entrevistas para la pregunta No 4.

Respuestas	Cant.	%
Bueno	0	0,0
Regular	6	50,0
Malo	6	50,0

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Porcentaje del estado actual de los pavimentos.



Fuente: elaboración propia.

5. ¿Considera necesario realizar reparaciones?

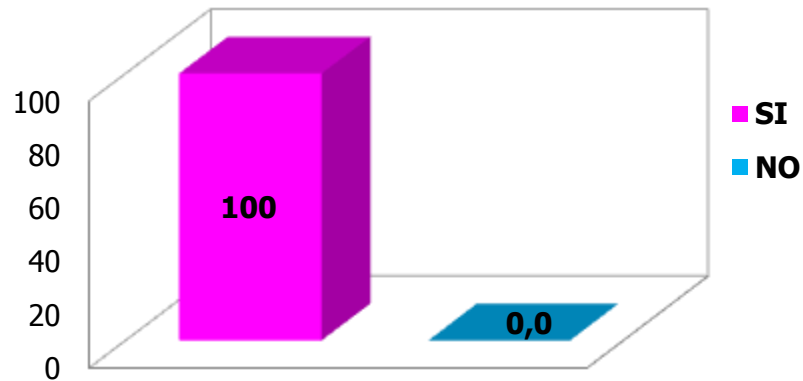
Según los datos de la tabla 26 y figura 35 indican que el 100% de la muestra considera necesario realizar reparaciones en las vías del barrio Providencia.

Tabla 26. Datos obtenidos de las entrevistas para la pregunta No 5.

Respuestas	Cant.	%
SI	12	100
NO	0	0

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Porcentaje que considera necesario realizar reparaciones en las vías.



Fuente: elaboración propia.

6. En el tiempo que ha vivido en el sector, con qué frecuencia le han hecho mantenimiento a los pavimentos.

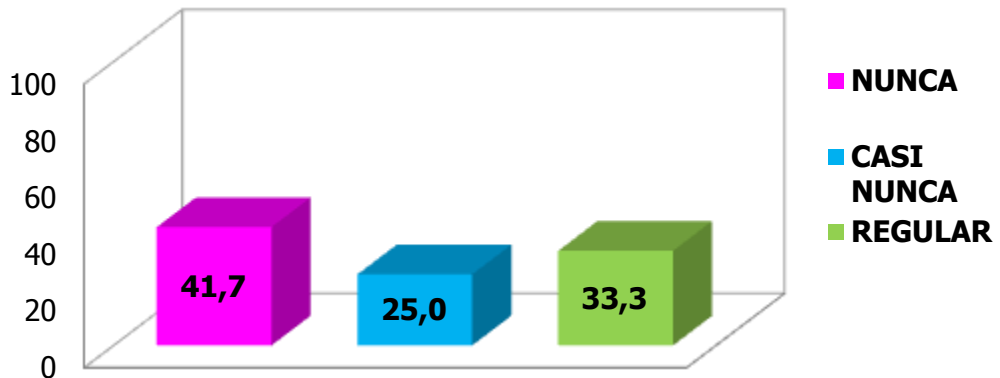
De los datos de la tabla 27 y figura 36 el 41,7% señalan que nunca le han hecho mantenimiento a los pavimentos del sector, mientras que un 33,3% corresponde a que en algún momento si han realizado las respectivas reparaciones.

Tabla 27. Datos obtenidos de las entrevistas para la pregunta No 6.

Respuestas	Cant.	%
Nunca	5	41,7
Casi nunca	3	25,0
Regular	4	33,3

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Frecuencia con la que le han hecho mantenimiento a los pavimentos.



Fuente: elaboración propia.

7. Considera que el alto flujo vehicular puede ser un factor importante que está afectando el pavimento.

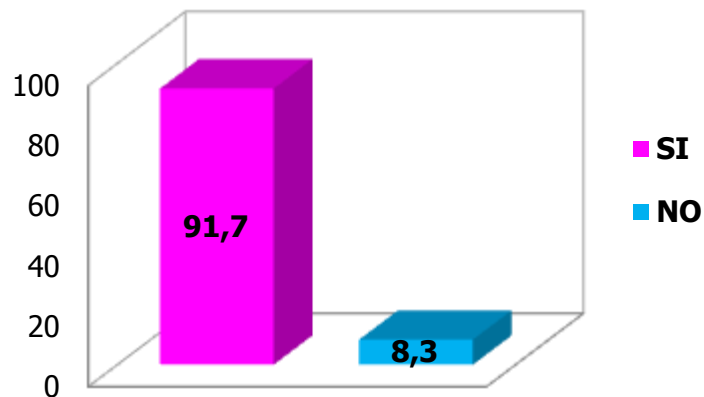
Según los datos de la tabla 28 y figura 37 la muestra opina con un 91,7% que el flujo vehicular es un factor importante que está afectando el pavimento.

Tabla 28. Datos obtenidos de las entrevistas para la pregunta No 7.

Respuestas	Cant.	%
SI	11	91,7
NO	1	8,3

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Porcentaje que considera que el alto flujo vehicular afecta el pavimento.



Fuente: elaboración propia.

8. ¿Se han presentado inundaciones?

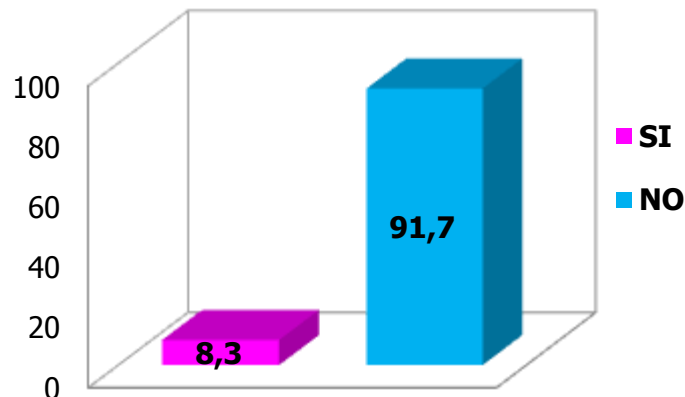
Analizando la tabla 29 y figura 38 el 91,7% de la muestra indica que no se han presentado inundaciones en el barrio Providencia y un 8,3% expuso una inundación por basuras que taparon las alcantarillas.

Tabla 29. Datos obtenidos de las entrevistas para la pregunta No 8.

Respuestas	Cant.	%
SI	1	8,3
NO	11	91,7

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Porcentajes de inundaciones que se han presentado.

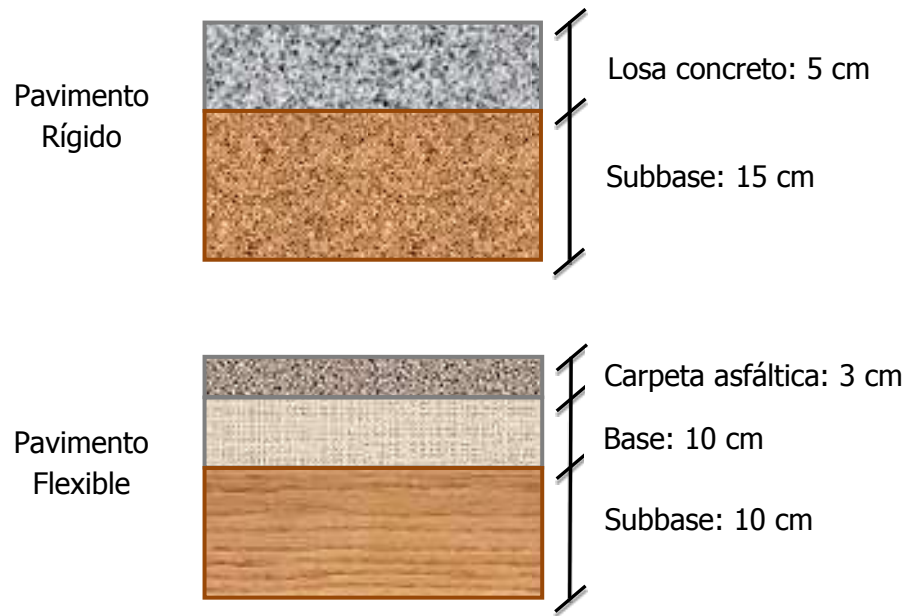


Fuente: elaboración propia.

9.14 PRESUPUESTOS

9.14.1 Presupuesto de valoración. La estimación del presupuesto se basó en el análisis de precios unitarios (APU) suministrado por la Gobernación de Risaralda 2013. Para el presupuesto se realizó un apique en el sitio donde se verificó el espesor de la estructura para pavimento rígido y flexible como se representa en la figura 39 según la foto 10 y 11, los costos de cada tramo (calle, carrera y esquina), en cada presupuesto se incluye la cantidad, valor en pesos de los materiales y sistemas utilizados para hacer los respectivos mantenimientos y reparaciones de las vías (ver anexos).

Figura 39. Estructura existente del pavimento.



Fuente elaboración propia.

Foto 10. Estructura existente del pavimento rígido.



Fuente elaboración propia.

Foto 11. Estructural existente del pavimento flexible.



Fuente elaboración propia.

Se propone hacer campamentos como se ilustra en la figura 40 en dos sectores del barrio Providencia.

Figura 40. Ubicación de los campamentos.



- Esquina E 10:
(Cra 19 Bis con Cl 22 Bis).
- Esquina E 32:
(Cra 21 con Cl 21 Bis).

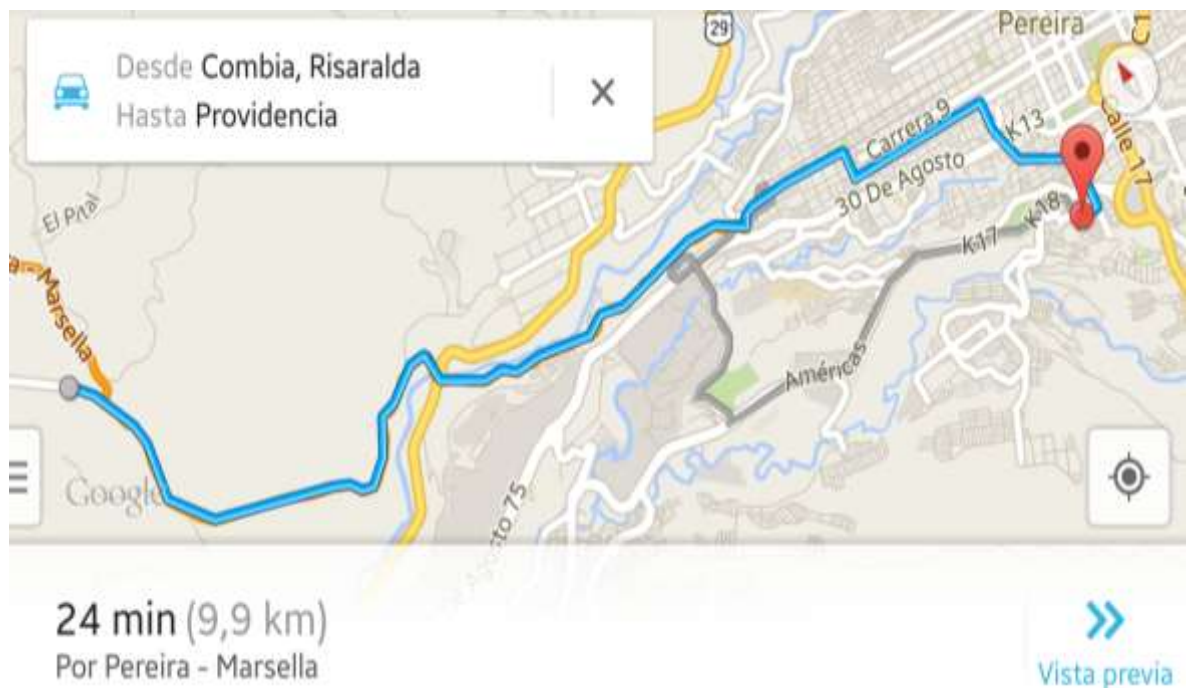
Fuente: elaboración propia.

Incluye la instalación de tres (3) vallas en puntos específicos del sector, brindando a la comunidad información sobre las obras que se adelanten en el barrio, se plantea ubicarlas en los siguientes puntos:

- C 4 (calle 23 con carrera 19).
- C 26 (calle 21 con carrera 19).
- K 21 (carrera 19 con calle 20).

El transporte de material granular para bases y subbases es posible obtenerlo de la cantera de Combia vía Marsella y está ubicada a 9,9 km (barrio Providencia) como se muestra en la figura 41.

Figura 41. Distancia de la cantera Combia hasta el barrio Providencia.



Fuente: Google maps.

9.14.2 Presupuesto de reparación. Se tiene en cuenta que los tramos (calle, carrera y esquina) que presentan fallas con una severidad media a baja el proceso de reparación es hacer un sellamiento o fresado de 5 cm de espesor, no obstante en los tramos que se ilustran en la tabla 30 que presentan severidades altas se requiere de la modificación de la

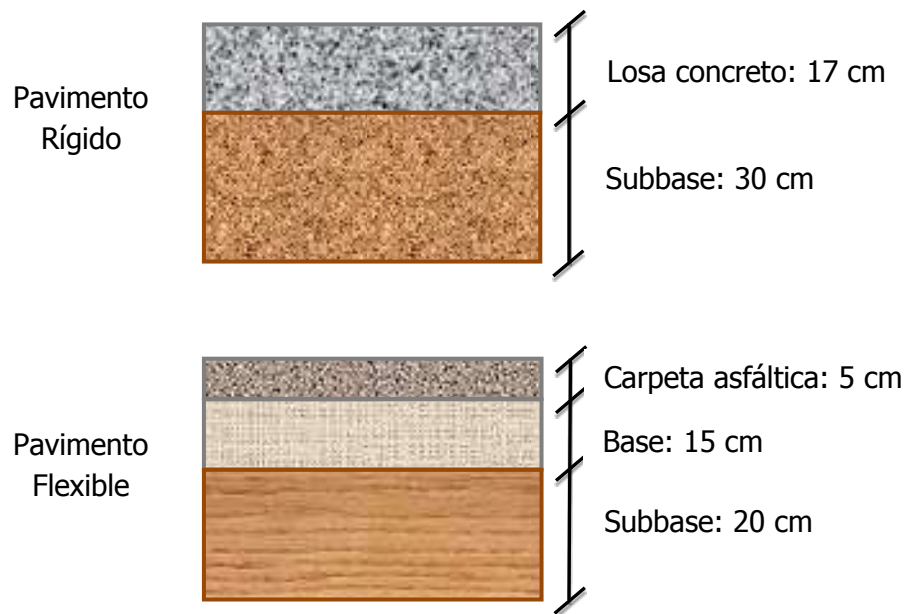
estructura, la cual se obtuvo realizando el diseño del pavimento flexible por el método de DEPAV y del pavimento rígido por el método de correlación, ilustrados en la figura 42.

Tabla 30. Tramos que deben ser intervenidos con prioridad.

Pavimento flexible	
Tramo	Dirección
K20	Cra 20 entre CI 20 Bis y CI 20.
K23	Cra 20 Bis entre CI 22 Bis y CI 22.
E7	Cra 19 con CI 21.
E21	Cra 20 con CI 20.
E30	Cra 21 con CI 22 Bis.
E40	Cra 21 Bis con CI 20 Bis.
Pavimento rígido	
Tramo	Dirección
C2	CI 24 entre Cra 19 y 19 Bis.
C5	CI 23 entre Cra 19 y 19 Bis.
E3	Cra 19 con CI 23.

Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Estructura utilizada para el presupuesto de reparación de los pavimentos.



Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta que los deterioros en los parches de concreto o asfalto (PCHC - PCHA) son los que más se presentan, se propone tener en cuenta los siguientes puntos para solucionar el problema²⁹:

Posibles Causas. Algunas de las posibles causas de los daños en parches, son:

- En parches asfálticos, la capacidad estructural del parche es insuficiente o se practicó un deficiente proceso constructivo.
- En parches de concreto de pequeñas dimensiones, la retracción por fraguado puede separar el parche del concreto antiguo, si no se utiliza un epóxico como material de adhesión.
- En el caso de parches de concreto, si hubo reemplazo de por lo menos la mitad de una losa de concreto, el traspaso de carga entre el parche y la losa es insuficiente por falta de dovelas o barras de amarre y/o por defectos en el proceso constructivo.

Evolución probable. El deterioro de los parches en concreto o asfalto, puede conducir a daño total del parche y de las zonas aledañas al mismo.

Posible Intervención. Reparar en todo el espesor, una franja que comprenda toda el área afectada. Reconstruir la junta de contracción utilizar pasadores de carga, barras de amarre, tirilla de respaldo y sello de la junta, cuando corresponda.

9.14.2.1 Diseño de pavimento flexible método DEPAV. Se tienen en cuenta las siguientes características:

CBR: 5%

TPD: 927

Incremento tráfico generado: 2%

Incremento tráfico atraído: 3%

TPD final: 974

²⁹ Manual para la inspección visual de pavimento rígido. Ing. Francisco Alberto Gutiérrez. Octubre de 2006. Pág. 25-26.

Factor camión.

	CANTIDAD	%
AUTOS	863,00	93,10
BUS	22,00	2,37
CAMIONES	42,00	4,53
TOTAL	927,00	

TIPO DE CAMION	CANTIDAD DE CAMIONES	PORCENTAJE	FACTOR UNICAUCA	PORCENTAJE
				FACTOR
C-2P	13	30,95	1,14	35,286
C-2G	29	69,05	3,44	237,524
TOTAL	42	100,00		272,810

FC	2,728095238
FB	0,2

FC FINAL	1,8590625
-----------------	-----------

Numero ejes equivalentes.

Rata = 2%

A: porcentaje de buses y camiones = 6,9%

B: porcentaje de ocupación = 7,0%

Fórmula para hallar los ejes equivalentes:

$$N = TPD + \frac{A}{100} + \frac{B}{100} + \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} \times FC \times 365$$

N: número de ejes equivalentes.

A: Porcentaje estimado de vehículos pesados (buses y camiones).

B: Porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño.

r: rata anual de crecimiento.

n: periodo de diseño.

F.C.: factor camión.

Ejes equivalentes a 15 años.

# EJES EQUIVALENTES		
TPD	974	
A	6,9	55,482.84
B	7	
R	0,02	0,34586834
N	15	
FC	1,85	0,01980263

Diseño de pavimentos por el método AASHTO-93.

- Transito N = número de ejes equivalentes.
 Proyección 2020 = **16,696.23**
 Proyección 2025 = **35,130.22**
 Proyección 2030 = **55,482.84**
- Serviciabilidad (Pn).
 Índice de servicio inicial (Pi) pavimento flexible 4,2
 Índice de servicio terminal (Pt) vía baja importancia 2,0
 $P_i - P_t = P_n \quad 4,2 - 2,0 = 2,2$
- Confiabilidad.
 Local – urbana (50% - 80%)
 Se eligió 70%
 $Z_r = 0,524 S_o = 0,40 - 0,50$ por el tipo de vía se eligió 0,40
- Caracterización de la subrasante (MR).
 CBR = 5,0
 $CBR * 1500 = 5,0 * 1500 = 7500 \text{ lb/in}^2$

- Propiedades de los materiales.

Figura 43. Propiedades físicas de los materiales para base y Subbase.

Tipo de Ensayo	Capa de Sub-base	Capa de base
CBR Valor mínimo (AASHTO-T-193)	30%	80%
Abrasión Máxima "Los Angeles" (AASHTO T-96)	50%	45%
Limites de Atterberg (AASHTO T-89 y T-90)		
Limite Liquido Maximo	27%	25%
Indice de Plasticidad Maximo	6%	4%

Fuente: tomado del M-014 especificaciones generales para la construcción de carreteras.

Se tomaron los valores mínimos de CBR de la AASHTO.

Capa de base = 80%

Capa de subbase = 30%

Módulo de elasticidad concreto = 450.000 PSI

Con los datos anteriores se obtienen de las tablas los coeficientes estructurales y módulo de elasticidad.

$$a_1 = 0,44$$

$$a_2 = 0,135 \quad E=27.000$$

$$a_3 = 0,105 \quad E=15.000$$

- Drenaje.

Entre 5 y 25%

$$C_d = 1,30$$

- Numero estructural (SN).

Usando el software de la AASTHO se obtuvo los valores de SN y se compararon con los calculados, con proyección a 15 años, para tener en cuenta los espesores mínimos según la AASHTO como se muestra en la figura 44.

Figura 44. Espesores mínimos AASHTO.

Millones de N	Concreto Asfáltico	Base Granular
< 0.05	1 Ó TSD	4
0.05 – 0.15	2	4
0.15 – 0.50	2.5	4
0.50 – 2.0	3.0	6
2.0 – 7.0	3.5	6
> 7.0	4.0	6

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures 1993.

Diseño a 15 años.

- Sn1.

- Sn2.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 70 % $Z_r = -0.524$ So 0.40

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.0

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 15000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 55482.84** Calcular W18

Número Estructural
SN = 1.40

Calcular Salir

- Sn3.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 70 % $Z_r = -0.524$ So 0.40

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2.0

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 7500 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 55482.84** Calcular W18

Número Estructural
SN = 1.85

Calcular Salir

Sn1	1,07
Sn2	1,40
Sn3	1,85

a1	0,44
a2	0,135
a3	0,105

m2	1,30
m3	1,30

**CARPETA
ASFALTICA**

D1	2,43
D1*	1,50

Sn1*	0,66
------	------

**BASE
GRANULAR**

D2	4,22
D2*	4,00

Sn2*	0,70
OK	1,36

**SUB BASE
GRANULAR**

D3	3,58
D3*	4,00

Sn3*	0,55
OK	1,91

Medidas de la estructura del pavimento	Según AASHTO		Espesor para la construcción (cm)
	Espesor (pul)	Espesor (cm)	
Carpeta asfáltica	1,5	3,81	4
Base granular	4	10,16	11
Subbase granular	4	10,16	11

9.14.2.2 Diseño pavimento rígido.

TPDS	Automóviles	Buses	Camiones
	% A	% B	% C
927	93,10	2,37	4,53

TPD-C : (927)(0,0453)

TPD-C : 42,0

Ver Tabla 31: Categoría 2

Tabla 31. Categoría de carga por eje.

Categorías de carga por eje	Descripción	Tránsito			Máximas cargas por eje, kN	
		TPD	TPD-C		Ejes simples	Ejes tandem
			%	Diario		
1	Calle residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 - 800	1 - 3	Hasta 25	98	160
2	Calle colectoras, carreteras rurales y secundarias (alto), calles, arterias y carreteras primarias (bajo)	700 - 5.000	5 - 18	40 - 1.000	115	195
3	Calle arterias y carreteras primarias (medio)	3.000 - 12.000 (2 carriles)	8 - 30	500 - 5.000+	133	230
	Vias expresas y autopistas urbanas e interestatales (bajo a medio)	3.000 - 50.000+ (4 carriles o más)				
4	Calle arterias y carreteras primarias y vias expresas (alto)	3.000 - 20.000 (2 carriles)	8 - 30	1.500 - 8.000+	151	267
	Autopistas urbanas e interestatales (medio a alto)	3.000 - 150.000 (4 carriles o más)				

K = Medio (35-49) = 28 Mpa/m

Ver Tabla 32 con Berma MR: 4,4 Mpa – 50 TPD-C

Espesor de Losa: 170 mm : 17 cm

Tabla 32. TPD-C admisible.

	Sin berma o sardinel de concreto					Con berma o sardinel de concreto				
	Espesor de losa, mm	Soporte subrasante - subbase, MPa/m				Espesor de losa, mm	Soporte subrasante - subbase, MPa/m			
		Bajo (20-34)	Medio (35-49)	Alto (50-60)*	Muy alto (70+)		Bajo (20-34)	Medio (35-49)	Alto (50-60)	Muy alto (70+)
MR = 4,4 MPa	180			37	36	160			24	100
	190			170	170	170			120	460
	200		57	160	640	180	50	210	530	1800
	210	51	420	580	2200	190	210	800	2000	6600
	220	180	740	1900	7100	200	770	2800	6700	
	230	580	2300	5900	12200**	210	2500	9100		
	240	1700	6700	13900**	19000**	220	7900			
250	4700	16300**	21100**							
260	12800	24200**								
270	23000**									
MR = 4,1 MPa	180			39	40	160			30	120
	200			170	170	170			140	510
	210		54	150	610	180		51	140	510
	220	45	200	530	2000	190	52	210	540	1800
	230	150	630	1600	6100	200	210	780	1900	6300
	240	470	1900	4800	18400	210	700	2500	6100	
	250	1300	5200	13800		220	2200	7900		
260	3400	14400			230	6500				
270	8900									
MR = 3,8 MPa	210			33	150	170			30	25
	220			120	500	180			130	120
	230	34	150	410	1600	190		48	130	470
	240	110	470	1200	4600	200	45	190	470	1600
	250	320	1300	3400	13100	210	170	640	1800	5100
	260	860	3500	9400		220	550	2000	4800	15900
	270	2200	9300			230	1600	5900		
280	5400				240	4600				

En la tabla 33 busco **k** medio que me cumpla entre 35 y 49 para el espesor de la subbase.

Tabla 33. Efecto de la subbase granular sobre los valores de k.

Valor de k para subrasante		Valor de k para subbase							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
MPa/m	Lb/pulg ³	MPa/m	Lb/pulg ³	MPa/m	Lb/pulg ³	MPa/m	Lb/pulg ³	MPa/m	Lb/pulg ³
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

1 MPa/m = 0,1 kgf/cm³.

Espesor de la subbase: 300 mm: 30 cm.

En sinopsis se presentan los presupuestos por tramos de valoración vs reparación para pavimento flexible en la tabla 34 y figura 45, de igual forma el presupuesto para pavimento rígido en la tabla 35 y figura 46.

	Pavimento Flexible	Pavimento rígido	Total
Presupuesto de valoración	\$ 959.690.552	\$ 2.469.624.254	\$ 3.429.314.776
Presupuesto de reparación	\$ 375.406.301	\$ 395.865.438	\$ 771.271.739

Tabla 34. Resumen presupuestos de valoración vs reparación pavimento flexible por tramos.

Tramo	Pavimento Flexible	
	Vr. Total Valoración	Vr. Total Reparación
C6	\$ 23.413.363	\$ 3.084.424
C7	\$ 25.638.146	\$ 8.704.914
C8	\$ 25.505.728	\$ 10.561.528
C9	\$ 13.004.892	\$ 2.566.321
C12	\$ 22.321.093	\$ 9.988.904
C13	\$ 22.268.579	\$ 14.568.490
C14	\$ 22.163.550	\$ 13.668.857
C15	\$ 20.588.122	\$ 8.896.231
C18	\$ 21.589.029	\$ 5.934.149
C19	\$ 21.487.204	\$ 915.214
C20	\$ 15.861.837	\$ 4.100.837
C21	\$ 21.795.950	\$ 2.406.303
C25	\$ 22.163.550	\$ 6.028.122
C26	\$ 24.659.061	\$ 6.885.173
C32	\$ 21.308.503	\$ 3.045.224
C34	\$ 22.163.550	\$ 10.943.691
C35	\$ 22.163.550	\$ 9.596.800
C36	\$ 22.268.579	\$ 6.435.958
C39	\$ 25.883.452	\$ 12.631.657
K13	\$ 22.688.693	\$ 7.676.467
K14	\$ 23.368.320	\$ 543.833
K15	\$ 23.738.979	\$ 5.829.836
K16	\$ 17.437.265	\$ 1.319.289
K17	\$ 17.437.265	\$ 3.568.796
K18	\$ 22.951.264	\$ 8.606.953
K19	\$ 22.898.750	\$ 7.979.068
K20	\$ 22.688.693	\$ 22.144.127
K22	\$ 23.738.979	\$ 6.571.440
K23	\$ 17.437.265	\$ 27.240.858
K24	\$ 19.981.228	\$ 5.529.370

Tramo	Pavimento Flexible	
	Vr. Total Valoración	Vr. Total Reparación
K25	\$ 23.213.836	\$ 11.151.414
K26	\$ 22.688.693	\$ 7.017.163
K27	\$ 21.638.407	\$ 10.874.385
K28	\$ 23.014.566	\$ 6.121.174
K29	\$ 17.437.265	\$ 2.026.016
K30	\$ 17.437.265	\$ 3.478.308
K31	\$ 22.688.693	\$ 15.014.002
K32	\$ 22.688.693	\$ 8.493.811
K33	\$ 22.688.693	\$ 12.180.227
K35	\$ 22.688.693	\$ 9.138.567
K36	\$ 23.213.836	\$ 16.355.246
E7	\$ 5.427.225	\$ 6.558.887
E15	\$ 6.671.838	\$ 2.226.384
E16	\$ 3.468.466	\$ 442.877
E17	\$ 3.468.466	\$ 785.944
E20	\$ 2.733.267	\$ 1.298.503
E21	\$ 3.678.524	\$ 4.410.302
E22	\$ 3.725.767	\$ 1.149.938
E23	\$ 3.363.438	\$ 195.644
E24	\$ 3.468.466	\$ 1.384.047
E27	\$ 2.785.781	\$ 1.355.357
E29	\$ 3.667.983	\$ 799.734
E30	\$ 3.209.774	\$ 3.223.663
E31	\$ 3.783.552	\$ 313.644
E32	\$ 6.981.200	\$ 1.368.223
E34	\$ 3.415.952	\$ 3.265.804
E38	\$ 3.626.009	\$ 710.734
E39	\$ 2.733.267	\$ 1.942.596
E40	\$ 3.468.466	\$ 4.150.873

Total valoración pavimento flexible: \$ 959.690.552

Total reparación pavimento flexible: \$ 375.406.301

Fuente: elaboración propia.

Tabla 35. Resumen presupuestos de valoración vs reparación pavimento rígido por tramos.

Tramo	Pavimento Rígido	
	Vr. Total Valoración	Vr. Total Reparación
C1	\$ 81.225.768	\$ 22.717.717
C2	\$ 65.074.202	\$ 61.780.033
C3	\$ 58.579.415	\$ 25.507.153
C4	\$ 74.464.315	\$ 26.176.900
C5	\$ 67.104.447	\$ 52.500.026
C6	\$ 6.945.755	\$ 170.983
C10	\$ 54.670.816	\$ 10.783.466
C11	\$ 54.185.794	\$ 4.780.016
C15	\$ 19.279.401	\$ 1.879.901
C16	\$ 44.234.605	\$ 4.249
C17	\$ 55.228.591	\$ 29.197
C21	\$ 4.665.148	\$ 163.870
C22	\$ 58.531.431	\$ 4.249
C23	\$ 52.401.481	\$ -
C24	\$ 52.776.784	\$ 327
C27	\$ 91.745.680	\$ 5.230
C28	\$ 85.199.858	\$ 1.331.345
C29	\$ 84.582.288	\$ 10.815.501
C30	\$ 84.582.288	\$ 3.846
C31	\$ 86.023.286	\$ 361.449
C33	\$ 52.168.125	\$ -
C37	\$ 52.211.952	\$ 579.051
C38	\$ 74.579.504	\$ 8.507.363
C40	\$ 71.425.576	\$ 5.739.664
K3	\$ 127.135.500	\$ 57.758.791
K4	\$ 64.721.477	\$ 21.128.142
K5	\$ 48.187.755	\$ 12.460.893
K6	\$ 48.620.741	\$ 12.303.491
K7	\$ 65.651.516	\$ 3.814

Tramo	Pavimento Rígido	
	Vr. Total Valoración	Vr. Total Reparación
K8	\$ 107.821.228	\$ 8.687.643
K9	\$ 56.217.062	\$ 635.877
K10	\$ 39.516.077	\$ -
K11	\$ 43.688.732	\$ 479.429
K12	\$ 57.405.522	\$ 901.359
K21	\$ 32.507.729	\$ 13.250.968
K34	\$ 24.708.207	\$ 2.963.498
K37	\$ 51.842.417	\$ 5.342.468
K38	\$ 66.252.243	\$ 7.954
E1	\$ 7.986.440	\$ 2.724
E2	\$ 9.363.362	\$ 5.745.285
E3	\$ 10.229.334	\$ 9.339.215
E4	\$ 10.934.087	\$ 1.243.215
E5	\$ 9.862.417	\$ 488.585
E6	\$ 10.166.456	\$ 2.761.680
E8	\$ 9.441.795	\$ 13.729
E9	\$ 9.366.734	\$ -
E10	\$ 12.363.658	\$ 163.870
E11	\$ 8.866.330	\$ 1.308
E12	\$ 7.333.482	\$ 2.070
E13	\$ 12.958.927	\$ 2.138.656
E14	\$ 11.383.962	\$ 3.035.583
E18	\$ 7.865.522	\$ 799.270
E19	\$ 15.425.163	\$ -
E25	\$ 8.973.351	\$ -
E26	\$ 15.425.163	\$ -
E33	\$ 15.925.107	\$ 4.794
E41	\$ 9.590.244	\$ 359.591

Total valoración pavimento rígido: \$ 2.469.624.254

Total reparación pavimento rígido: \$ 395.865.438

Fuente: elaboración propia.

10. CONCLUSIONES

- El deterioro superficial de los pavimentos flexibles y rígidos ubicados en la comuna Boston barrio Providencia se debe a la ausencia de una política de mantenimiento preventivo correctivo establecidos por la Alcaldía.
- La solución para el reparcheo es la nueva tecnología de parches fríos por su eficiencia, menor costo que el tradicional, menos tiempo inhabilitada la vía a rehabilitar, se puede llegar a la subbase sin necesidad de rehabilitar la misma, sino que se puede utilizar el mismo material frío. Esta es la tecnología utilizada en Bogotá en losas del Transmilenio.
- El tramo que presenta mayor deterioro en los pavimentos rígidos está ubicado en la esquina E3 (Cra 19 con Cl 23) con un 92.88% de afectación mientras en los pavimentos flexibles con un 100% de deterioro están ubicados en:
 - K23 (Cra 20 Bis entre Cl 22 Bis y Cl 22), con parche y desgaste superficial de severidad media a alta.
 - E21 (Cra 21 con Cl 20 Bis), con parche severidad alta.
 - E40 (Cra 21 Bis con Cl 20 Bis), con parche severidad alta.
 - E7 (Cra 19 con Cl 21), con parche severidad alta.
- El deterioro que mayor se presenta tanto en pavimentos rígidos como flexibles son los parches y la gran mayoría presentan una severidad de media a alta.
- El tramo que presenta menor deterioro correspondiente al pavimento flexible está ubicado en K14 (Cra 20 entre Cl 23 y Cl 24) con un porcentaje de afectación de 0.71%, con grietas longitudinales, transversales, en bloque, en sumideros y cabezas duras.
- Los tramos correspondientes a pavimentos rígidos que no presentan deterioros son las esquinas:
 - E9 (Cra 19 Bis con Cl 23).

- E13 (Cra 19 Bis con CI 21).
 - E19 (Cra 20 con CI 21).
 - E26 (Cra 20 Bis con CI 21).
- Tramos construidos en pavimento rígido son los que menos presentan deterioros y severidades bajas.
 - Las cámaras de inspección y sumideros donde se presenta el tipo de falla grietas en pozos y sumideros (GA) es poco frecuente en el sector, la mayoría de sumideros se encuentran en buen estado.
 - El deterioro de los parches en concreto o asfalto, puede conducir a daño total del parche y de las zonas aledañas al mismo.
 - El sello de juntas en general se encuentra en buen estado.
 - Los andenes se encuentran en buen estado.
 - Las reparaciones en los tramos (calles, carreras y esquinas) que corresponden a pavimento flexibles tendrían un costo aproximado de \$375.406.301, lo que hace viable realizar dichas reparaciones.
 - Para el caso del pavimento rígido las reparaciones en los tramos (calles, carreras y esquinas) tendrían un costo aproximado de \$395.865.436, lo que hace viable realizar dichas reparaciones.

11. RECOMENDACIONES

- Hacer mantenimientos periódicamente con la intención de evitar la aparición o el agravamiento de deterioros de mayor severidad, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.
- Implementar un proceso de planificación y gestión vial que involucre actividades de identificación de necesidades en la red vial, priorización y optimización de actividades, análisis y establecimiento de estrategias de financiamiento, programación de actividades y utilización de recursos.
- Para la rehabilitación de los parches se recomienda el uso de pavimentos fríos.
- En cabeza de las entidades responsables de la infraestructura vial, opten por estructurar e impartir cursos para el mantenimiento rutinario, preventivo y correctivo con rehabilitación a microempresas y contratistas en general.
- Implementar el uso de herramientas tecnológicas de manera que facilite la inspección visual; basándose en las técnicas que se utilizan en países como México y España.
- Considerar las especificaciones y ensayos del INVIAS al momento de realizar las respectivas reparaciones al pavimento.
- Ajustar los presupuestos con base a estudios más detallados de auscultación.
- Realizar posteriores estudios detallados de auscultación con el uso de sondeos, apiques, viga Belkelman, PDC, entre otros ensayos, para obtener una mayor aproximación e información sobre los pavimentos del tramo.

12. GLOSARIO

Estas definiciones fueron tomadas de: Manual de INVIAS.

BACHE: hoyo en el pavimento de calles, carreteras o caminos producido por el uso u otras causas.

BOMBEO: cuando existe acumulación de agua en la estructura del pavimento, las deflexiones de las losas de concreto en las juntas, las grietas y a lo largo de borde de las losas bajo efecto de cargas pesadas, se produce desplazamiento y eyección de agua.

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social.

DAÑOS: desperfectos ocurridos en la superficie de una carretera debido a efectos de clima y tránsito.

DEFORMACIÓN: se caracteriza por una sección transversal del pavimento que no se encuentra en la posición original de diseño debido a la aplicación de cargas.

DOVELAS: cada una de las superficies de intradós o de trasdós de las piedras de un arco o bóveda.

DRENAJE: asegurar la salida de líquidos o de la excesiva humedad por medio de cañerías, tubos o zanjas.

FALLA ESTRUCTURAL: colapso, o rotura de uno o más de los componentes del pavimento, de una magnitud tal que lo hace incapaz de soportar las cargas impuestas.

FALLA FUNCIONAL: condición del pavimento que causa incomodidad e inseguridad al conductor.

JUNTA: no son más que cierto tipo de abertura o separación dentro del concreto creada con el único fin de evitar grietas dentro del mismo.

MANTENIMIENTO: conjunto de tareas de limpieza, reemplazo y reparación que se realizan de manera regular y ordenada en una carretera, para asegurar su buen funcionamiento y

la prolongación de su vida de servicio, al máximo compatible con las previsiones de diseño y construcción de la obra.

PAVIMENTO: es toda estructura de la carretera formada por una o más capas de material granular seleccionado y colocado directamente sobre la subrasante y destinada a sostener las cargas vehiculares.

RECONSTRUCCIÓN: trabajo mayor de rehabilitación de una carretera en mal estado, para restablecer sus condiciones físicas a un mejor nivel de servicio, al que fue construida anteriormente.

REHABILITACIÓN: ejecución de las actividades constructivas necesarias para restablecer las condiciones físicas de la carretera a su situación como fue construida originalmente.

SERVICIABILIDAD: se define como la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro a los usuarios.

SUBRASANTE: capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

SURCOS: hendidura que se hace en la tierra con el arado.

TRÁNSITO: circulación de personas y vehículos por calles, carreteras, etc.

13. BIBLIOGRAFÍA

- CASTILLO CONTRERAS, Cristian Francisco. Formulación de una metodología general para la elección de programas de conservación de pavimentos viales y su aplicación a la región de Magallanes. Santiago de Chile, 2008. p. 15-22.
- CENTRO DE DOCUMENTACIÓN. Alcaldía de Pereira. Mapas descargables (Mapa de barrios y asentamientos urbanos) [en línea] <<http://portal.pereira.gov.co:7778/PUBLICADOR/CENTRODOCUMENTACION/sigper/BARRIOS.pdf>>.
- CORONADO ITURBIDE, Jorge. Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala. Noviembre de 2002. Capítulo 3.
- DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima segunda edición.
- GARBER J., Nicholas y LESTER A., Hoel. Ingeniería de tránsito y carreteras. Tercera edición. México D.F. 2002. p. 907.
- GARCÍA A, Nancy del Pilar y MELGAREJO T., Indira Alexi, Ing. Civil. Manual de identificación, clasificación y manejo de fallas en pavimentos rígidos y flexibles. Medellín. 2010.
- GUNTER J., Zietlow. Sinopsis de manuales de construcción y mantenimiento vial en américa latina y el caribe. Versión 1: Washington DC, diciembre de 2002.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION (ICONTEC). Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Bogotá D.C.: Sexta actualización 2008.
- INSTITUTO NACIONAL DE VIAS DE COLOMBIA. Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos y flexibles. 2006.

- LONDOÑO N., Cipriano A. XII Simposio Colombiano Sobre Ingeniería De Pavimentos. Universidad EAFIT. Instituto Colombiano de Productores de Cemento. I.C. Julio de 1999. Medellín. p. 26-1 al 26-9.
- MAHBUB M., Víctor. Ex presidente de la AIPCR. Seminario conservación del patrimonio vial de las américas. PROVIAL de las Américas. México. 1997.
- MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. 3ª Edición Tomo 1. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2002. p.: 1-2.
- MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. Fundamento, estudios básicos y diseño. 3ª Edición Tomo 1. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia, 2002.
- RAMA LABRADOR, Francisco. Historia de los pavimentos urbanos. En: Cimbra. Septiembre-Octubre 2006, No. 371, p. 48.
- RESTREPO MEJÍA, Natalia Andrea; RODAS Q., Juan Felipe y VALENCIA, Felipe. Diagnóstico del estado y presupuesto de la reparación de las vías en el barrio Guadalupe del municipio de Dosquebradas. Trabajo de grado ingeniería civil. Pereira, Risaralda: Universidad Libre Seccional Pereira. 2010.
- ZAMORA, Nélica y BARRERA, Oscar. Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia. Universidad EAN, Informe final de investigación. Octubre 2012, p. 102.
- <http://www.ingenieriacivil.com/2009/06/capas-de-un-pavimento.html>.
- <http://www.rae.es/rae.html>.
- <http://www.360gradosblog.com/index.php/historia-y-origen-de-los-pavimentos-de-concreto-en-colombia/>.
- <http://www.umng.edu.co/documents/63968/74787/17n2art3.pdf>.
- Oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com.
- Pavimentos de concreto CEMEX. Pág. 9.