



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

LanammeUCR

Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

## Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

Informe: EIC-Lanamme-INF-1464-2023

Informe Final

# Informe de Evaluación de la Seguridad Vial del Proyecto San José – Caldera Ruta Nacional 27 Años 2022 – 2023

Preparado por:

**Unidad de Seguridad Vial y Transporte  
Programa de Ingeniería del Transporte**

Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

San José, Costa Rica  
Noviembre, 2023



<b>1. Informe</b> EIC-Lanamme-INF-1464-2023		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> <b>Informe de Evaluación de la Seguridad Vial del Proyecto San José – Caldera Ruta Nacional 27, Años 2022 – 2023</b>		<b>4. Fecha del Informe</b> 9/11/2023
<b>7. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>8. Notas complementarias</b> No aplica		
<b>9. Resumen</b> El presente informe muestra los resultados del trabajo de evaluación de la Ruta Nacional 27 Carretera San José – Caldera, el cual es administrado bajo la modalidad de Concesión de Obra Pública. Este estudio se hace con base en los postulados del Artículo 6 Inciso D de la Ley 8114, el cual otorga al LanammeUCR la competencia de evaluar “de manera anual las carreteras y puentes en concesión”. Con base en esto, se realiza una evaluación del estado de la ruta y sus cuatro radiales en parámetros de seguridad vial. Los resultados obtenidos se comparan con aquellos de las campañas anteriores, y toda la información pasa a formar parte de la base de datos digital del proyecto.		
<b>10. Palabras clave</b> Ruta Nacional 27, seguridad vial, choques viales, atropellos, señalamiento vial, sistemas de contención vehicular	<b>11. Nivel de seguridad</b> Alto	<b>12 Núm. de páginas</b> 168
<b>13. Preparado por:</b>		
<b>Ing. Esteban Oconitrillo Varela</b> Unidad de Seguridad Vial y Transporte, PITRA-LanammeUCR	<b>Ing. Javier Zamora Rojas, M.Sc.E.</b> Coordinador Unidad de Seguridad Vial y Transporte, PITRA-LanammeUCR	
<b>Fecha: 9/11/2023</b>	<b>Fecha: 9/11/2023</b>	—
<b>14. Revisado legal por:</b>		<b>15. Aprobado por:</b>
<b>Lic. Giovanni Sancho Sanz</b> Unidad de Asesoría Legal Coordinador de Asesoría Legal	<b>Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.</b> Coordinadora General, PITRA-LanammeUCR	
<b>Fecha: 9/11/2023</b>	<b>Fecha: 9/11/2023</b>	



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INFORME DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>RECONOCIMIENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO EN CONCESIÓN SAN JOSÉ – CALDERA, AÑOS 2022 - 2023 .....</b>	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL Y MOVILIDAD, PERIODO EVALUACIÓN 2022 - 2023</b>	<b>13</b>
3.1 GENERALIDADES.....	13
3.1.1 <i>Tramos homogéneos.....</i>	13
3.1.2 <i>Evaluación del señalamiento vial y sistemas de contención vehicular.....</i>	13
3.1.3 <i>Caracterización de anchos de espaldón .....</i>	17
3.1.4 <i>Identificación de puentes peatonales e infraestructura de transporte público.....</i>	17
3.1.5 <i>Choques viales.....</i>	18
3.2 EVALUACIÓN DEL SEÑALAMIENTO VIAL.....	20
3.2.1 <i>Señales verticales: Ruta Nacional 27.....</i>	20
3.2.2 <i>Señales verticales: Radiales .....</i>	26
3.2.3 <i>Demarcación horizontal: Ruta Nacional 27.....</i>	36
3.2.4 <i>Demarcación horizontal: Radiales.....</i>	46
3.3 EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR .....	55
3.3.1 <i>Ruta Nacional 27.....</i>	56
3.3.2 <i>Radiales.....</i>	72
3.4 CARACTERIZACIÓN DE ESPALDONES .....	87
3.4.1 <i>Ruta Nacional 27.....</i>	87
3.4.2 <i>Radiales.....</i>	89
3.5 ANÁLISIS DE CHOQUES VIALES .....	91
3.5.1 <i>Generalidades: Choques viales sobre la Ruta Nacional 27.....</i>	91
3.5.2 <i>Generalidades: Choques viales sobre las Radiales.....</i>	96
3.5.3 <i>Evaluación de segmentos con ocurrencia de atropellos sobre la RN27.....</i>	98
3.5.4 <i>Evaluación de segmentos con ocurrencia de atropellos sobre las Radiales.....</i>	114
3.5.5 <i>Evaluación de tramos de concentración de choques viales sobre la RN27.....</i>	118
3.5.6 <i>Evaluación de tramos de concentración de choques viales sobre Radial Coyol.....</i>	136
3.5.7 <i>Evaluación de tramos de concentración de choques viales sobre Radial Atenas.....</i>	139
3.5.8 <i>Posibilidades de mejora ante choques viales .....</i>	141



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 4 de 168

3.6	OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS .....	143
3.6.1	<i>Movilidad segura e inclusiva</i> .....	143
3.6.2	<i>Seguridad vial</i> .....	146
3.6.3	<i>Geometría</i> .....	149
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>152</b>
4.1	CONCLUSIÓN GENERAL.....	152
4.2	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	152
4.2.1	<i>Sobre la movilidad y seguridad vial</i> .....	152
<b>5</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>160</b>
5.1.1	<i>Sobre la evaluación de las radiales</i> .....	160
5.1.2	<i>Sobre condiciones geométricas del trazado del proyecto</i> .....	160
5.1.3	<i>Sobre la demarcación horizontal y señalamiento vertical</i> .....	161
5.1.4	<i>Sobre los márgenes y sistemas de contención vehicular</i> .....	161
5.1.5	<i>Sobre la movilidad en general</i> .....	163
5.1.6	<i>Sobre los tramos con presencia de atropellos y concentración de choques viales</i> ....	163
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>167</b>



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CLASIFICACIÓN VISUAL EN FUNCIÓN DEL ESTADO DEL SEÑALAMIENTO VERTICAL..... 14
FIGURA 2. CLASIFICACIÓN VISUAL EN FUNCIÓN DEL ESTADO DEL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL ..... 15
FIGURA 3. ESTADO DE LAS SEÑALES VERTICALES SOBRE LA RUTA NACIONAL 27..... 20
FIGURA 4. ESTADO DE LAS SEÑALES VERTICALES POR TIPO SOBRE LA RUTA NACIONAL 27..... 21
FIGURA 5. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ESTADO DE LAS SEÑALES VERTICALES SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 ..... 22
FIGURA 6. INVENTARIO DE SEÑALES VERTICALES, RN27, SECCIÓN 0+000 – 20+000..... 23
FIGURA 7. INVENTARIO DE SEÑALES VERTICALES, RN27, SECCIÓN 20+000 – 40+000..... 24
FIGURA 8. INVENTARIO DE SEÑALES VERTICALES, RN27, SECCIÓN 40+000 – 60+000..... 25
FIGURA 9. INVENTARIO DE SEÑALES VERTICALES, RN27, SECCIÓN 60+000 – 76+000..... 26
FIGURA 10. ESTADO DE LAS SEÑALES VERTICALES SOBRE LAS RADIALES ..... 28
FIGURA 11. ESTADO DE LAS SEÑALES VERTICALES POR TIPO SOBRE LA RADIAL EL COYOL ..... 29
FIGURA 12. ESTADO DE LAS SEÑALES VERTICALES POR TIPO SOBRE LA RADIAL TURRÚCARES..... 29
FIGURA 13. ESTADO DE LAS SEÑALES VERTICALES POR TIPO SOBRE LA RADIAL ATENAS ..... 30
FIGURA 14. ESTADO DE LAS SEÑALES VERTICALES POR TIPO SOBRE LA RADIAL ESCOBAL ..... 30
FIGURA 15. REGISTRO HISTÓRICO DE LA EVALUACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES DE LA RADIAL EL COYOL Y RADIAL TURRÚCARES ..... 31
FIGURA 16. REGISTRO HISTÓRICO DE LA EVALUACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES DE LA RADIAL ATENAS Y RADIAL ESCOBAL..... 31
FIGURA 17. INVENTARIO DE SEÑALES VERTICALES DE RADIAL COYOL..... 32
FIGURA 18. INVENTARIO DE SEÑALES VERTICALES DE RADIAL TURRÚCARES..... 33
FIGURA 19. INVENTARIO DE SEÑALES VERTICALES DE RADIAL ATENAS ..... 34
FIGURA 20. INVENTARIO DE SEÑALES VERTICALES DE RADIAL ESCOBAL ..... 35
FIGURA 21. ESTADO DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL LINEAL EN RUTA NACIONAL 27 ..... 37
FIGURA 22. ESTADO DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL DE FIGURAS POR ÁREAS EN RUTA NACIONAL 27.. 38
FIGURA 23. ESTADO DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL DE FIGURAS POR UNIDAD EN RUTA NACIONAL 27 39
FIGURA 24. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR COLOR SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 ..... 40
FIGURA 25. DEMARCACIÓN HORIZONTAL EN ISLAS DE CANALIZACIÓN SOBRE RUTA NACIONAL 27..... 41
FIGURA 26. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR UBICACIÓN SOBRE LA RUTA NACIONAL 27... 42
FIGURA 27. EVALUACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL, RN27, SECCIÓN 0+000 - 20+000 ..... 43
FIGURA 28. EVALUACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL, RN27, SECCIÓN 20+000 – 40+000 ..... 44
FIGURA 29. EVALUACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL, RN27, SECCIÓN 40+000 – 60+000 ..... 45
FIGURA 30. EVALUACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL, RN27, SECCIÓN 60+000 – 76+000 ..... 46
FIGURA 31. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR TIPO SOBRE LAS RADIALES..... 47
FIGURA 32. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA DE FIGURAS POR ÁREAS SOBRE LAS RADIALES.... 48
FIGURA 33. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA DE FIGURAS POR UNIDAD SOBRE LAS RADIALES... 49
FIGURA 34. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR COLOR SOBRE LAS RADIALES ..... 50
FIGURA 35. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR UBICACIÓN SOBRE LAS RADIALES ..... 51
FIGURA 36. EVALUACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL RADIAL COYOL ..... 52
FIGURA 37. EVALUACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL RADIAL TURRÚCARES ..... 53
FIGURA 38. EVALUACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL RADIAL ATENAS..... 54
FIGURA 39. EVALUACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL RADIAL ESCOBAL ..... 55
FIGURA 40. ESTADO DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR DEFICIENTES Y COLISIONADOS SOBRE LA RUTA NACIONAL 27..... 56
FIGURA 41. CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR SOBRE LA RUTA NACIONAL 27..... 57
FIGURA 42. DEFICIENCIAS REGULARES A NIVEL DE TRANSICIONES ENTRE BARRERA METÁLICA Y BARRERA DE CONCRETO ..... 58



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 6 de 168

FIGURA 43. DEFICIENCIAS CRÍTICAS A NIVEL DE TERMINALES: INICIO DE BARRERA MEDIANERA (A), INICIO DE BARRERA LATERAL (B), ZONA DE PEAJE (C) Y RAMPA DE SALIDA (D) .....	59
FIGURA 44. COMPARACIÓN DEL REGISTRO HISTÓRICO DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR EN CONDICIÓN DEFICIENTE .....	61
FIGURA 45. EVALUACIÓN DE LOS SCV DEFICIENTES, RN27, SECCIÓN 0+000 – 20+000 .....	62
FIGURA 46. EVALUACIÓN DE LOS SCV DEFICIENTES, RN27, SECCIÓN 20+000 – 40+000 .....	63
FIGURA 47. EVALUACIÓN DE LOS SCV DEFICIENTES, RN27, SECCIÓN 40+000 – 60+000 .....	64
FIGURA 48. EVALUACIÓN DE LOS SCV DEFICIENTES, RN27, SECCIÓN 60+000 – 76+000 .....	65
FIGURA 49. CLASIFICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES DE LOS SCV SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 .....	67
FIGURA 50. DEFICIENCIAS CRÍTICAS A NIVEL DE DISCONTINUIDADES EN BARRERA MEDIANERA (A) Y EN PRETIL DE PUENTE (B) .....	67
FIGURA 51. EVALUACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES EN SCV, RN27, SECCIÓN 0+000 – 20+000 .....	69
FIGURA 52. EVALUACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES EN SCV, RN27, SECCIÓN 20+000 – 40+000 .....	70
FIGURA 53. EVALUACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES EN SCV, RN27, SECCIÓN 40+000 – 60+000 .....	71
FIGURA 54. EVALUACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES EN SCV, RN27, SECCIÓN 40+000 – 76+000 .....	72
FIGURA 55. ESTADO DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR DEFICIENTES Y COLISIONADOS SOBRE LAS RADIALES .....	73
FIGURA 56. CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR SOBRE LAS RADIALES .....	74
FIGURA 57. CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR POR TIPO DE DEFICIENCIAS SOBRE RADIAL EL COYOL .....	75
FIGURA 58. CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR POR TIPO DE DEFICIENCIAS SOBRE RADIAL TURRÚCARES .....	75
FIGURA 59. CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR POR TIPO DE DEFICIENCIAS SOBRE RADIAL ATENAS .....	76
FIGURA 60. CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR POR TIPO DE DEFICIENCIAS SOBRE RADIAL ESCOBAL .....	76
FIGURA 61. COMPARACIÓN DEL REGISTRO HISTÓRICO DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR EN CONDICIÓN DEFICIENTE .....	78
FIGURA 62. EVALUACIÓN DE LOS SCV EN LA RADIAL EL COYOL .....	79
FIGURA 63. EVALUACIÓN DE LOS SCV EN LA RADIAL TURRÚCARES .....	80
FIGURA 64. EVALUACIÓN DE LOS SCV EN LA RADIAL ATENAS .....	81
FIGURA 65. EVALUACIÓN DE LOS SCV EN LA RADIAL ESCOBAL .....	82
FIGURA 66. CLASIFICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES DE LOS SCV SOBRE LAS RADIALES .....	83
FIGURA 67. DEFICIENCIAS CRÍTICAS A NIVEL DE DISCONTINUIDADES EN BARRERAS DE CONCRETO EN LA RADIAL EL COYOL (A) Y RADIAL ATENAS (B) .....	84
FIGURA 68. EVALUACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES EN SCV DE LA RADIAL EL COYOL .....	86
FIGURA 69. HISTOGRAMA DE ANCHOS DE ESPALDONES EXTERNOS SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 .....	88
FIGURA 70. HISTOGRAMA DE ANCHOS DE ESPALDONES INTERNOS SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 .....	89
FIGURA 71. HISTOGRAMA DE ANCHOS DE ESPALDONES EXTERNOS SOBRE LAS RADIALES .....	90
FIGURA 72. REGISTRO DE CHOQUES VIALES SOBRE LA RUTA NACIONAL 27, PERIODO 2016-2022 .....	92
FIGURA 73. HISTOGRAMA DE CHOQUES TOTALES POR KM, SOBRE LA RN27, PERIODO 2016 – 2022 .....	94
FIGURA 74. HISTOGRAMA DE TASA DE ACCIDENTABILIDAD POR MILLÓN DE VEHÍCULOS - KM, SOBRE LA RN27, PERIODO 2016 – 2022 .....	95
FIGURA 75. REGISTRO DE CHOQUES VIALES SOBRE LAS RADIALES COYOL, ATENAS, TURRÚCARES Y ESCOBAL, PERIODO 2016-2021 .....	97
FIGURA 76. TRAMO 1: SECTOR SUR DE LA SABANA .....	103
FIGURA 77. TRAMO 2: INMEDIACIONES PEAJE ESCAZÚ .....	104
FIGURA 78. TRAMO 3: SECTOR ENTRE MULTIPLAZA ESCAZÚ Y CLUB CAMPESTRE SANTA ANA .....	106



FIGURA 79. TRAMO 4: SECTOR ENTRE CLUB CAMPESTRE SANTA ANA Y PEAJE HACIA CIUDAD COLÓN...	108
FIGURA 80. TRAMO 5: SECTOR OESTE DEL PASO A DESNIVEL RN 124, LA GUÁCIMA.....	109
FIGURA 81. TRAMO 6: SECTOR SUR DE CALLE HACIENDA VIEJA, OROTINA .....	110
FIGURA 82. TRAMO 7: ALEDAÑO A RADIAL POZÓN.....	111
FIGURA 83. TRAMO 8: SECTOR ENTRE RADIAL CEIBA Y RADIAL CASCAJAL .....	113
FIGURA 84. TRAMO 9: INMEDIACIONES DE SERVICENTRO 27, PREDIO Y ALMACÉN CALDERA .....	114
FIGURA 85. TRAMO 1 RADIAL COYOL: INMEDIACIONES DE MATRA Y GASOLINERA MIGAS.....	116
FIGURA 86. TRAMO 1 RADIAL ATENAS: GASOLINERA RÍO GRANDE.....	118
FIGURA 87. RIESGO DE SINIESTRALIDAD POR TRAMO HOMOGÉNEO: SECCIÓN 0+000 – 20+000.....	122
FIGURA 88. RIESGO DE SINIESTRALIDAD POR TRAMO HOMOGÉNEO: SECCIÓN 20+000 – 40+000.....	123
FIGURA 89. RIESGO DE SINIESTRALIDAD POR TRAMO HOMOGÉNEO: SECCIÓN 40+000 – 60+000.....	124
FIGURA 90. RIESGO DE SINIESTRALIDAD POR TRAMO HOMOGÉNEO: SECCIÓN 60+000 – 77+000.....	125
FIGURA 91. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TRAMO HOMOGÉNEO 17.....	126
FIGURA 92. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TRAMO HOMOGÉNEO 56.....	128
FIGURA 93. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TRAMO HOMOGÉNEO 62 .....	129
FIGURA 94. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TRAMO HOMOGÉNEO 65 .....	130
FIGURA 95. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TRAMO HOMOGÉNEO 72 .....	132
FIGURA 96. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TRAMO HOMOGÉNEO 86 .....	133
FIGURA 97. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TRAMO HOMOGÉNEO 112 .....	134
FIGURA 98. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TRAMO HOMOGÉNEO 142 .....	135
FIGURA 99. RIESGO DE SINIESTRALIDAD POR TRAMO HOMOGÉNEO RADIAL COYOL .....	137
FIGURA 100. SECCIÓN TRANSVERSAL DE LOS TRAMOS 13-14.....	139
FIGURA 101. RIESGO DE SINIESTRALIDAD POR TRAMO HOMOGÉNEO RADIAL ATENAS.....	141
FIGURA 102. EJEMPLO DE RECORRIDO DE VECINOS DEL POBLADO DE UVITA, SECTOR ESTE .....	145
FIGURA 103. VECINOS DE UVITA Y OTROS POBLADOS CERCANOS, ESPERANDO AUTOBÚS.....	146
FIGURA 104. ACCESOS INSEGUROS A RUTA NACIONAL 27, ALEDAÑO AL PUENTE SOBRE EL RÍO CARAÑA	150
FIGURA 105. CHOQUES VIALES CONTRA SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR DE CONCRETO DEFICIENTE .....	151

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS Y CRITERIOS PARA EVALUACIÓN DE SCV.....	16
TABLA 2. PARÁMETROS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA SCV (CONTINUACIÓN) .....	16
TABLA 3. PARÁMETROS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA DISCONTINUIDADES.....	17
TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE EXPOSICIÓN AL RIESGO POR CHOQUES VIALES .....	19
TABLA 5. REGISTRO DE SEÑALES SEGMENTADAS POR TIPO Y ESTADO SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 .....	21
TABLA 6. REGISTRO DE SEÑALES SEGMENTADAS POR TIPO Y ESTADO SOBRE LA RADIAL EL COYOL .....	27
TABLA 7. REGISTRO DE SEÑALES SEGMENTADAS POR TIPO Y ESTADO SOBRE LA RADIAL TURRÚCARES....	27
TABLA 8. REGISTRO DE SEÑALES SEGMENTADAS POR TIPO Y ESTADO SOBRE LA RADIAL ATENAS.....	28
TABLA 9. REGISTRO DE SEÑALES SEGMENTADAS POR TIPO Y ESTADO SOBRE LA RADIAL ESCOBAL.....	28
TABLA 10. DEMARCACIÓN HORIZONTAL LINEAL RUTA NACIONAL 27.....	37
TABLA 11. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DE FIGURAS POR ÁREAS EN RUTA NACIONAL 27 .....	38
TABLA 12. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DE FIGURAS POR UNIDAD EN RUTA NACIONAL 27.....	39
TABLA 13. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR COLOR SOBRE RUTA NACIONAL 27.....	40
TABLA 14. DEMARCACIÓN HORIZONTAL POR ISLAS DE CANALIZACIÓN SOBRE LA RUTA NACIONAL 27.....	41
TABLA 15. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR UBICACIÓN SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 .....	42
TABLA 16. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR TIPO SOBRE LAS RADIALES .....	47
TABLA 17. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA DE FIGURAS POR ÁREAS SOBRE LAS RADIALES.....	48
TABLA 18. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA DE FIGURAS POR UNIDAD SOBRE LAS RADIALES ....	49



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 8 de 168

TABLA 19. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR COLOR SOBRE LAS RADIALES.....	50
TABLA 20. DEMARCACIÓN HORIZONTAL DETERIORADA POR UBICACIÓN SOBRE LAS RADIALES .....	51
TABLA 21. REGISTRO DEL ESTADO Y CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 .....	56
TABLA 22. REGISTRO DEL ESTADO Y CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 .....	58
TABLA 23. REGISTRO HISTÓRICO DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN POR ESTADO, CONDICIÓN Y TIPO DE DISPOSITIVO SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 .....	60
TABLA 24. CLASIFICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES DE LOS SCV SOBRE LA RUTA NACIONAL 27.....	66
TABLA 25. REGISTRO HISTÓRICO POR CLASIFICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES DE LOS SCV SOBRE LA RUTA NACIONAL 27 .....	68
TABLA 26. REGISTRO DEL ESTADO Y CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR SOBRE LAS RADIALES.....	73
TABLA 27. REGISTRO DEL ESTADO Y CONDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR SOBRE LAS RADIALES.....	74
TABLA 28. REGISTRO HISTÓRICO DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN POR ESTADO, CONDICIÓN Y TIPO DE DISPOSITIVO SOBRE LAS RADIALES.....	77
TABLA 29. CLASIFICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES DE LOS SCV SOBRE LAS RADIALES .....	83
TABLA 30. REGISTRO HISTÓRICO POR CLASIFICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES DE LOS SCV SOBRE LAS RADIALES.....	85
TABLA 31. CHOQUES VIALES POR TIPO DE EVENTO SOBRE LA RN 27, PERIODO 2016-2022.....	92
TABLA 32. DESGLOSE DE DATOS DE HISTOGRAMA DE CHOQUES VIALES SOBRE LA RN27, PERIODO 2016-2022.....	93
TABLA 33. DESGLOSE DE DATOS DE TASA DE ACCIDENTABILIDAD POR MILLÓN DE VEHÍCULOS - KM SOBRE LA RN27, PERIODO 2016-2022 .....	95
TABLA 34. CHOQUES VIALES POR TIPO DE EVENTO SOBRE LAS RADIALES COYOL, ATENAS, TURRÚCARES Y ESCOBAL, PERIODO 2016-2021 .....	97
TABLA 35. LISTA DE TRAMOS CON OCURRENCIA DE ATROPELLOS SOBRE LA RN27, PERIODO 2016 – 2022 .....	99
TABLA 36. LISTA DE TRAMOS CON OCURRENCIA DE ATROPELLOS SOBRE LA RADIAL COYOL, PERIODO 2016 – 2021.....	115
TABLA 37. LISTA DE TRAMOS CON OCURRENCIA DE ATROPELLOS SOBRE LA RADIAL ATENAS, PERIODO 2016 – 2021.....	117
TABLA 38. TRAMOS HOMOGÉNEOS EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE SINIESTRALIDAD.....	119
TABLA 39. TRAMOS HOMOGÉNEOS EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE SINIESTRALIDAD EN RADIAL COYOL .....	136
TABLA 40. TRAMOS HOMOGÉNEOS EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE SINIESTRALIDAD EN RADIAL ATENAS.....	140



## RESUMEN

En este informe se evalúa las condiciones en seguridad vial y movilidad de la Concesión de Obra Pública Ruta Nacional 27 Carretera San José – Caldera para el periodo 2022 – 2023; con fundamento en las disposiciones que determina el inciso d) del artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias. Por lo tanto, la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del LanammeUCR realiza análisis y emite observaciones respecto al estado de la Ruta Nacional 27, en materia de sistemas de contención vehicular, señalización vial vertical, demarcación horizontal, movilidad de usuarios vulnerables y accidentalidad vial, tanto en la troncal principal como en las radiales del proyecto de concesión. Lo anterior se lleva a cabo con el objetivo de brindarle herramientas a la Administración para la toma de decisiones, que garantice que se consideren apropiadamente a todas las personas usuarias de la carretera y, que se conserve esta vía primaria según la normativa y buenas prácticas de movilidad segura, de tal manera que incida en una vía de mejor calidad y seguridad para todas las personas usuarias.

En el tema de seguridad vial, mediante el equipo de inventario móvil se realizó la evaluación de los sistemas de contención vehicular sobre la troncal principal, obteniendo 441 elementos en mal estado; de los cuales, un 94 % se identificó en condición *Deficiente* y un 6 % en condición *Colisionada*. También, la evaluación de las señales verticales evidenció que de las 1444 señales identificadas sobre la troncal principal, un 87 % se clasificaron en buen estado, un 6 % en estado regular y un 7 % en mal estado. Por otro lado, en materia de demarcación horizontal, se registraron 1321 tramos y sitios a través de toda la Ruta Nacional 27, equivalente a 11,3 km de líneas continuas y 6,3 km de líneas discontinuas con una clasificación en mal estado. Por último, a nivel de choques viales, se analizaron 9 sitios con mayor ocurrencia de atropellos y 8 tramos de concentración de choques viales sobre la troncal principal. De forma análoga, en la evaluación de las radiales se obtienen resultados similares a la troncal principal.

A nivel general, se recomienda realizar un análisis de accidentabilidad, basado en modelos que identifiquen las zonas de concentración de choques viales, así como la aplicación de metodologías proactivas como el análisis de conflictos y las evaluaciones de seguridad vial, que permitan identificar zonas conflictivas para los usuarios y oportunidades de mejora en todos los elementos de seguridad vial. Asimismo, se recomienda implementar un programa de mantenimiento rutinario a cada radial, de tal manera que cuente con una adecuada condición funcional y de seguridad vial, evitando daños prematuros y de forma acelerada de los elementos de seguridad vial.



## Reconocimiento

Asimismo, se extiende un reconocimiento por la valiosa colaboración brindada en el desarrollo de este informe a los siguientes estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, que cumplen con labores de asistencia:

- Andrés Monge Zúñiga
- Sofía Abarca Rodríguez
- Sebastián Alfaro Bolaños
- Hubert Rojas González

Sin su valioso aporte no sería posible esta importante herramienta de gestión y evaluación de la infraestructura nacional.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 11 de 168

## 1 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Como lo establece el inciso d) del artículo 6 de la Ley 8114 sobre la *Simplificación y Eficiencia Tributaria*, “para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública de reconstrucción y conservación óptima de la red vial costarricense...”, a la *Universidad de Costa Rica*, a través del *Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)*, le corresponde realizar una evaluación anual de los proyectos y puentes en concesión.

Para atender lo señalado anteriormente, la Unidad de Seguridad Vial y Transporte emite el presente informe de evaluación que se enmarca en las funciones de fiscalizador que la citada ley le confiere al LanammeUCR. Asimismo, los insumos de la presente evaluación provienen de los levantamientos y obtención de datos realizados por parte del Laboratorio de Evaluación de Pavimentos, con equipo de alta tecnología que permite obtener resultados confiables para los análisis correspondientes.

El LanammeUCR ha evaluado este proyecto desde el año 2010, sin embargo, se ha profundizado en el componente de seguridad vial y movilidad desde la elaboración de los informes LM-PI-USVT-017-2019 e INF-PI-UGERVN-12-2020, que incluía inspecciones a sitios de concentración de choques viales y observaciones en movilidad y seguridad vial. Posteriormente, en los informes EIC-Lanamme-INF-0140-2021 y EIC-Lanamme-INF-0776-2022 se incluyó la evaluación detallada de elementos de seguridad vial mediante equipo de inventario móvil, como en la presente evaluación. Con ellos, ha sido posible llevar registros históricos de los diferentes elementos de seguridad vial y de las condiciones de movilidad segura de la ruta.

La evaluación de la Ruta Nacional 27, en el tramo San José – Caldera, comprende 76,31 km de longitud por sentido, inicia en la provincia de San José, cantón San José, distrito Mata Redonda, aledaño al Parque de la Sabana, y termina en la provincia de Puntarenas, cantón Esparza, distrito San Juan Grande, en las cercanías del Puerto de Caldera. Como parte de las obras realizadas por la concesionaria en la carretera San José - Caldera, se incluyó en el proyecto la construcción de las siguientes radiales:

- Radial El Coyol de Alajuela (4,1 km)
- Radial Turrúcares (0,1 km)
- Radial Atenas (3,30 km)
- Radial Escobal (0,30 km)



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 12 de 168

Los mismos equipos y parámetros de evaluación aplicados a la troncal principal, fueron utilizados en la evaluación de estas radiales.

Se realizó la evaluación de dispositivos que inciden en la seguridad vial de la Ruta Nacional 27 y sus radiales, por medio de la implementación de diversas técnicas y equipos, tales como auscultación visual en campo y el uso de imágenes georreferenciadas, como lo son los sistemas de contención vehicular, la señalización vertical y la demarcación horizontal. De forma complementaria, a partir de los datos de choques viales se identificaron tramos con mayor ocurrencia de atropellos y mayor concentración de choques viales sobre la troncal principal y sus radiales, tramos en los que se realizó una evaluación específica y se propusieron medidas a implementar en el corto y mediano plazo.

## **2 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO EN CONCESIÓN SAN JOSÉ – CALDERA, AÑOS 2022 – 2023**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar el desempeño en movilidad y seguridad vial del proyecto en concesión San José – Caldera, Ruta Nacional 27, en el plazo comprendido entre julio del 2022 y junio 2023, cuantificando de manera sistemática su evolución a lo largo del tiempo. Esta evaluación se realiza con el propósito de brindar a la Administración, información oportuna y confiable que permita complementar los controles de fiscalización que son también potestad del Estado.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar las condiciones de seguridad vial de la troncal y sus radiales desde el punto de vista de una movilidad segura de todos los usuarios viales.
- Comparar técnicamente las condiciones actuales del estado del proyecto concesionado con aquellas obtenidas en años anteriores.
- Mantener una base de datos actualizada de los parámetros técnicos del proyecto, que sea útil para la planificación de obras destinada al mejoramiento de la vía.



### **3 EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL Y MOVILIDAD, PERIODO EVALUACIÓN 2022 - 2023**

#### **3.1 Generalidades**

La presente evaluación de seguridad vial y movilidad de la Ruta Nacional 27 y sus Radiales contempla la valoración de distintos elementos en la infraestructura vial que afectan la seguridad vial, esto a partir de un sistema de inventario móvil. Esta condición permitió comparar las variaciones a nivel de los elementos evaluados a través del tiempo.

Sumado a los registros generados mediante el sistema de inventario móvil, se documentan de forma periódica los registros de choques viales, donde a la fecha se presentan los registros del año 2016 al 2022, suministrados por el Consejo Nacional de Concesiones para la vía Troncal y, de los años 2016 al 2021, suministrados por el Consejo de Seguridad Vial para las Radiales. También, se identificaron los tramos de concentración de choques viales sobre la Ruta Nacional 27 y sus Radiales, esto a partir de los registros de choques del periodo 2016 – 2022 para la vía Troncal y, del periodo 2016 – 2021 para las Radiales y se evaluaron los segmentos de vía con mayor ocurrencia de atropellos.

##### *3.1.1 Tramos homogéneos*

Los tramos homogéneos corresponden al fraccionamiento de la vía para analizarla en segmentos con características funcionales, geométricas y de uso de suelo similares. Estos tramos fueron utilizados como unidades de análisis para identificar los tramos de concentración de choques y para visualizar el estado de algunos elementos viales. Se utilizó como base los tramos homogéneos realizados por Moya, Agüero, Zamora y Jiménez (2019).

##### *3.1.2 Evaluación del señalamiento vial y sistemas de contención vehicular*

A partir del equipo de inventario móvil Imajing, se realizó la evaluación de la demarcación horizontal en función de los tramos homogéneos, el inventario del señalamiento vertical y registro de los sistemas de contención vehicular con deficiencias o colisiones.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 14 de 168

### 3.1.2.1 Evaluación del señalamiento vertical

El señalamiento vertical fue inventariado en su totalidad, en función de las secciones visibles a través del Imajing, esto para la Ruta Nacional 27 y sus radiales. Adicional al inventario de cada señal, se evaluaron según los siguientes criterios:

1. Cada señal vertical se evaluó en función de los criterios visuales de la Figura 1.
2. Cada señal vertical se categorizó según los siguientes tipos:
  - a. Señal de reglamentación
  - b. Señal de prevención
  - c. Señal de información
  - d. Señal informal: corresponde a señales que no se encuentran reglamentadas por el manual de la SIECA (2014), mayormente de publicidad.
  - e. Señal indefinida: corresponde a señales donde solo permanece el poste, sin el panel de la señal con su lámina retrorreflectiva.
  - f. Señal temporal
3. En el caso de grupos de señales tipo Chevron o delineadores, se caracterizó únicamente una en función del estado general del grupo de señales.

**Figura 1.** Clasificación visual en función del estado del señalamiento vertical



*Nota.* Tomado de Guía de evaluación de seguridad vial para puentes en Costa Rica. LanammeUCR, 2011



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 15 de 168

### 3.1.2.2 Evaluación de la demarcación horizontal.

Para evaluar el estado de la demarcación horizontal, se midió la extensión de demarcación con mayor grado de deterioro a través de toda la sección del proyecto, esto únicamente para la categoría de Mala en la clasificación presente en la Figura 2.

**Figura 2.** Clasificación visual en función del estado del señalamiento horizontal



*Nota.* Tomado de Guía de evaluación de seguridad vial para puentes en Costa Rica. LanammeUCR, 2011.

A partir de la evaluación es posible segregar los datos en función de los siguientes parámetros:

- Tipo: Línea continua, línea discontinua, paso peatonal, reductor de velocidad, línea de paro, cuadro de no bloqueo, isla de canalización, líneas reductoras de velocidad, flecha direccional y letreros.
- Color: Blanco y amarillo.
- Ubicación: Línea de carril (divisoria de carriles en el mismo sentido de circulación), línea centro (divisoria de carriles en sentidos opuestos de circulación), línea borde interno, línea borde externo.



### 3.1.2.3 Evaluación de los sistemas de contención vehicular

Se evaluaron todos los sistemas de contención vehicular (SCV) con colisiones o deficiencias que limiten su correcto funcionamiento, esto para la Ruta Nacional 27 y sus radiales. La evaluación se realizó según los parámetros de la Tabla 1 y Tabla 2.

**Tabla 1. Parámetros y criterios para evaluación de SCV**

Parámetro	Criterio	Definición
Condición	Colisionado	Elemento que presenta deterioro causado por un choque vial.
	Deficiente	Mala práctica de diseño o constructiva que por su condición aumenta la severidad de un choque.
Estado	Regular	Elementos colisionados que no aumentan sustancialmente el riesgo o condiciones deficientes que presenten posibilidades de mejora.
	Crítico	Todos los elementos colisionados y deficientes que representen un riesgo potencial ante un posible choque.
Ubicación	Lateral	Elementos ubicados en los márgenes derechos o izquierdos, aledaños al carril externo.
	Mediana	Elementos ubicados aledaños al carril interno y que dividan los flujos de circulación.
	Otro	Otras ubicaciones, tales como zonas de peajes.

**Tabla 2. Parámetros y criterios de evaluación para SCV (continuación)**

Parámetro	Criterio	Definición
Sentido (RN27)	A-B	Sentido desde San José hacia Caldera.
	B-A	Sentido desde Caldera hacia San José.
	Ambos	Afectación en ambos sentidos.
Sentido (Radial)	A-B	Sentido desde la R.N. 27 hacia la Radial.
	B-A	Sentido desde la Radial hacia la R.N. 27.
	Ambos	Afectación en ambos sentidos.
Tipo de dispositivo	Barrera	Dispositivo de contención vehicular ubicado longitudinalmente en el sector lateral o en la mediana.
	Puente	Dispositivo de contención vehicular ubicado longitudinalmente en el sector lateral o en la mediana, pero ubicado sobre un puente o paso a desnivel.
	Transición	Dispositivo de contención vehicular que conecta distintos tipos de sistemas de contención vehicular.



	Amortiguador	Dispositivo de contención vehicular ubicado en bifurcaciones, medianas o peajes que reduce la severidad de un choque al amortiguar el impacto y absorber la energía de la colisión.
	Terminal	Dispositivo de contención vehicular ubicado al principio o final de una barrera lateral.
Material	Metal	Dispositivo cuya estructura se conforma principalmente por metal.
	Concreto	Dispositivo cuya estructura se conforma principalmente por concreto.
	Mixto	Combinación de dos o más materiales.

En el caso específico de los elementos de concreto que se ubican frente a las casetas de peajes, se realizó una única valoración por peaje y por sentido.

Para las distintas discontinuidades, que se definen como elemento o ausencia de sección que limita la conexión entre dispositivo de contención vehicular consecutivos, se generó la Tabla 3.

**Tabla 3.** *Parámetros y criterios de evaluación para discontinuidades*

Parámetro	Criterio	Definición
Discontinuidad	Luminaria	Poste de luminaria.
	Vacío	Espacio vacío entre sistemas de contención vehicular.
	Estructura señal tipo pórtico	Estructura de soporte para señal tipo pórtico.
	Poste	Elemento tubular metálico o de concreto sin luminaria.
	Pila de puente	Base de soporte de puente o paso a desnivel.

### 3.1.3 Caracterización de anchos de espaldón

A partir del equipo de inventario móvil Imajing, se realizó la medición de anchos de espaldones internos y externos por cada tramo homogéneo sobre la Ruta Nacional 27 y sus radiales.

### 3.1.4 Identificación de puentes peatonales e infraestructura de transporte público

A partir del equipo de inventario móvil Imajing, se realizó la identificación y caracterización de los puentes peatonales e infraestructura de transporte público sobre la Ruta Nacional 27 y sus radiales.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 18 de 168

#### 3.1.4.1 *Identificación de puentes peatonales*

Los puentes peatonales fueron ubicados geográficamente y categorizados en función del método de accesibilidad: escalera, rampa, escalera y rampa y otros.

#### 3.1.4.2 *Identificación de infraestructura de transporte público*

La infraestructura de transporte público fue ubicada geográficamente y segmentada en paradas de autobús y bahías de autobús.

#### 3.1.5 *Choques viales*

El Consejo Nacional de Concesiones suministró al LanammeUCR los datos de choques viales de la Ruta Nacional 27 para el periodo 2016 – 2022, distribuidos en choques con fallecidos, heridos graves, heridos leves y daños materiales. En el caso de las Radiales, se recurrió a las bases de datos del Consejo de Seguridad Vial, periodo del 2016 al 2021, con eventos clasificados en: fallecidos, heridos graves y heridos leves.

##### 3.1.5.1 *Identificación de tramos con presencia de atropellos*

Para identificar los sitios con presencia de atropellos se cuantificó la presencia de atropellos a peatones y ciclistas por tramo homogéneo y se analizó la presencia del evento y proximidad entre los tramos homogéneos para seleccionar los segmentos de análisis.

##### 3.1.5.2 *Identificación de tramos de concentración de choques viales*

A partir de los datos de choques viales, se realizó un análisis específico para determinar los tramos de concentración de choques viales, basado en el análisis de choques totales y choques equivalentes.

- Choques totales: considera la suma de todos los choques, indiferentemente de su severidad.
- Choques equivalentes: considera un factor de equivalencia entre los choques con solo daños materiales y los choques con fallecidos, heridos graves y leves.

Los métodos aplicados en general se basaron en el Road Safety Manual (PIARC Technical Committee on Road Safety, 2003) y el Highway Safety Manual (AASHTO, 2010), donde detallan los métodos:

- Frecuencia de choques con choques totales
- Tasa de choques con choques totales



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 19 de 168

- Tasa crítica de choques con choques totales
- Equivalencia a solo daños materiales

De forma complementaria, y a partir de la investigación realizada por Rodríguez, et al (2019), se incorporaron los siguientes métodos:

- Frecuencia de choques con choques equivalentes
- Tasa de choques con choques equivalentes
- Tasa crítica de choques con choques equivalentes

El uso de 7 métodos con insumos y características distintas permite subsanar en alguna medida las limitaciones inherentes de cada método, asociadas a su simplicidad, sin embargo, como criterio de selección para los tramos de concentración de choques, se utilizó como indicador la frecuencia en la que un mismo tramo homogéneo resulta crítico entre los diversos métodos de forma simultánea, valor que se presenta en la Tabla 4 como “Riesgo de siniestralidad”.

**Tabla 4.** Clasificación de exposición al riesgo por choques viales

Riesgo de siniestralidad	Clasificación
0	Sin evidencia de riesgos a partir de choques viales
1	Riesgo medio de ocurrencia de choques viales
2	
3	Riesgo alto de ocurrencia de choques viales
4	
5	Riesgo muy alto de ocurrencia de choques viales
6	
7	

De forma específica, para la Ruta Nacional 27 se evaluaron los tramos homogéneos donde la clasificación de la Tabla 4 corresponde a un “Riesgo muy alto de ocurrencia de choques viales”, asociada a un riesgo de siniestralidad tipo 5, 6 y 7. En el caso específico de las Radiales, al no contar con todas las severidades de los choques viales, se analizaron los que cumplen con la clasificación “Riesgo alto de ocurrencia de choques viales”, correspondiente a un riesgo de siniestralidad tipo 3 y 4. La evaluación se generó mediante el equipo Imajing y los registros de choques viales.



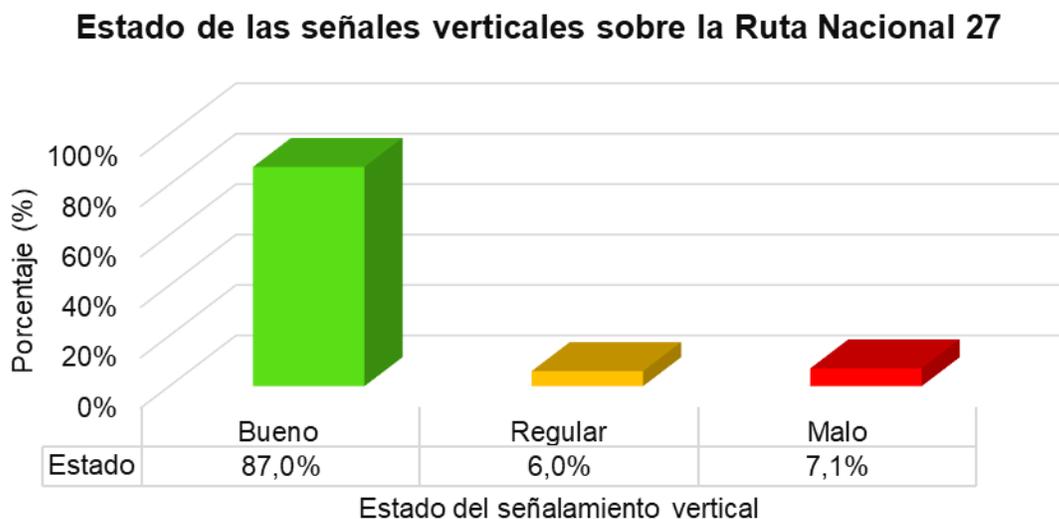
### 3.2 Evaluación del señalamiento vial

A partir del equipo de inventario móvil Imajing y los criterios de la Sección 3.1.2.2 *Evaluación de la demarcación horizontal*. y Sección 3.1.2.1 *Evaluación* se presentan los resultados de la evaluación del señalamiento vial segmentado para la Ruta Nacional 27 y las radiales.

#### 3.2.1 Señales verticales: Ruta Nacional 27

Para el periodo de estudio se identificaron 1444 señales sobre la Ruta Nacional 27, esto para ambos sentidos de circulación, de las cuales su estado presentó un 87,0% (1256 señales) clasificado como *Bueno*, 5,96 % (86 señales) como *Regular* y un 7,06 % (102 señales) como *Malo*, condiciones que se observan en la Figura 3. Al segregar el total de señales, según el tipo de señal, es posible identificar que la vía cuenta predominantemente con señales oficiales en buen estado, donde las señales reglamentarias, preventivas y de información en estado *Bueno* representan un 83,3 % del total, condición presente en la Figura 4. En la Tabla 5 se desglosa el estado de las señales en función de su tipología.

Figura 3. Estado de las señales verticales sobre la Ruta Nacional 27



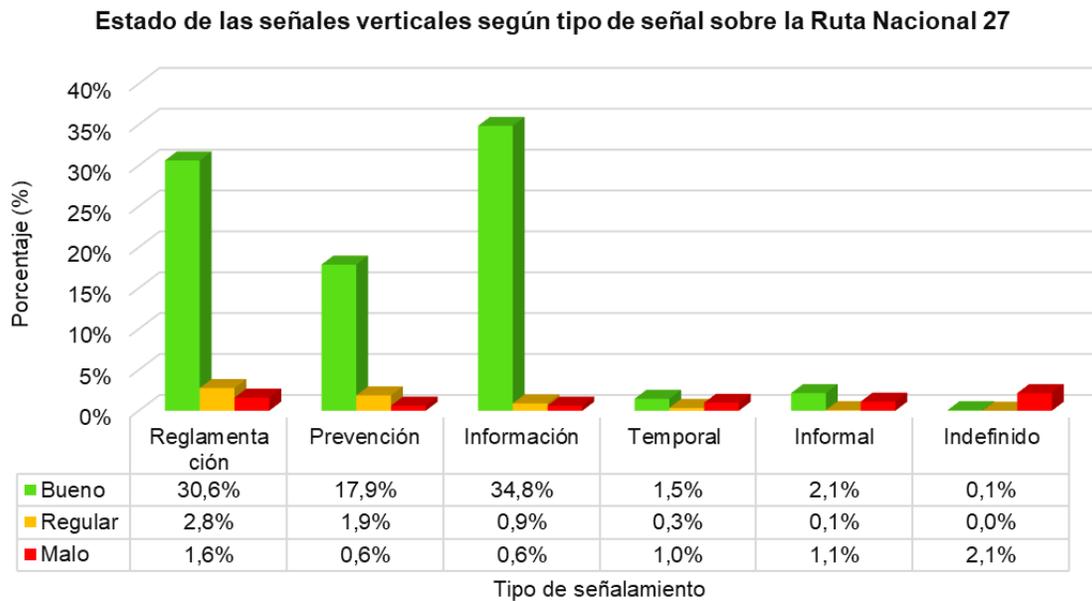


EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 21 de 168

**Tabla 5.** Registro de señales segmentadas por tipo y estado sobre la Ruta Nacional 27

Estado	Reglamentación		Prevención		Información		Temporal		Informal		Indefinido	
Bueno	442	30,6%	258	17,9%	503	34,8%	21	1,5%	31	2,1%	1	0,1%
Regular	40	2,8%	27	1,9%	13	0,9%	5	0,3%	1	0,1%	0	0,0%
Malo	23	1,6%	9	0,6%	9	0,6%	14	1,0%	16	1,1%	31	2,1%
Subtotal	505	35%	294	20%	525	36%	40	3%	48	3%	32	2%
<b>Total</b>	<b>1444</b>											

**Figura 4.** Estado de las señales verticales por tipo sobre la Ruta Nacional 27

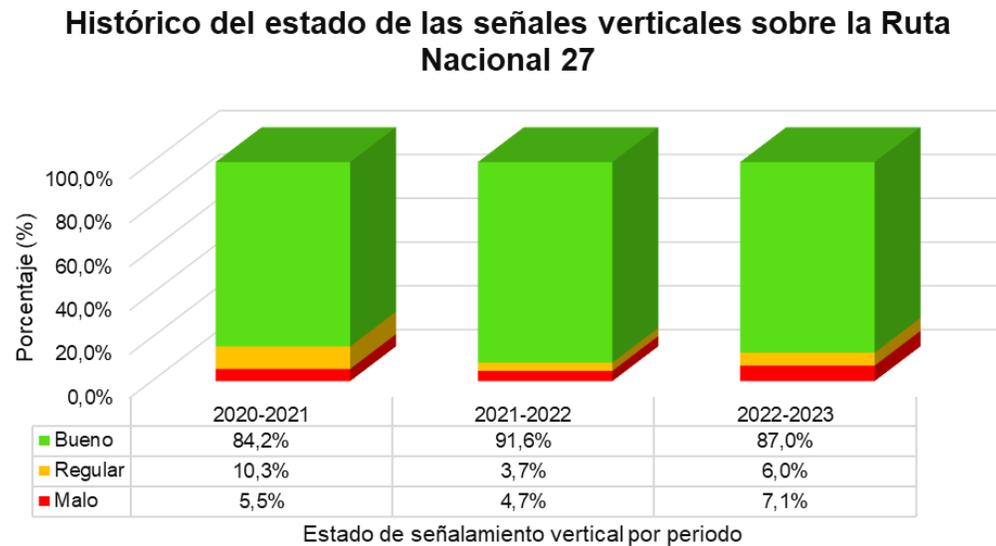


En la Figura 5 se registra la primera comparación histórica del estado de las señales verticales sobre la Ruta Nacional 27, de esta se evidencia que la ruta mantiene un estado entre Regular y Bueno predominante, con una baja en el estado Bueno, que pasó de 91,6 % a 87,0 %, entre los periodos 2021-2022 y 2022-2023.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 22 de 168

**Figura 5.** Evolución histórica del estado de las señales verticales sobre la Ruta Nacional 27

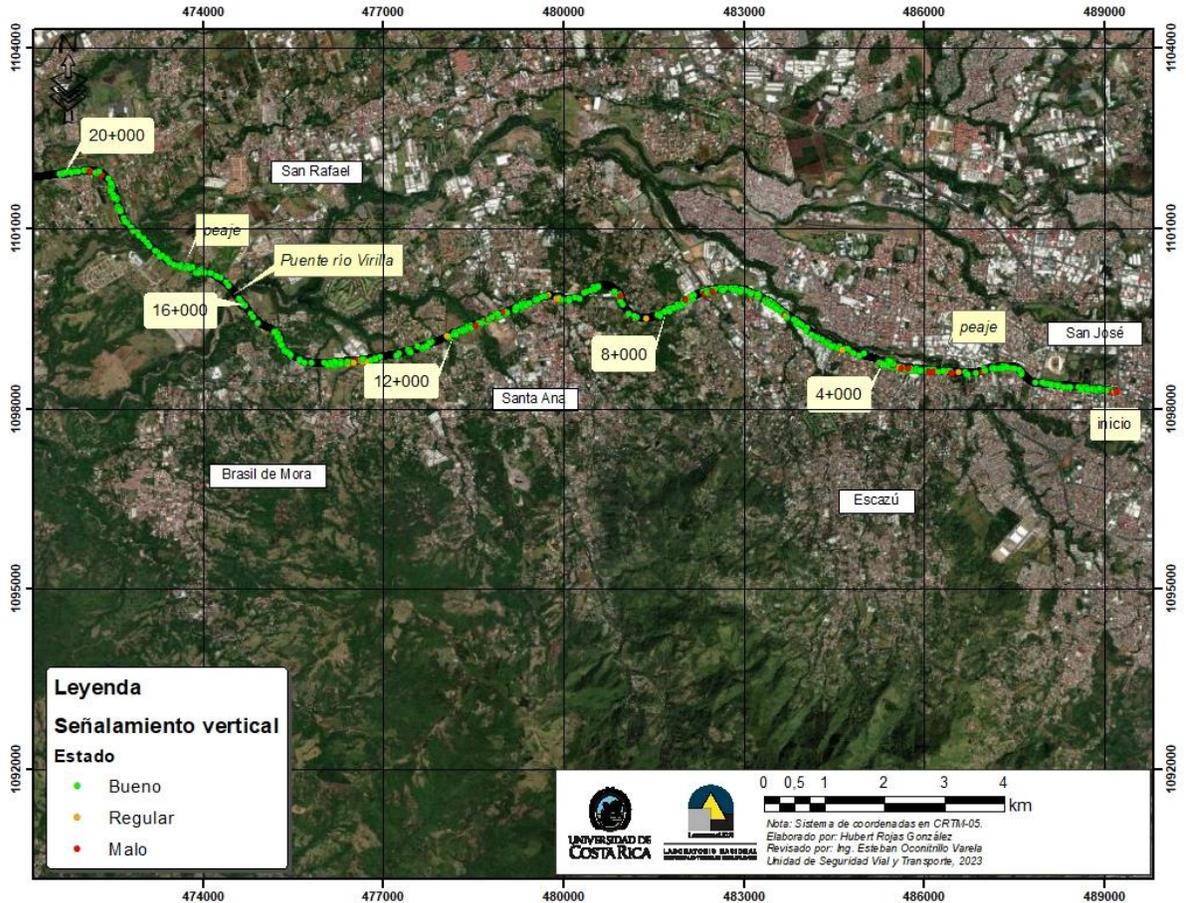


En la Figura 6, Figura 7, Figura 8 y Figura 9 se evidencia mediante los mapas que la mayoría de las señales presentan un estado *Bueno*, condición visible mediante los elementos de color verde. Cabe destacar que esta evaluación se realizó de forma diurna y mediante auscultación visual, por lo que no sustituye un estudio que mida la capacidad de retrorreflectividad de los viniles de las señales verticales.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 23 de 168

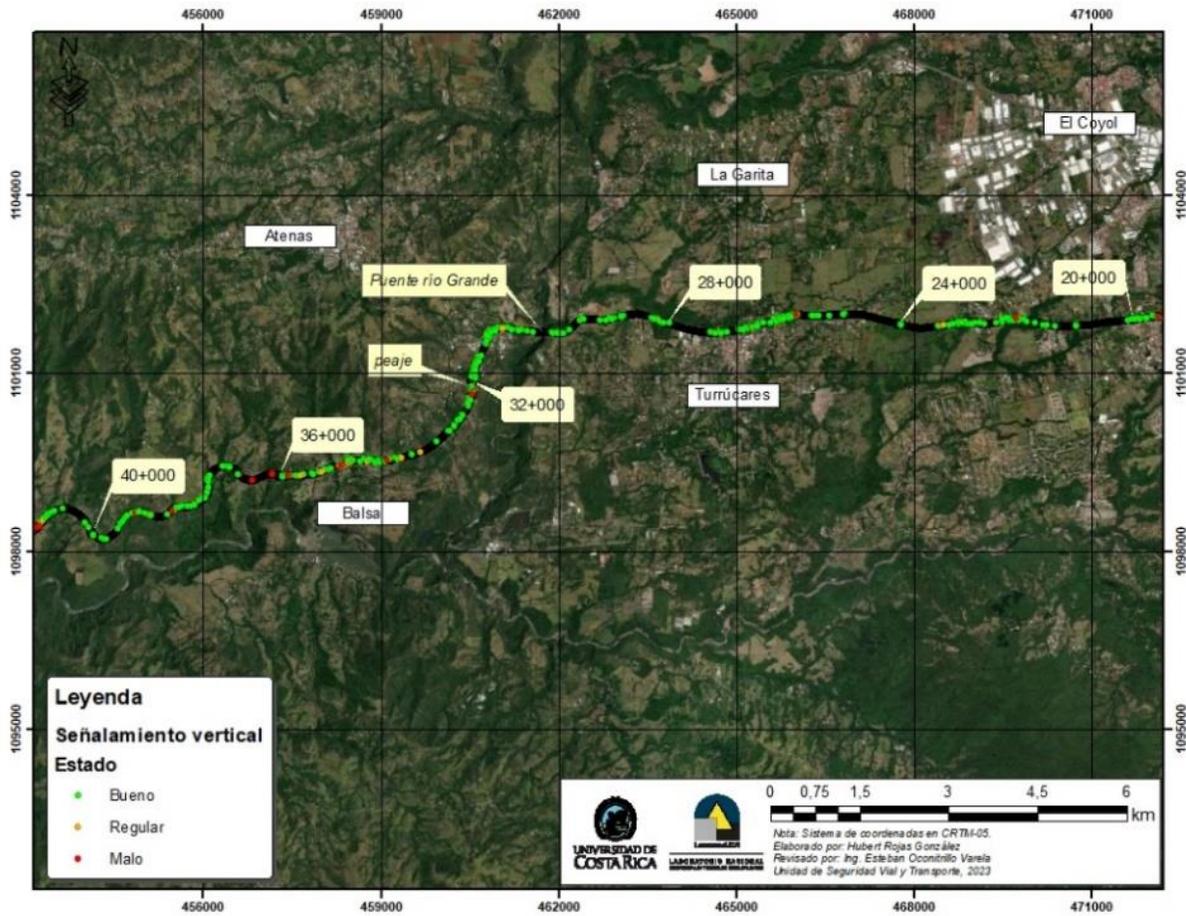
Figura 6. Inventario de señales verticales, RN27, sección 0+000 – 20+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 24 de 168

Figura 7. Inventario de señales verticales, RN27, sección 20+000 – 40+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 25 de 168

**Figura 8.** *Inventario de señales verticales, RN27, sección 40+000 – 60+000*

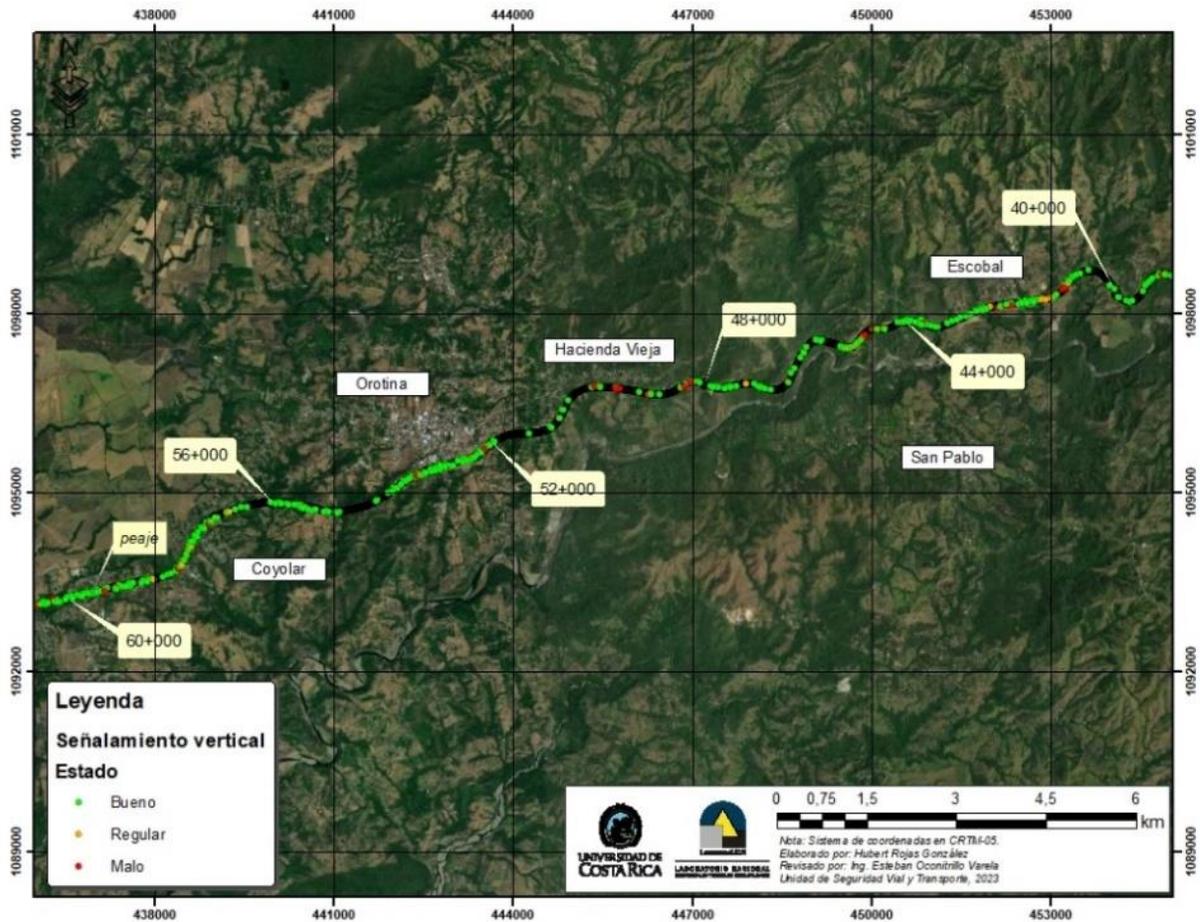
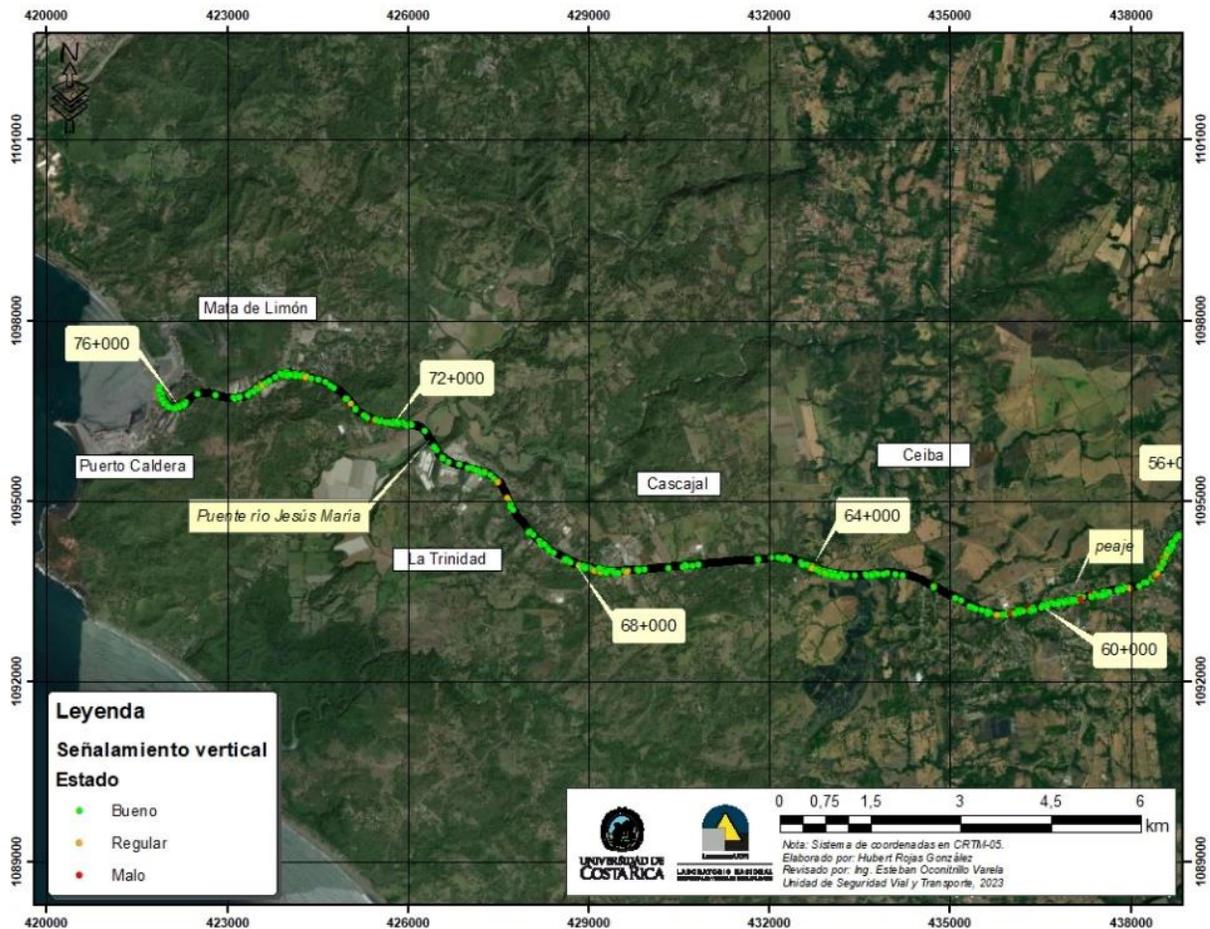




Figura 9. Inventario de señales verticales, RN27, sección 60+000 – 76+000



### 3.2.2 Señales verticales: Radiales

Para el periodo de estudio se identificaron 257 señales sobre la Radial El Coyoil, Turrúcares, Atenas y Escobal, de las cuales su estado presentó un 89,5 % clasificado como *Bueno*, 3,9 % como *Regular* y 6,6 % como *Malo*, condiciones que se observan en la Figura 10.

Al segregar el total de señales por radial y tipo, es posible identificar deficiencias puntuales:



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 27 de 168

- Radial El Coyol: se registraron 45 señales verticales y su estado se segrega por tipo en la Tabla 6 y la Figura 11, resalta que un 93 %, equivalente a 42 señales, presentan una condición Buena, sin embargo, un 7 % de todas las señales, correspondiente a 3 señales se clasificaron como regulares, condiciones que requieren atención por parte de la Concesionaria.
- Radial Turrúcares: se registraron 51 señales verticales y su estado se segrega por tipo en la Tabla 7 y la Figura 12, de estas resalta un 16% con condición Mala, correspondiente a 2 señales de reglamentación, 1 de información y 5 señales de tipo indefinido.
- Radial Atenas: se registraron 120 señales verticales y su estado se segrega por tipo en la Tabla 8 y la Figura 13. Según su estado se identificaron 6,7% en condición Mala y 4,2% en condición Regular, correspondiente a un 10,9 % de las señales, el resto se clasifican como buenas. Por otra parte, al contar las señales informales en estado Bueno, se alcanza un total de 6 señales o 5,0% que requieren atención por parte de la Concesionaria.
- Radial Escobal: se registraron 41 señales verticales y su estado se segrega por tipo en la Tabla 9 y la Figura 14. En este sentido, se puede observar que un 92,7 %, correspondiente a 38 señales, presenta un estado Bueno.

**Tabla 6.** Registro de señales segmentadas por tipo y estado sobre la Radial El Coyol

Estado	Reglamentación		Prevención		Información		Temporal		Informal		Indefinido	
<b>Bueno</b>	13	28,9%	18	40,0%	10	22,2%	0	0,0%	1	2,2%	0	0,0%
<b>Regular</b>	1	2,20%	1	2,2%	0	0,0%	1	2,2%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Malo</b>	0	0,00%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Subtotal</b>	14	31,0%	19	42,2%	10	22,2%	1	2,2%	1	2,2%	0	0,0%
<b>Total</b>	<b>45</b>											

**Tabla 7.** Registro de señales segmentadas por tipo y estado sobre la Radial Turrúcares

Estado	Reglamentación		Prevención		Información		Temporal		Informal		Indefinido	
<b>Bueno</b>	13	25,5%	19	37,3%	10	19,6%	0	0,0%	1	2,0%	0	0,0%
<b>Regular</b>	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Malo</b>	2	3,9%	0	0,0%	1	2,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	9,8%
<b>Subtotal</b>	15	29,4%	19	37,3%	11	21,6%	0	0,0%	1	2,0%	5	9,8%
<b>Total</b>	<b>51</b>											



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 28 de 168

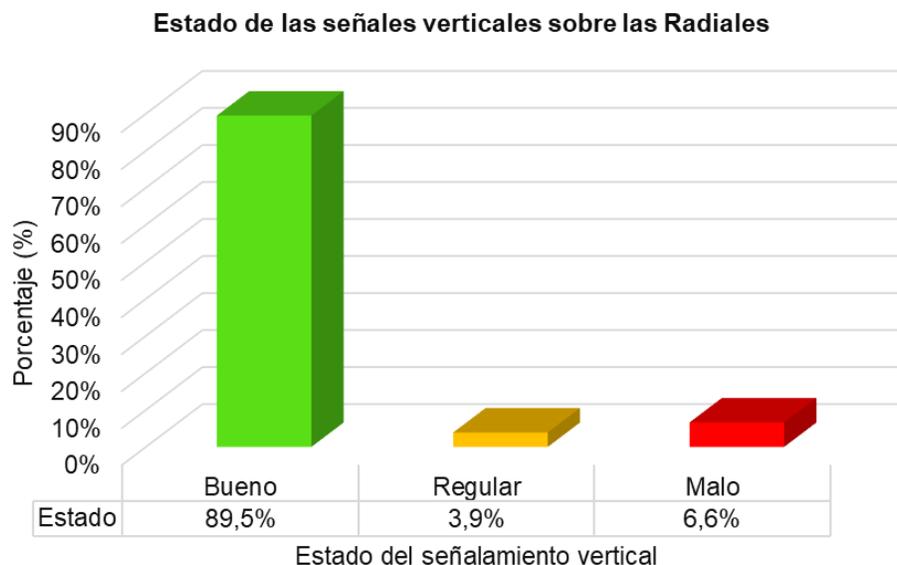
**Tabla 8.** Registro de señales segmentadas por tipo y estado sobre la Radial Atenas

Estado	Reglamentación		Prevención		Información		Temporal		Informal		Indefinido	
<b>Bueno</b>	42	35,0%	30	25,0%	28	23,3%	0	0,0%	6	5,0%	1	0,8%
<b>Regular</b>	1	0,8%	2	1,7%	0	0,0%	0	0,0%	2	1,7%	0	0,0%
<b>Malo</b>	0	0,0%	1	0,8%	2	1,7%	0	0,0%	1	0,8%	4	3,3%
<b>Subtotal</b>	43	35,8%	33	27,5%	30	25,0%	0	0,0%	9	7,5%	5	4,2%
<b>Total</b>	<b>120</b>											

**Tabla 9.** Registro de señales segmentadas por tipo y estado sobre la Radial Escobal

Estado	Reglamentación		Prevención		Información		Temporal		Informal		Indefinido	
<b>Bueno</b>	14	34,1%	14	34,1%	10	24,4%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Regular</b>	1	2,4%	0	0,0%	0	0,0%	1	2,4%	0	0,0%	0	0,0%
<b>Malo</b>	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	2,4%
<b>Subtotal</b>	15	36,6%	14	34,1%	10	24,4%	1	2,4%	0	0,0%	1	2,4%
<b>Total</b>	<b>41</b>											

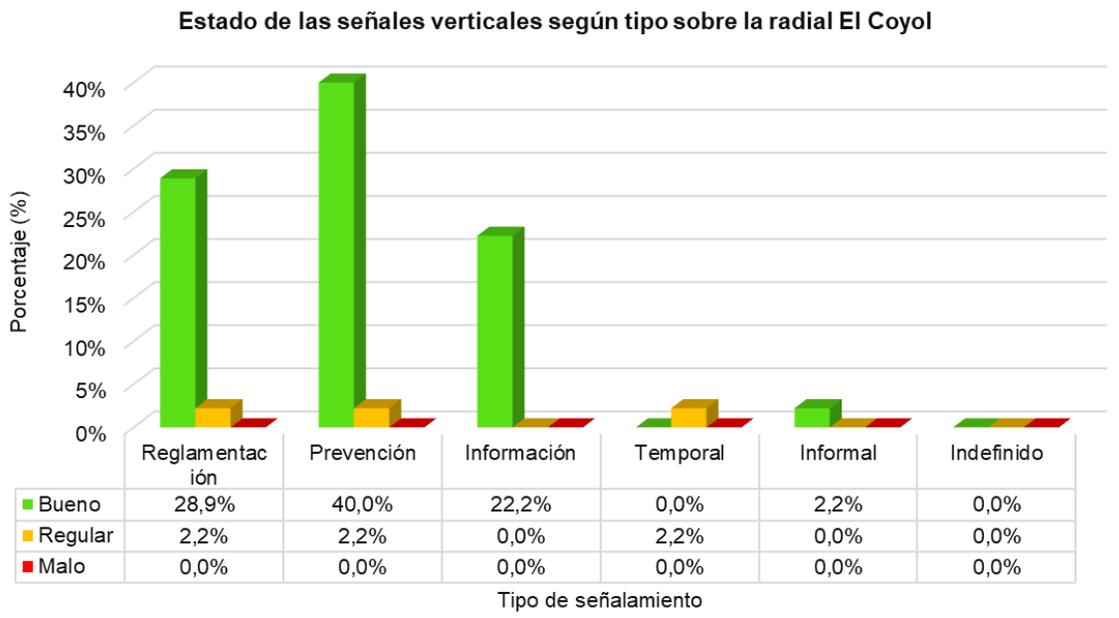
**Figura 10.** Estado de las señales verticales sobre las Radiales



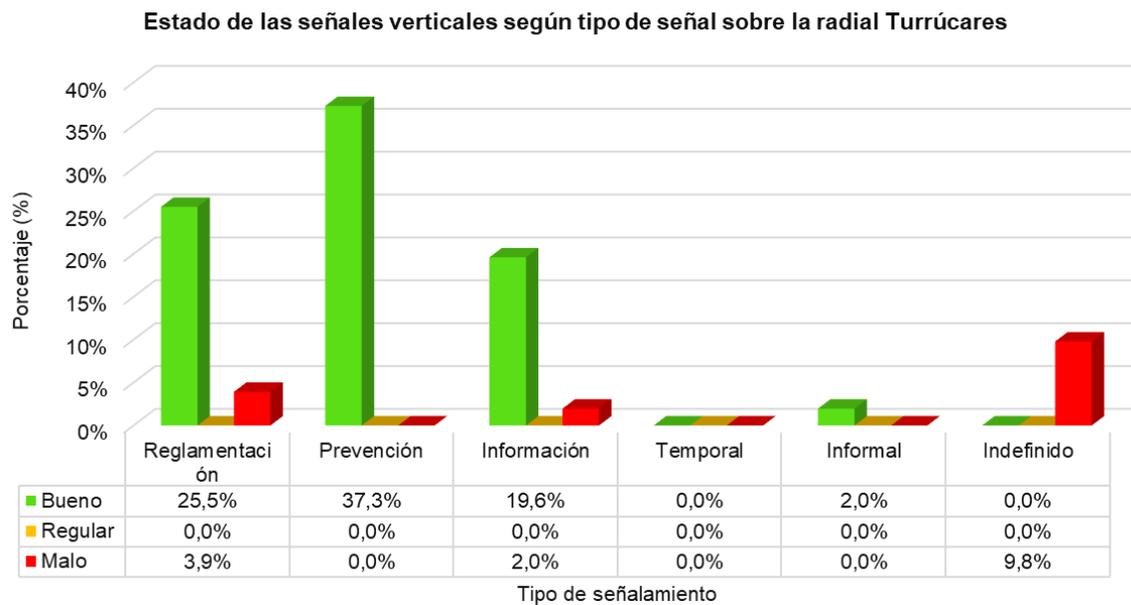


EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 29 de 168

**Figura 11.** Estado de las señales verticales por tipo sobre la Radial El Coyal



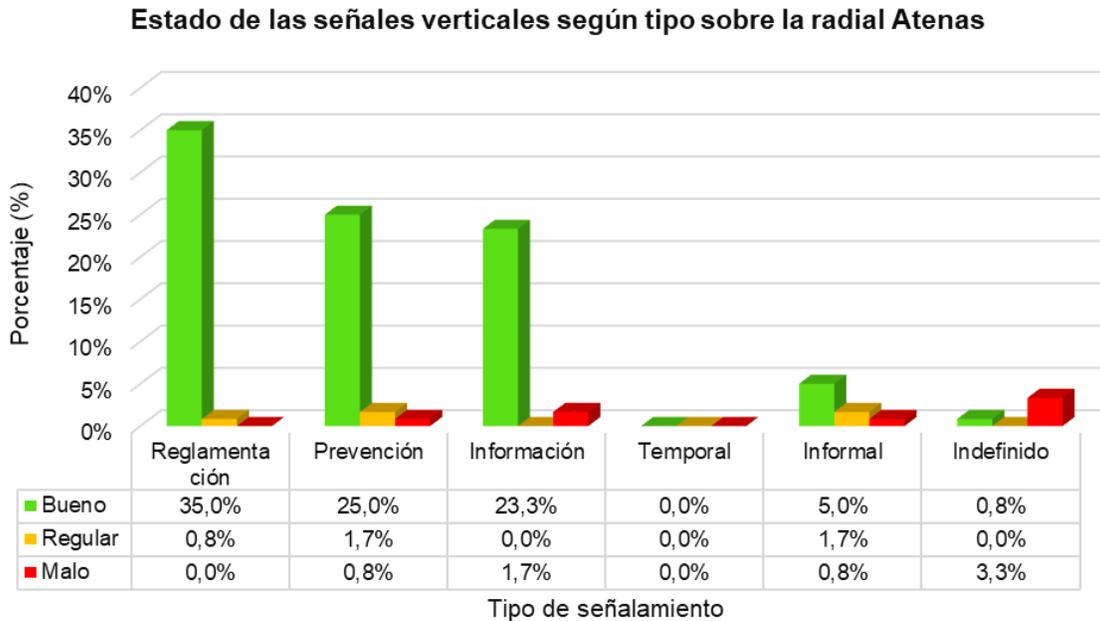
**Figura 12.** Estado de las señales verticales por tipo sobre la Radial Turrúcares



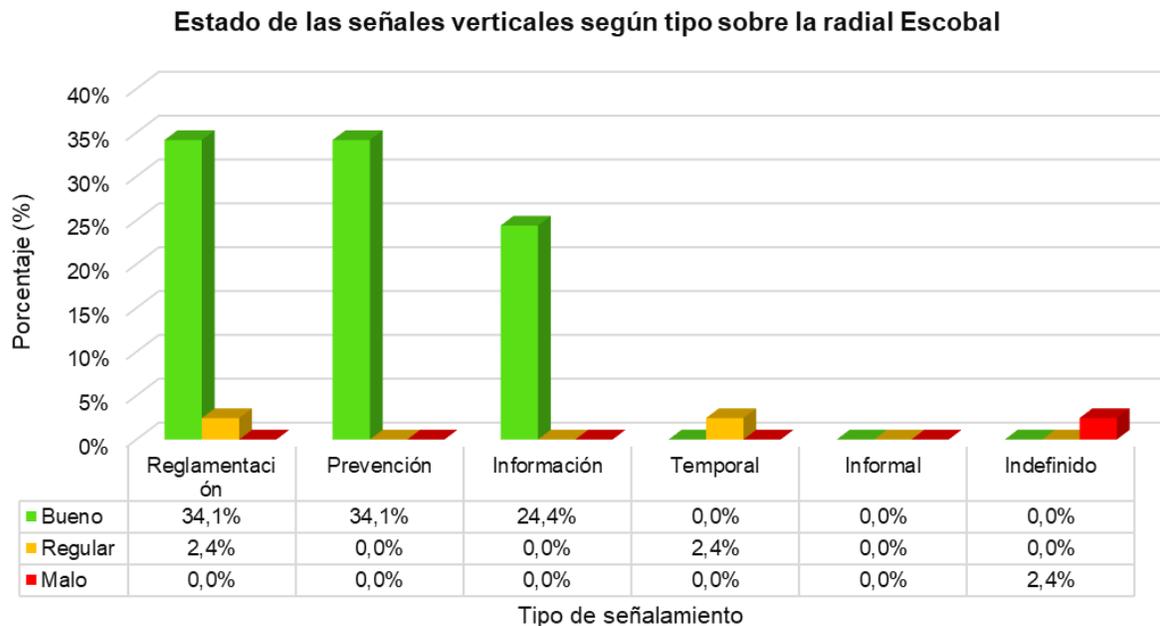


EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 30 de 168

**Figura 13.** Estado de las señales verticales por tipo sobre la Radial Atenas



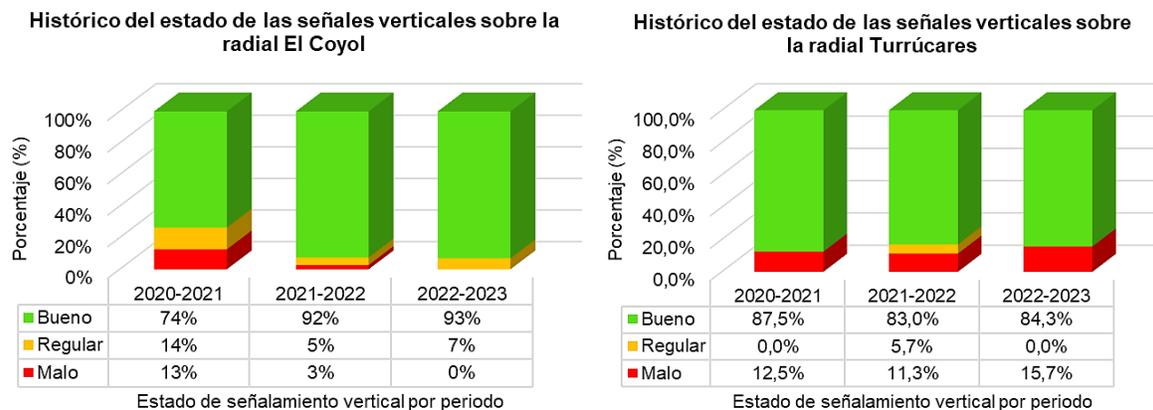
**Figura 14.** Estado de las señales verticales por tipo sobre la Radial Escobal





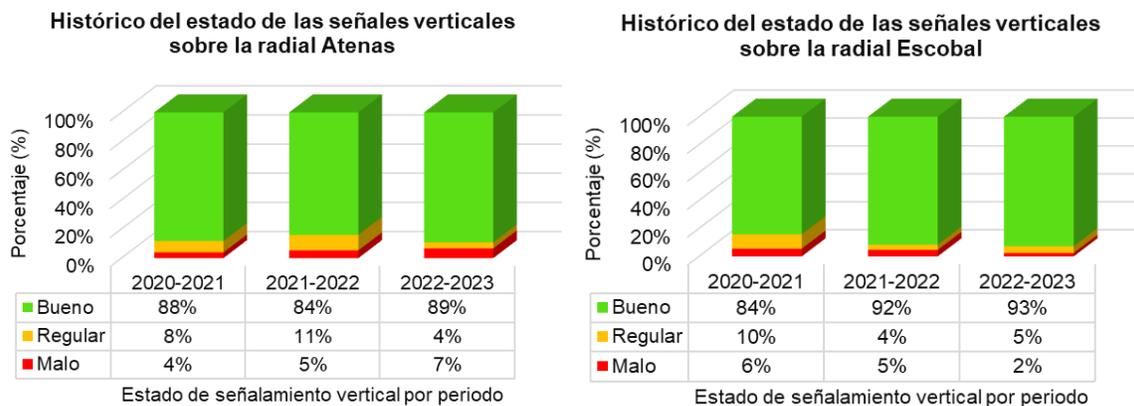
En la Figura 15 y Figura 16 se muestra el registro histórico de la evaluación de las señales verticales para cada radial, segmentado para el periodo 2020-2021, 2021-2022 y 2022-2023.

**Figura 15.** Registro histórico de la evaluación de las señales verticales de la Radial El Coyol y Radial Turrúcares



*Nota.* A partir del periodo 2022-2023 se evaluaron las señales de las rampas de conexión entre la R.N.27 y las radiales.

**Figura 16.** Registro histórico de la evaluación de las señales verticales de la Radial Atenas y Radial Escobal



*Nota.* A partir del periodo 2022-2023 se evaluaron las señales de las rampas de conexión entre la R.N.27 y las radiales.

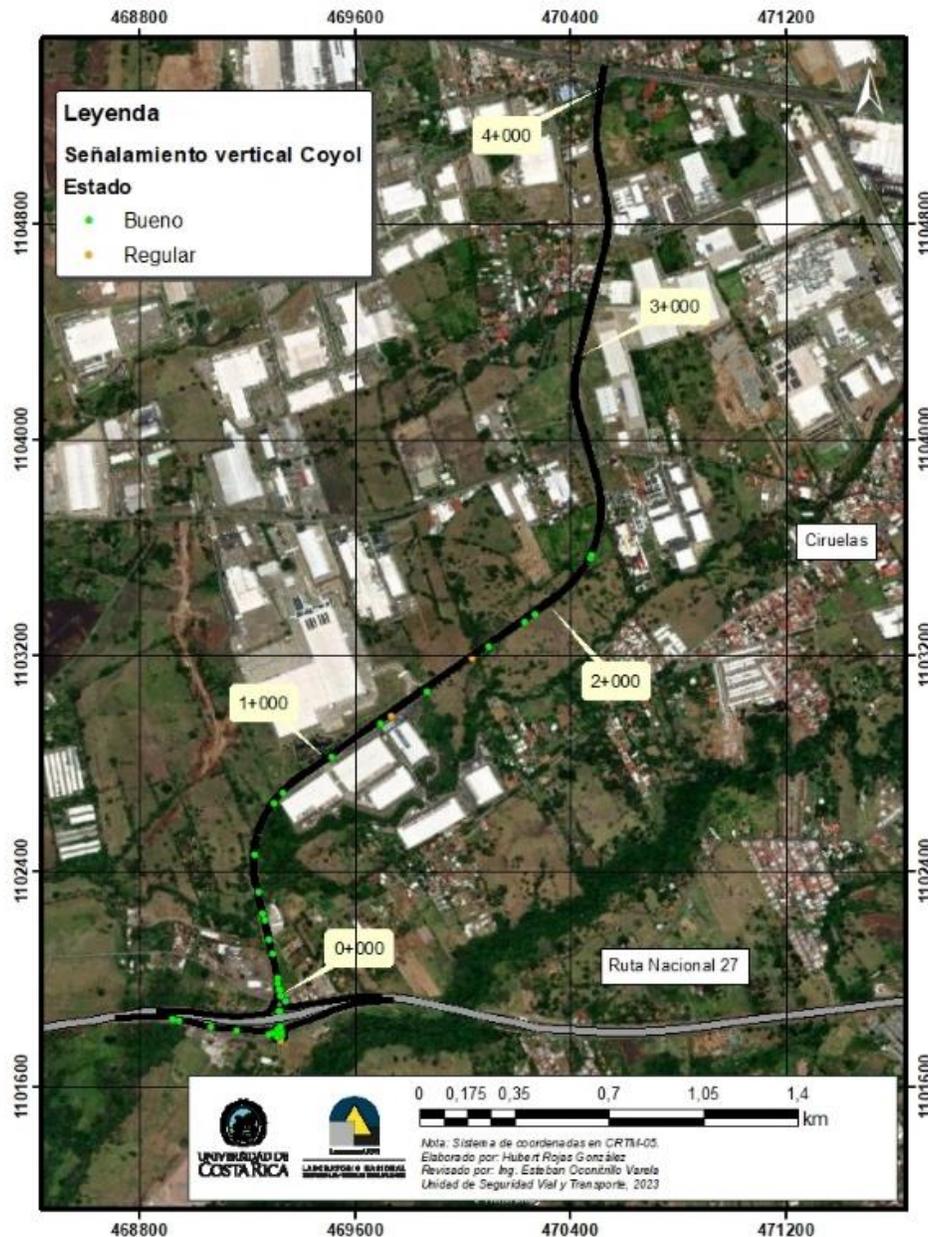
De forma complementaria, en la Figura 17, Figura 18, Figura 19 y Figura 20 se evidencia mediante los mapas que la mayoría de las señales presentan un estado *Buena*, condición visible mediante los elementos de color verde. Cabe destacar que esta evaluación



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 32 de 168

se realizó de forma diurna y mediante auscultación visual, por lo que no sustituye un estudio que mida la capacidad de retrorreflectividad de los viniles de las señales verticales.

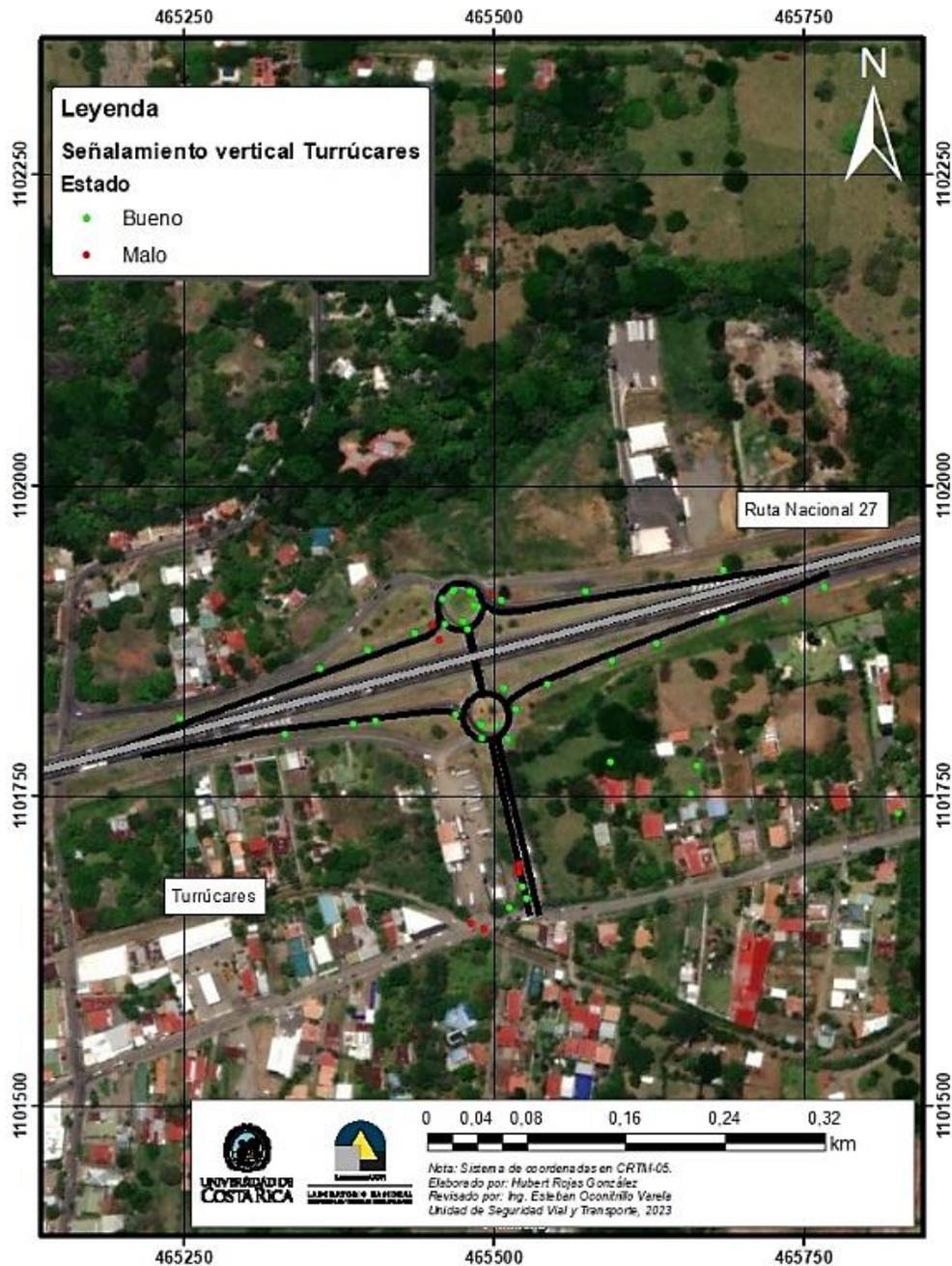
Figura 17. Inventario de señales verticales de Radial Coyol





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 33 de 168

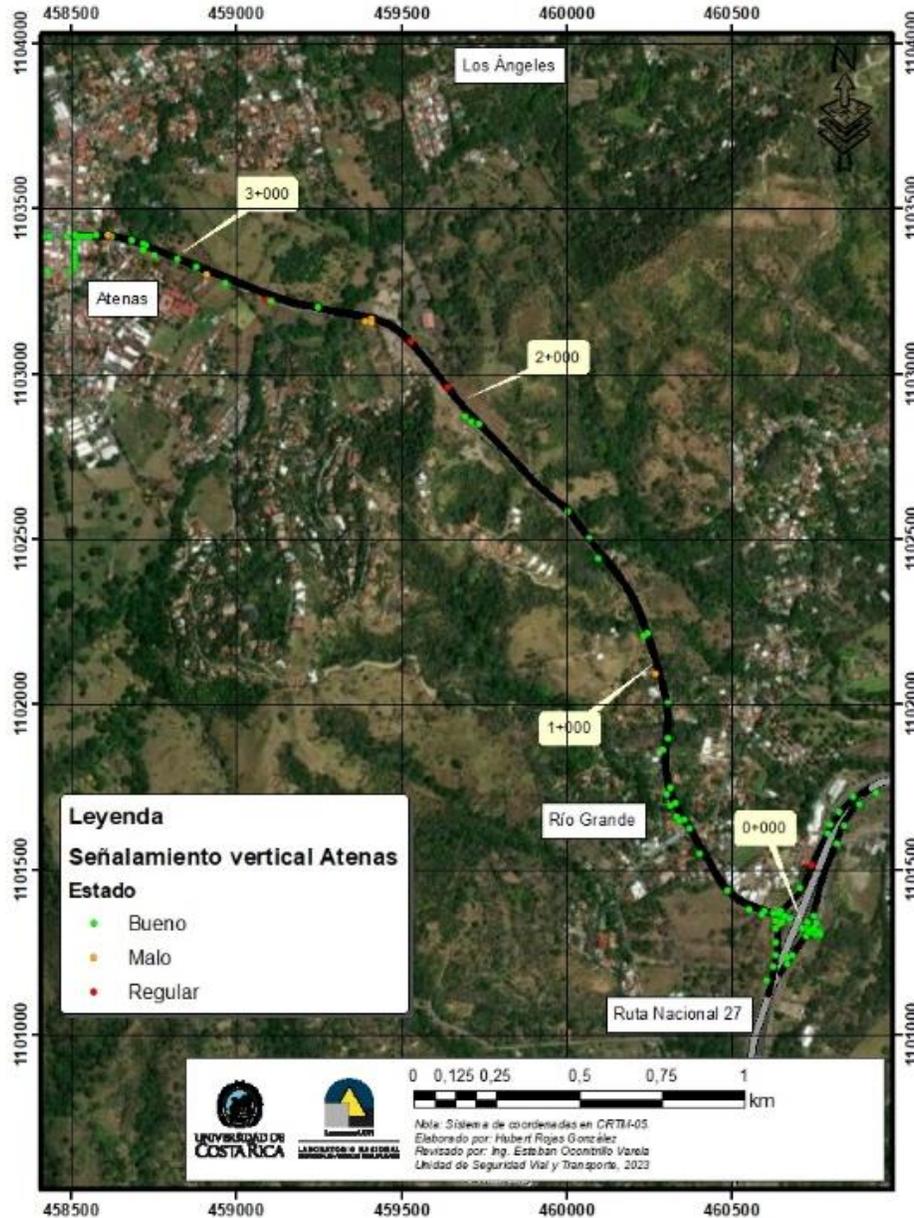
Figura 18. Inventario de señales verticales de Radial Turrúcares





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 34 de 168

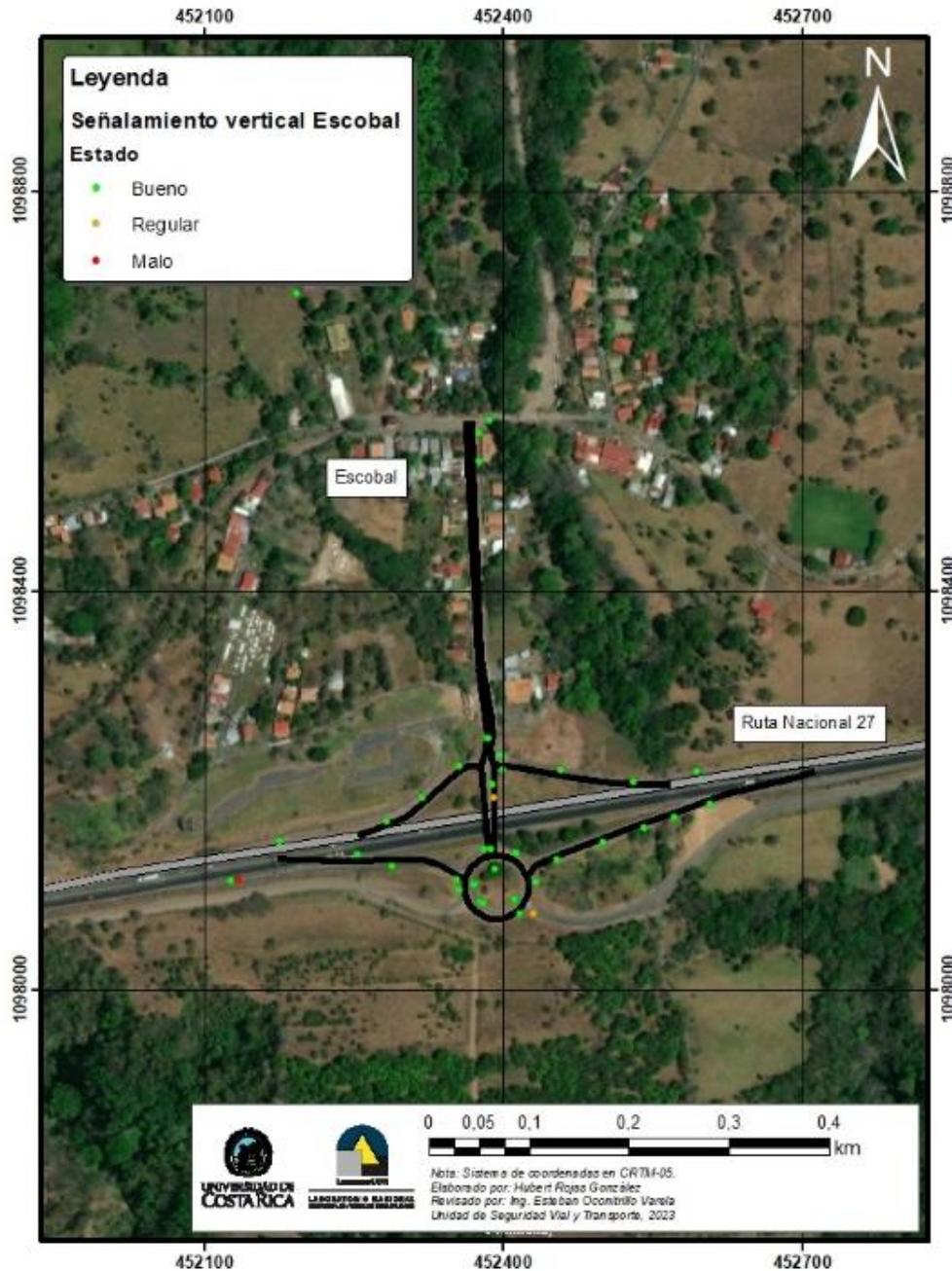
Figura 19. Inventario de señales verticales de Radial Atenas





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 35 de 168

Figura 20. Inventario de señales verticales de Radial Escobal





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 36 de 168

### 3.2.3 Demarcación horizontal: Ruta Nacional 27

A partir de la evaluación de la demarcación horizontal en estado deteriorado, se generó la valoración en función del tipo (lineal, área y figura), color y ubicación sobre la Ruta Nacional 27, donde se logra caracterizar 1321 tramos y sitios con necesidades de mejora, correspondientes a tramos lineales, figuras por área y figuras por unidad.

En función del tipo de demarcación horizontal lineal, se logró evidenciar que un total de 81 % de los sitios identificados presentan deterioro en las líneas continuas (825 tramos y sitios), asimismo se presenta un 19 % en líneas discontinuas (190 tramos y sitios), como se desglosa en la Figura 21 y Tabla 10, en esta última se observa que la demarcación horizontal de líneas continuas presenta 11,35 km equivalentes, mientras que para las líneas discontinuas es de 6,28 km.

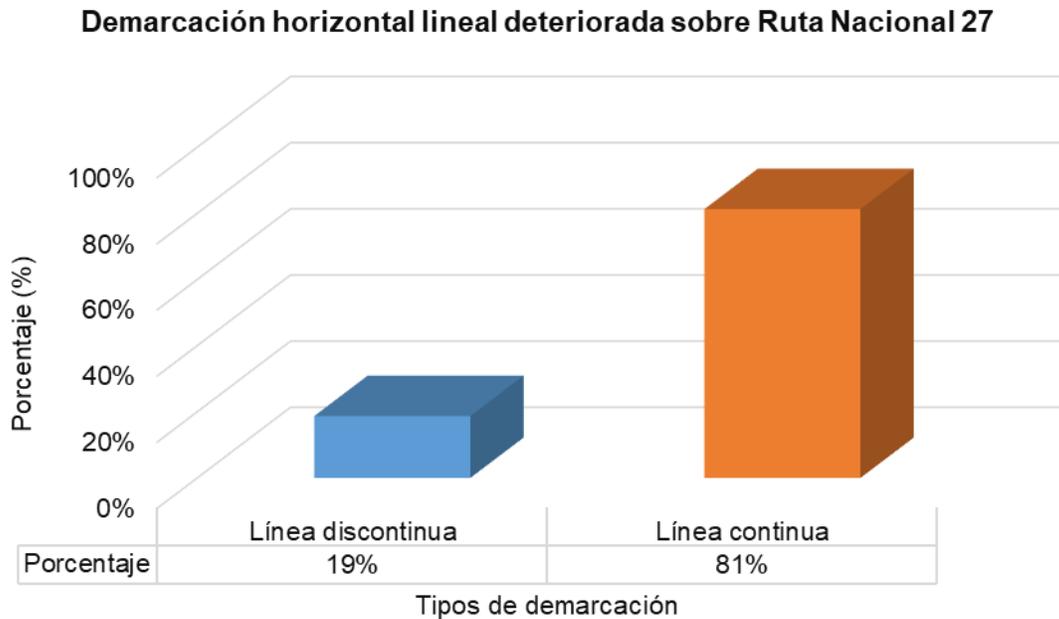
En función del tipo de demarcación horizontal de figuras por área, se observa un total de 46 % de las figuras identificadas que presentan deterioro en cuanto a líneas reductoras de velocidad (34 figuras), un 31 % corresponden a líneas de paro (23 figuras) y un 23 % de islas de canalización (17 figuras), como se desglosa en la Figura 22 y Tabla 11, en esta última se observa que la demarcación horizontal en cuanto a líneas reductoras de velocidad presenta 77,98 m<sup>2</sup> equivalentes; en el caso de las líneas de paro este dato es de 45,91 m<sup>2</sup> y las islas de canalización consideran un área de 2144 m<sup>2</sup>.

En función del tipo de demarcación horizontal de figuras por unidad, se evidencia un total de 41 % de las figuras identificadas que presentan deterioros en cuanto a letreros de velocidad máxima (95 figuras), asimismo se presenta un 35,0 % en flechas direccionales (82 figuras), como se desglosa en la Figura 23 y Tabla 12.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 37 de 168

**Figura 21.** Estado de la demarcación horizontal lineal en Ruta Nacional 27



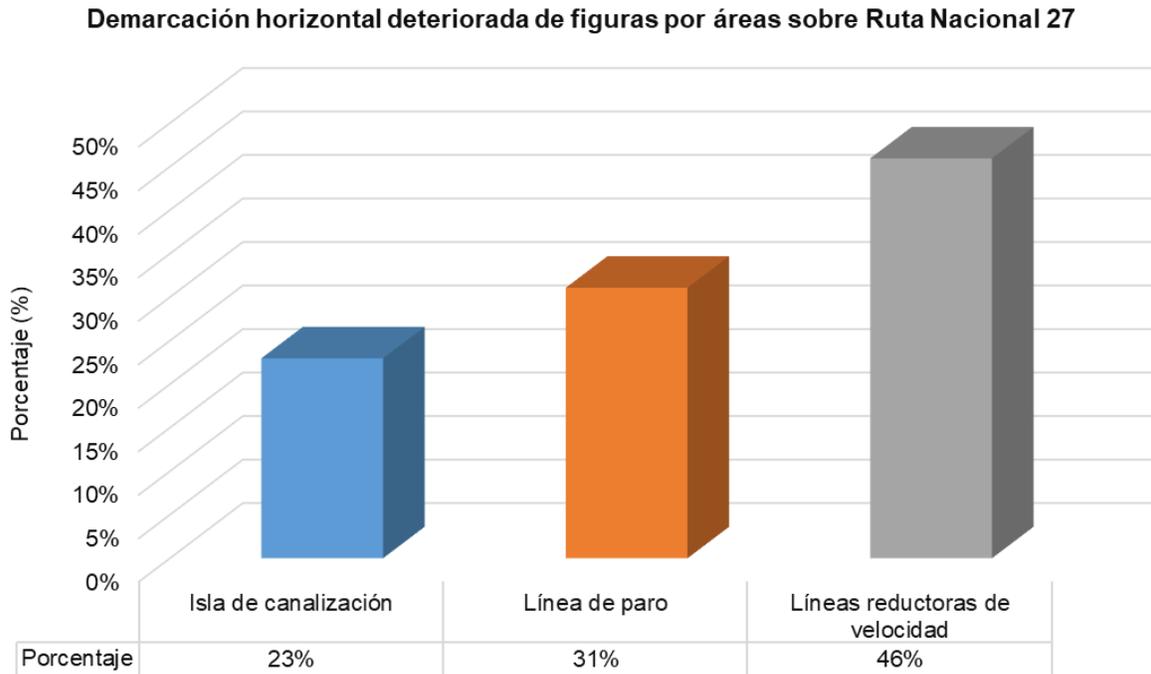
**Tabla 10.** Demarcación horizontal lineal Ruta Nacional 27

Tipo	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)	Longitud (km)
Línea discontinua	190	19%	6,28
Línea continua	825	81%	11,35
<b>Total</b>	<b>1015</b>	<b>100%</b>	<b>17,64</b>



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 38 de 168

**Figura 22.** Estado de la demarcación horizontal de figuras por áreas en Ruta Nacional 27



**Tabla 11.** Demarcación horizontal de figuras por áreas en Ruta Nacional 27

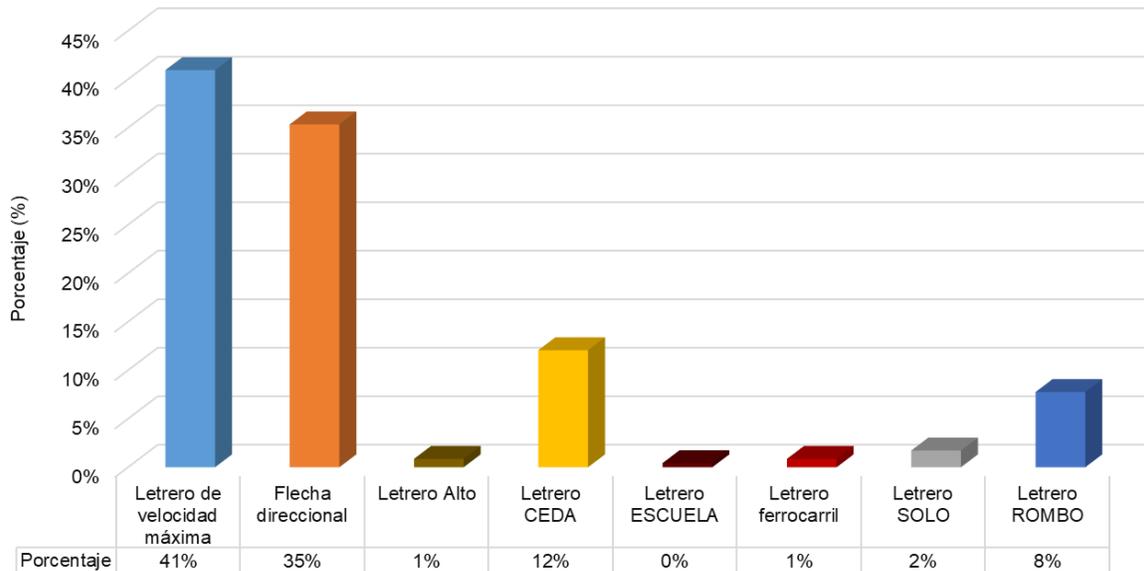
Tipo	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)	Área (m <sup>2</sup> )
Isla de canalización	17	23%	2144,03
Línea de paro	23	31%	45,91
Líneas reductoras de velocidad	34	46%	77,98
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>100%</b>	<b>2267,92</b>



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 39 de 168

**Figura 23.** Estado de la demarcación horizontal de figuras por unidad en Ruta Nacional 27

Demarcación horizontal deteriorada de figuras por unidad sobre Ruta Nacional 27



**Tabla 12.** Demarcación horizontal de figuras por unidad en Ruta Nacional 27

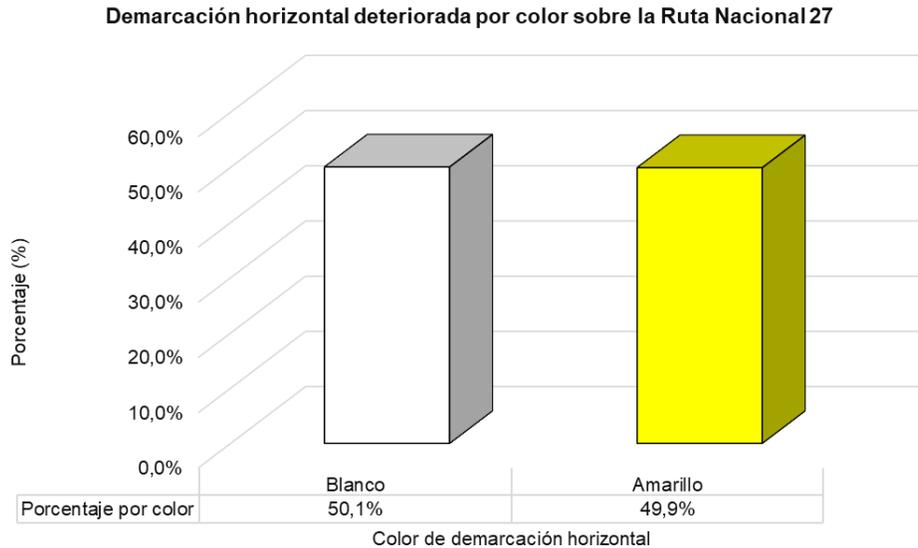
Tipo	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)
Letrero de velocidad máxima	95	41%
Flecha direccional	82	35%
Letrero Alto	2	1%
Letrero CEDA	28	12%
Letrero ESCUELA	1	0,4%
Letrero ferrocarril	2	1%
Letrero SOLO	4	2%
Letrero ROMBO	18	8%
<b>Total</b>	<b>232</b>	<b>100,0%</b>

En función del color de la demarcación horizontal, se registró un deterioro similar en ambos colores, en el caso del color amarillo 49,9% de deterioro correspondientes a 1167 tramos identificados y en el caso del color blanco con un 50,1% se presentan en 1164 tramos identificados, como se desglosa en la Figura 24 y Tabla 13.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 40 de 168

**Figura 24.** Demarcación horizontal deteriorada por color sobre la Ruta Nacional 27



**Tabla 13.** Demarcación horizontal deteriorada por color sobre Ruta Nacional 27

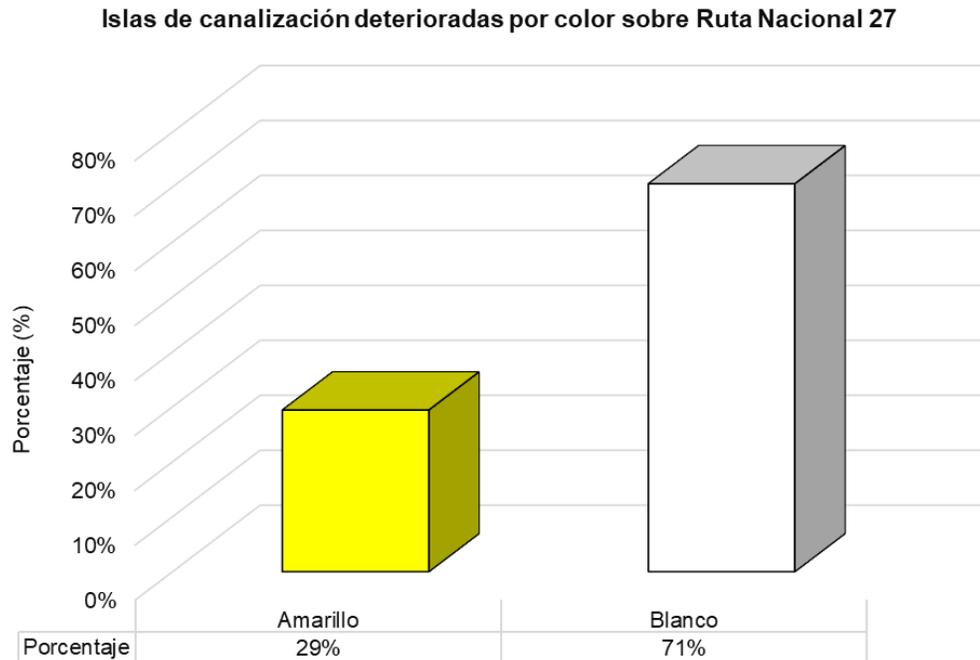
Color	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)
Blanco	1167	50,1%
Amarillo	1164	49,9%
<b>Total</b>	<b>2331</b>	<b>100%</b>

En cuanto a las islas de canalización se presenta una clasificación específica por color donde se identifica 71% del total de islas de canalización de color blanco deterioradas (5 tramos o sitios) y el restante 29% son de color amarillo (12 tramos o sitios), como se aprecia en la Figura 25 y Tabla 14.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 41 de 168

**Figura 25.** Demarcación horizontal en islas de canalización sobre Ruta Nacional 27



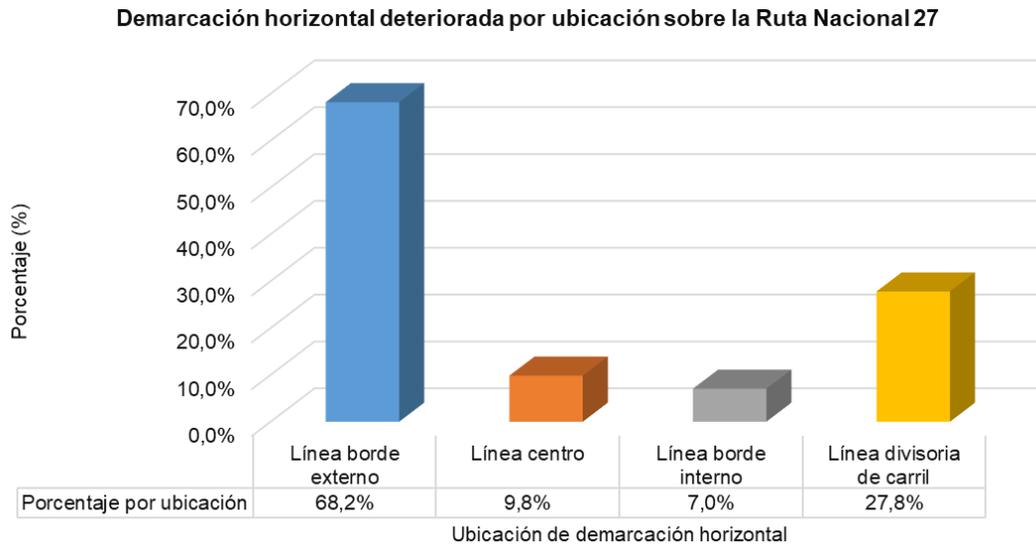
**Tabla 14.** Demarcación horizontal por islas de canalización sobre la Ruta Nacional 27

Color	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)
Amarillo	5	29%
Blanco	12	71%
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>100%</b>

Con respecto a la ubicación de la demarcación horizontal, predominantemente se detectaron deterioros en la línea del borde externo de los carriles, con una ocurrencia del 68 % del total, equivalente a 611 tramos y sitios registrados y 9,57 km lineales equivalentes. La segunda ubicación con mayor ocurrencia fue la línea de carril, demarcación que genera la divisora entre los carriles del mismo sentido de circulación. De estos, se detectó un 28 % de ocurrencia, correspondiente a 249 tramos y sitios y 6,38 km lineales equivalentes. El desglose para cada ubicación se presenta en la Figura 26 y Tabla 15.



**Figura 26.** Demarcación horizontal deteriorada por ubicación sobre la Ruta Nacional 27



**Tabla 15.** Demarcación horizontal deteriorada por ubicación sobre la Ruta Nacional 27

Ubicación	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)	Longitud (km)
Línea de borde externo	611	68%	9,57
Línea centro (sentidos opuestos)	88	10%	1,17
Línea de borde interno	63	7%	0,52
Línea carril divisoria (mismo sentido)	249	28%	6,38
<b>Total</b>	<b>1011</b>	<b>113%</b>	<b>17,64</b>

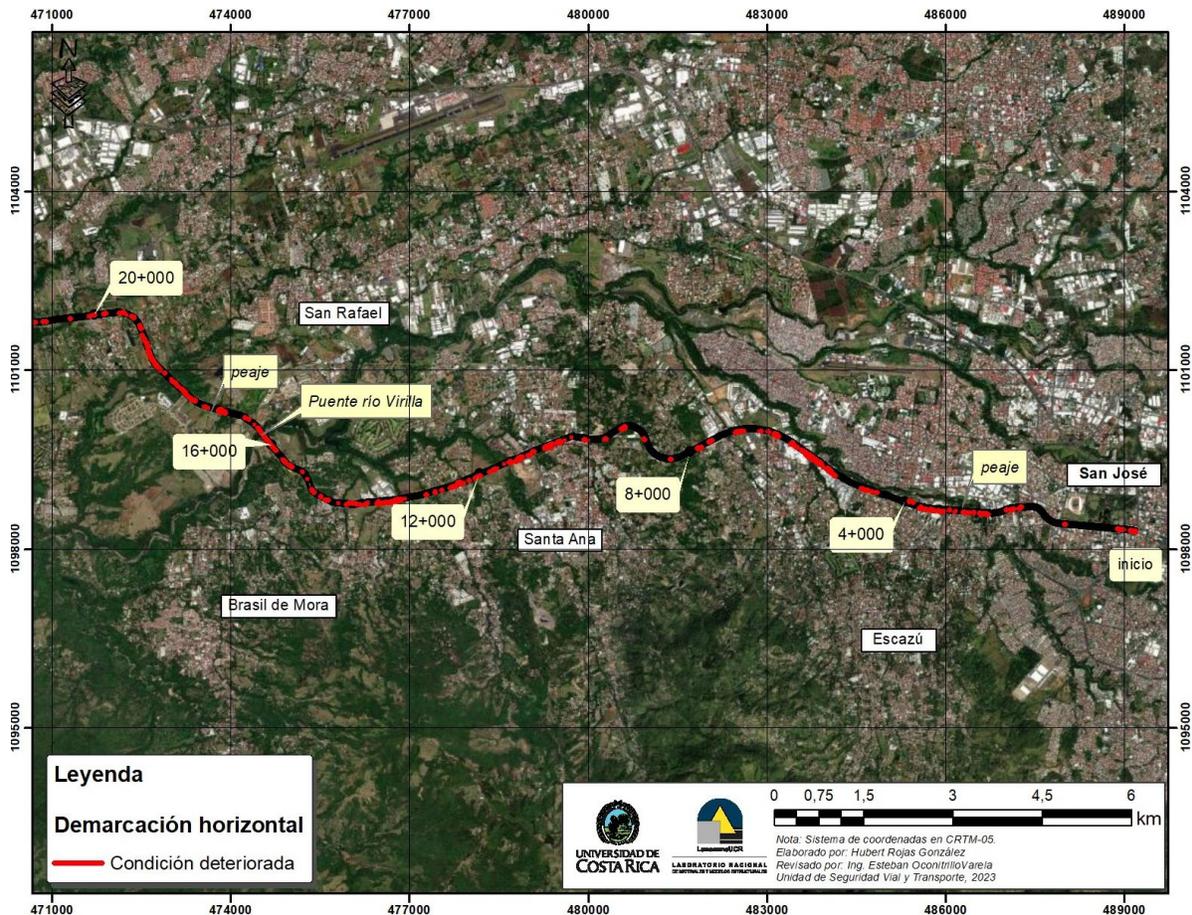
Cabe destacar que la auscultación visual permitió determinar el estado visual del material utilizado para la demarcación horizontal, condición que, a pesar de no sustituir una evaluación de la retrorreflectividad del material, indica que la vía presenta condiciones deficientes de mantenimiento que deben atenderse y que podrían incidir en bajo niveles de retrorreflectividad de la demarcación horizontal.

En la Figura 27, Figura 28, Figura 29 y Figura 30 se muestran los mapas donde se ubican los sitios donde se presenta la demarcación horizontal deteriorada, condición que permite evidenciar los tramos de la vía con mayor requerimiento de intervención en su demarcación horizontal, donde resalta el último segmento, presente en la Figura 27 y Figura 30.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 43 de 168

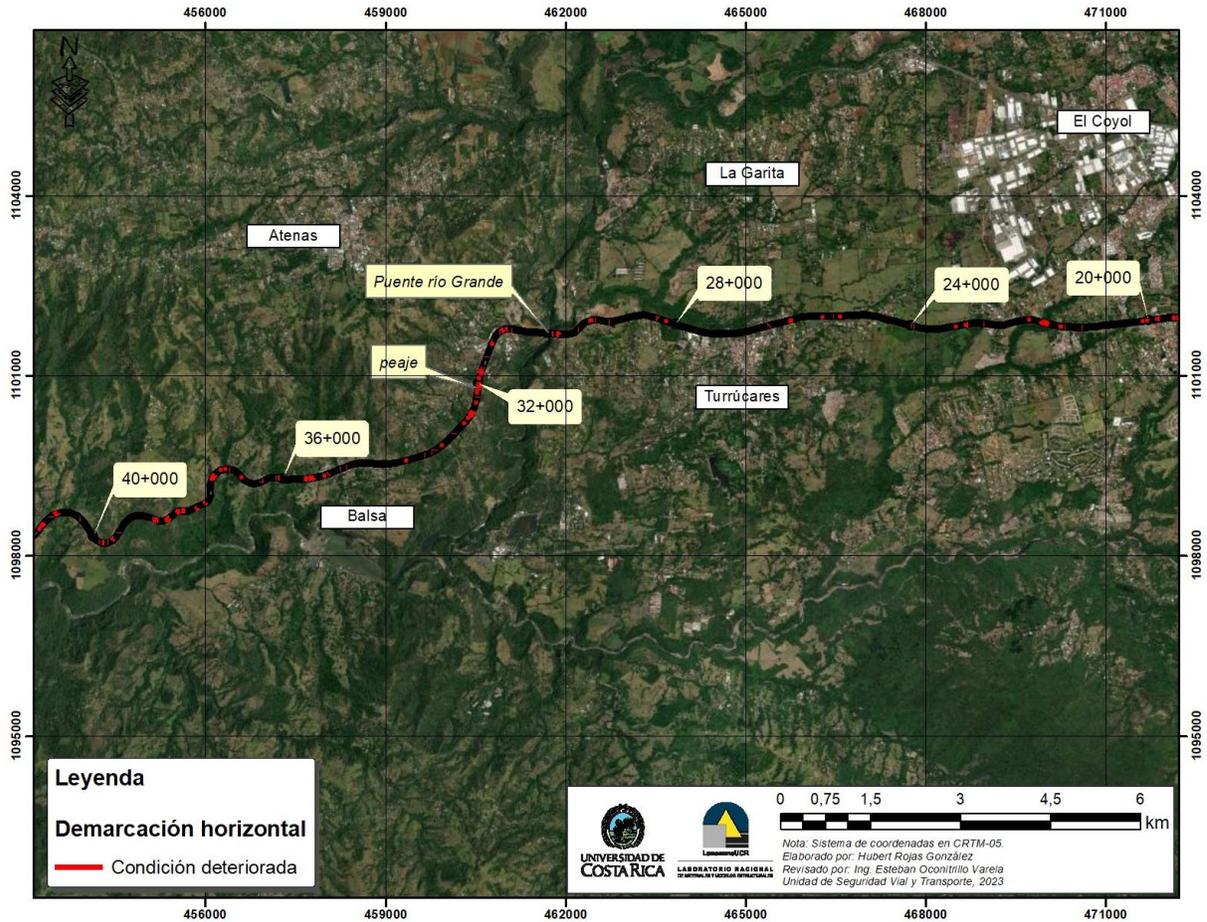
Figura 27. Evaluación de la demarcación horizontal, RN27, sección 0+000 - 20+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 44 de 168

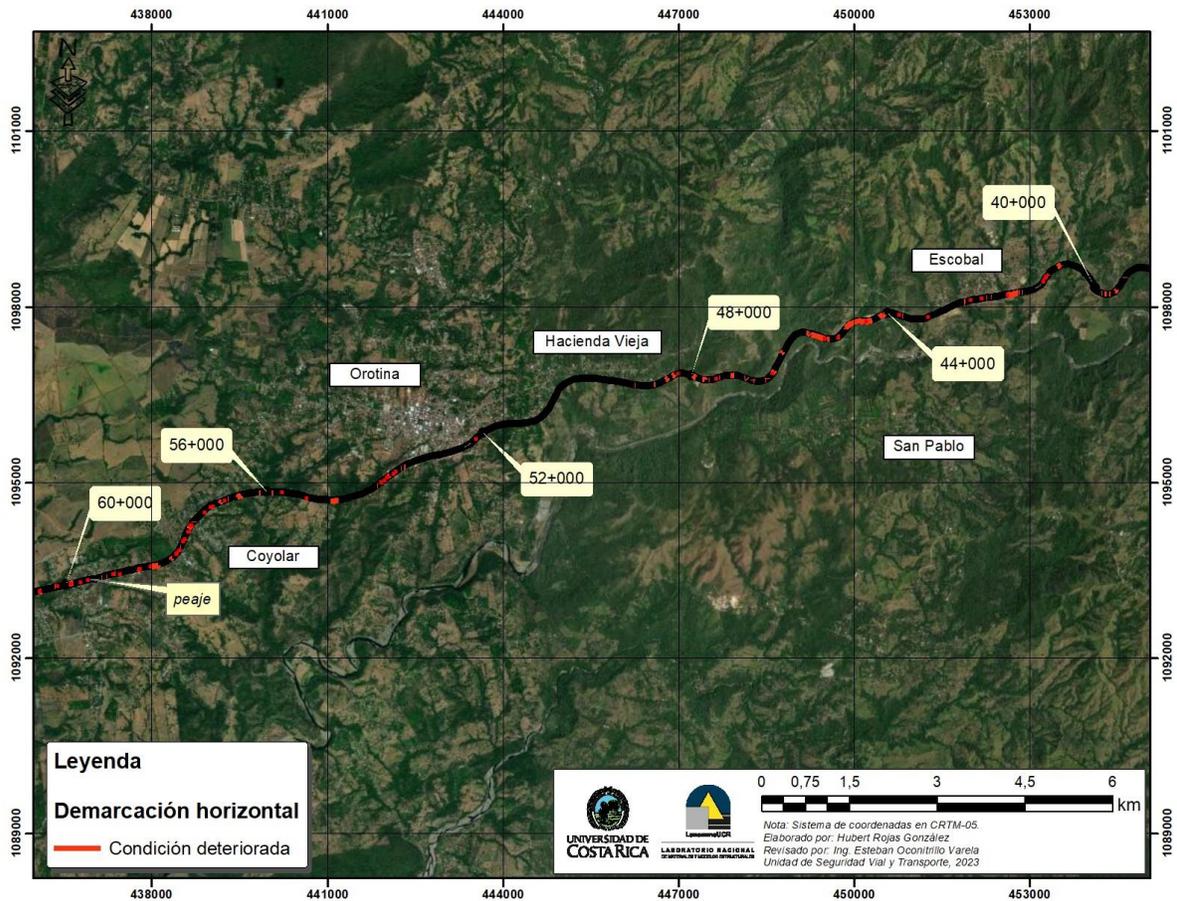
Figura 28. Evaluación de la demarcación horizontal, RN27, sección 20+000 – 40+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 45 de 168

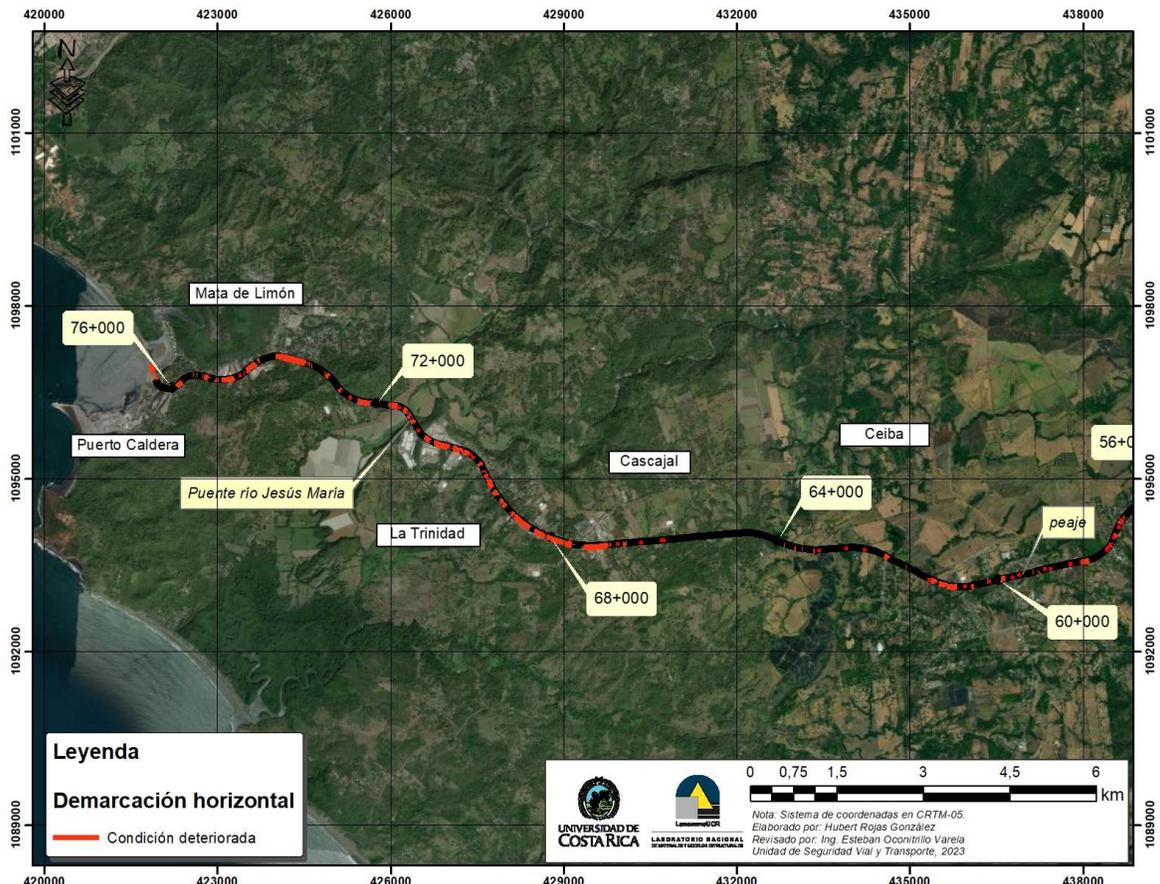
**Figura 29.** Evaluación de la demarcación horizontal, RN27, sección 40+000 – 60+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 46 de 168

Figura 30. Evaluación de la demarcación horizontal, RN27, sección 60+000 – 76+000



### 3.2.4 Demarcación horizontal: Radiales

A partir de la evaluación de la demarcación horizontal en estado *malo o deteriorado*, se generó la valoración en función del tipo, color y ubicación sobre las Radiales, donde se logra caracterizar tramos y sitios con necesidades de mejora.

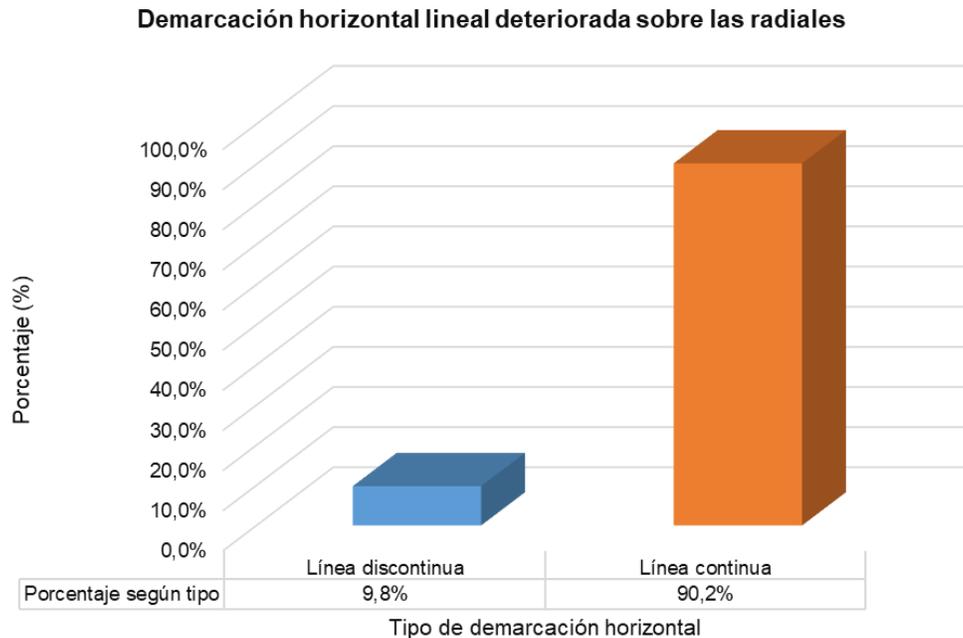
En función del tipo de demarcación horizontal, se logró evidenciar que, para un total de 143 tramos evaluados, el 90,2 % presentan deterioro en las líneas continuas (129 tramos), seguido de un 9,8 % para las líneas discontinuas (14 tramos), como se desglosa en la Figura 31 y Tabla 16.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 47 de 168

Adicionalmente, a partir del análisis presente en la Tabla 16, se logró cuantificar la cantidad de kilómetros equivalentes de demarcación horizontal continua en estado *Malo* o deteriorado, donde 4,63 km corresponden al tipo línea continua y 0,39 km a líneas discontinuas.

**Figura 31.** Demarcación horizontal deteriorada por tipo sobre las Radiales



**Tabla 16.** Demarcación horizontal deteriorada por tipo sobre las Radiales

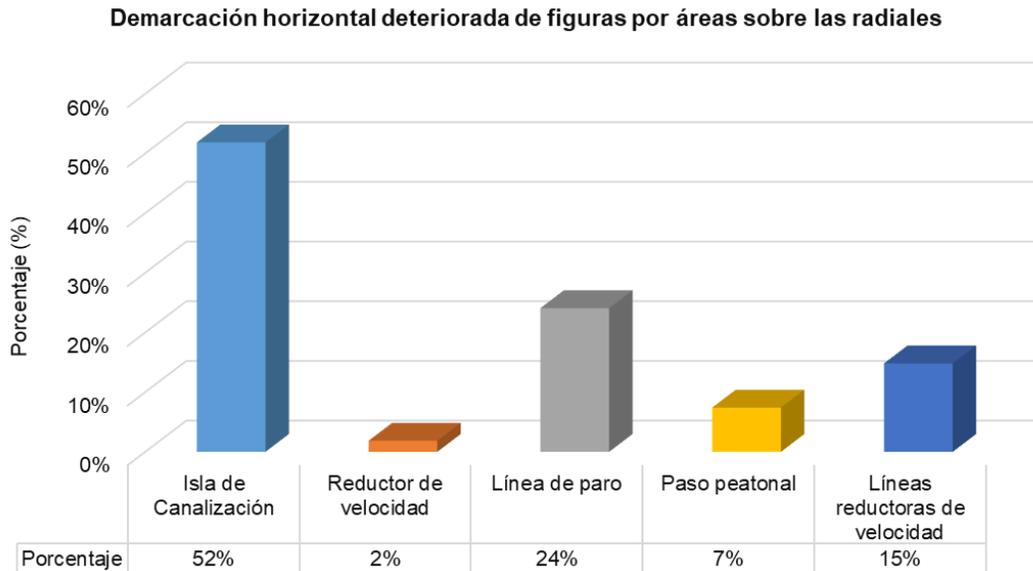
Tipo	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)	Longitud (km)
Línea discontinua	14	9,8%	0,39
Línea continua	129	90,2%	4,63
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>	<b>5,02</b>

Adicionalmente a la clasificación en función del tipo, se logró cuantificar la cantidad de figuras deterioradas por área sobre las radiales, donde se evaluaron 54 sitios, para los cuales las islas de canalización representan el tipo más deteriorado, sumando un 52% (28 sitios), seguido de la línea de paro, con un deterioro de 24% (13 sitios). El resto del análisis se muestra en la Figura 32 y la Tabla 17.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 48 de 168

**Figura 32.** Demarcación horizontal deteriorada de figuras por áreas sobre las Radiales



**Tabla 17.** Demarcación horizontal deteriorada de figuras por áreas sobre las Radiales

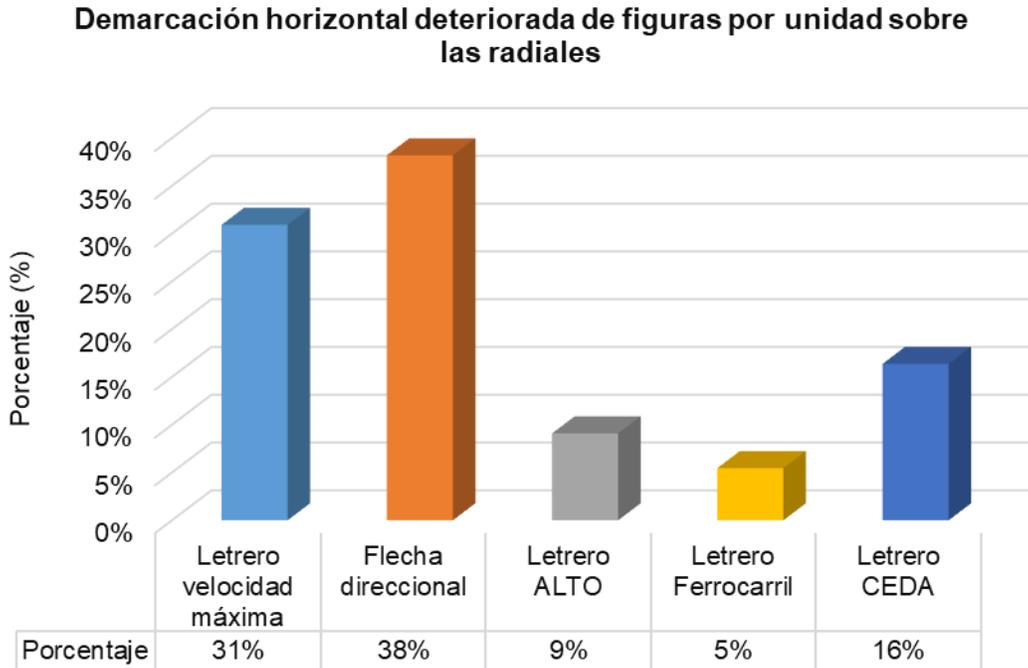
Tipo	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)	Área (m <sup>2</sup> )
Isla canalización	28	52%	1015,83
Reductor de velocidad	1	2%	16,37
Línea paro	13	24%	44,73
Paso peatonal	4	7%	128,07
Líneas reductoras de velocidad	8	15%	14,86
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100%</b>	<b>1220</b>

Además, también se logró cuantificar el deterioro de figuras por unidad sobre las radiales para 55 figuras en total. De estas, las flechas direccionales fueron las más deterioradas, para las cuales se contabilizaron 21 figuras (38%), seguido de los letreros de velocidad máxima, que sumaron 17 figuras (31%). El resto del análisis se muestra en la Figura 33 y la Tabla 18.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 49 de 168

**Figura 33.** Demarcación horizontal deteriorada de figuras por unidad sobre las Radiales



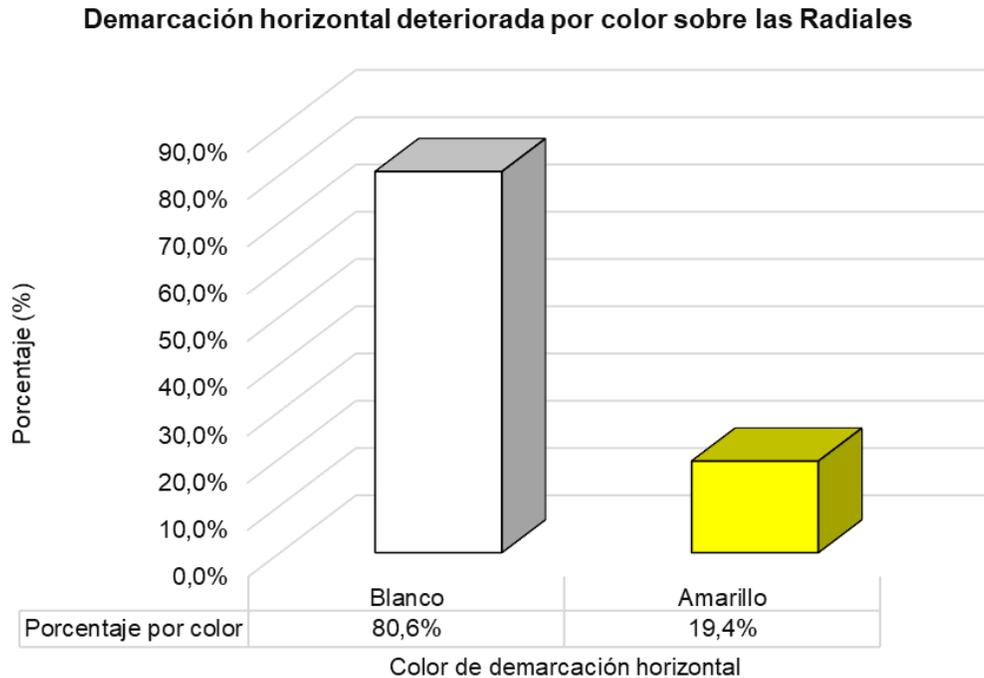
**Tabla 18.** Demarcación horizontal deteriorada de figuras por unidad sobre las Radiales

Tipo	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)
Letrero de velocidad máxima	17	31%
Flecha direccional	21	38%
Letrero de ALTO	5	9%
Letrero de ferrocarril	3	5%
Letrero de CEDA	9	16%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

En función del color de la demarcación horizontal, se registró un deterioro predominante en la demarcación color blanco, con una ocurrencia del 80,6 %, equivalente a 204 tramos y sitios con deterioros con una extensión de 4,44 km lineales equivalentes. De forma análoga, la demarcación color amarillo presentó un 19,4 % de ocurrencia, equivalente a 49 tramos con deterioros con una extensión de 1,8 km lineales equivalentes, como se desglosa en la Figura 34 y Tabla 19.



**Figura 34.** Demarcación horizontal deteriorada por color sobre las Radiales



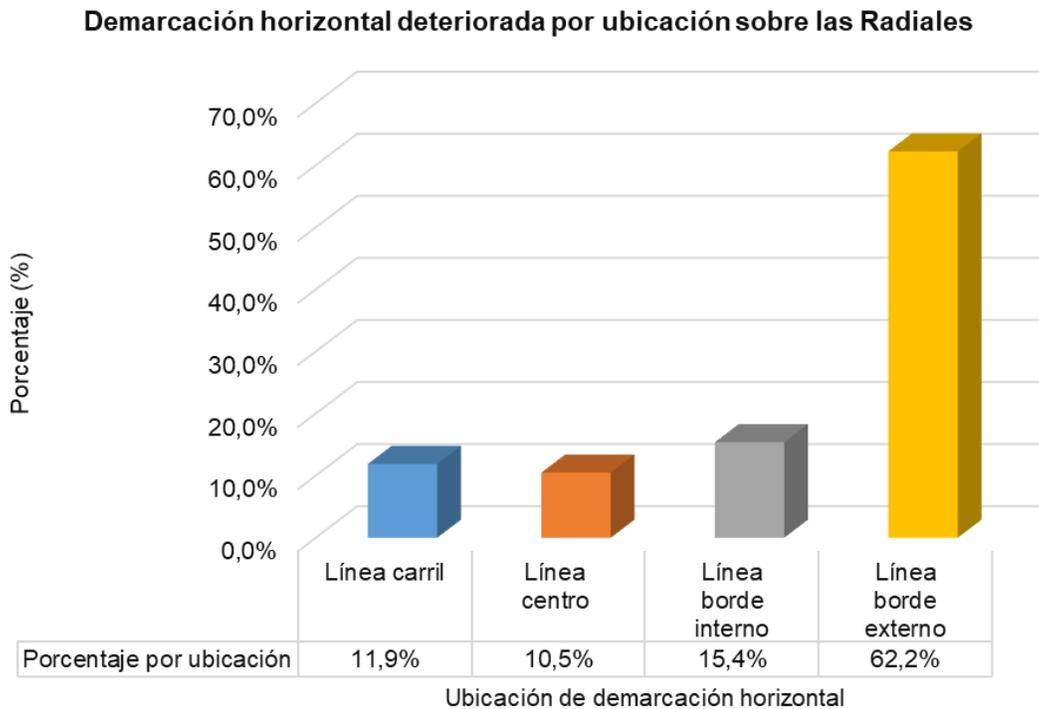
**Tabla 19.** Demarcación horizontal deteriorada por color sobre las Radiales

Color	Cantidad de sitios	Porcentaje (%)	Longitud (km)
Blanco	204	80,6%	4,44
Amarillo	49	19,4%	1,80
<b>Total</b>	<b>253</b>	<b>100,0%</b>	<b>6,24</b>

Con respecto a la ubicación de la demarcación horizontal, predominantemente se detectaron deterioros en la línea del borde externo de los carriles, con una ocurrencia del 62,2 % del total de sitios, equivalente a 89 tramos registrados y 3,14 km lineales equivalentes. La segunda ubicación con mayor ocurrencia fue la línea del borde interno. De esta, se detectó un 15,4 % de ocurrencia, correspondiente a 22 sitios y 0,560 km lineales equivalentes. El desglose para cada ubicación se presenta en la Figura 38 y Tabla 20.



**Figura 35.** Demarcación horizontal deteriorada por ubicación sobre las Radiales



**Tabla 20.** Demarcación horizontal deteriorada por ubicación sobre las Radiales

Ubicación	Cantidad de sitios	%	Longitud (km)
Línea carril (divisoria mismo sentido)	17	11,9%	0,44
Línea centro (sentidos opuesto)	15	10,5%	0,88
Línea borde interno	22	15,4%	0,56
Línea borde externo	89	62,2%	3,14
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>	<b>5,02</b>

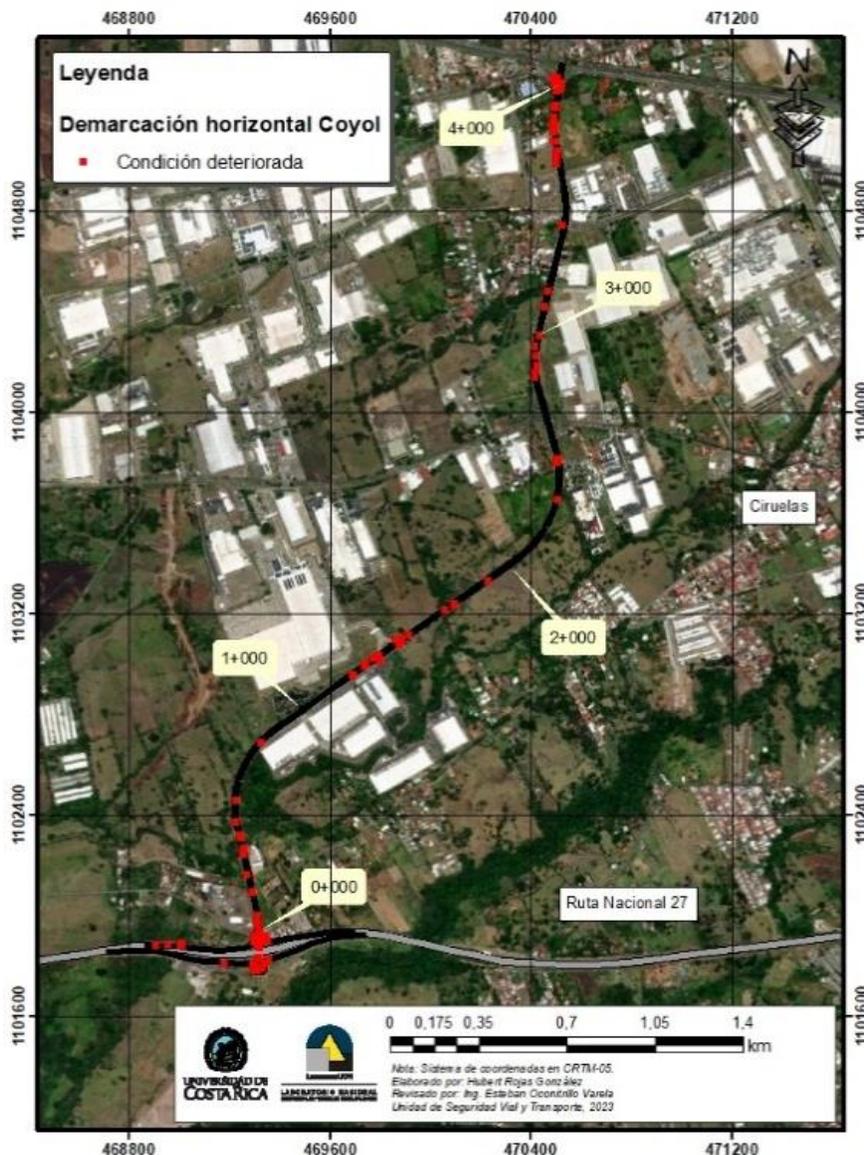
Cabe destacar que la auscultación visual permitió determinar el estado visual del material utilizado para la demarcación horizontal, condición que, a pesar de no sustituir una evaluación de la retrorreflectividad del material, indica que la vía presenta condiciones deficientes de mantenimiento que deben atenderse y que podrían incidir en bajo niveles de retrorreflectividad de la demarcación horizontal.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 52 de 168

En la Figura 36, Figura 37, Figura 38 y Figura 39 se muestran los mapas donde se ubican los sitios donde se presenta la demarcación horizontal deteriorada, condición que permite evidenciar los tramos de la vía con mayor requerimiento de intervención en su demarcación horizontal, donde resalta que en general las radiales en toda su extensión presentan condiciones que requieren de intervención.

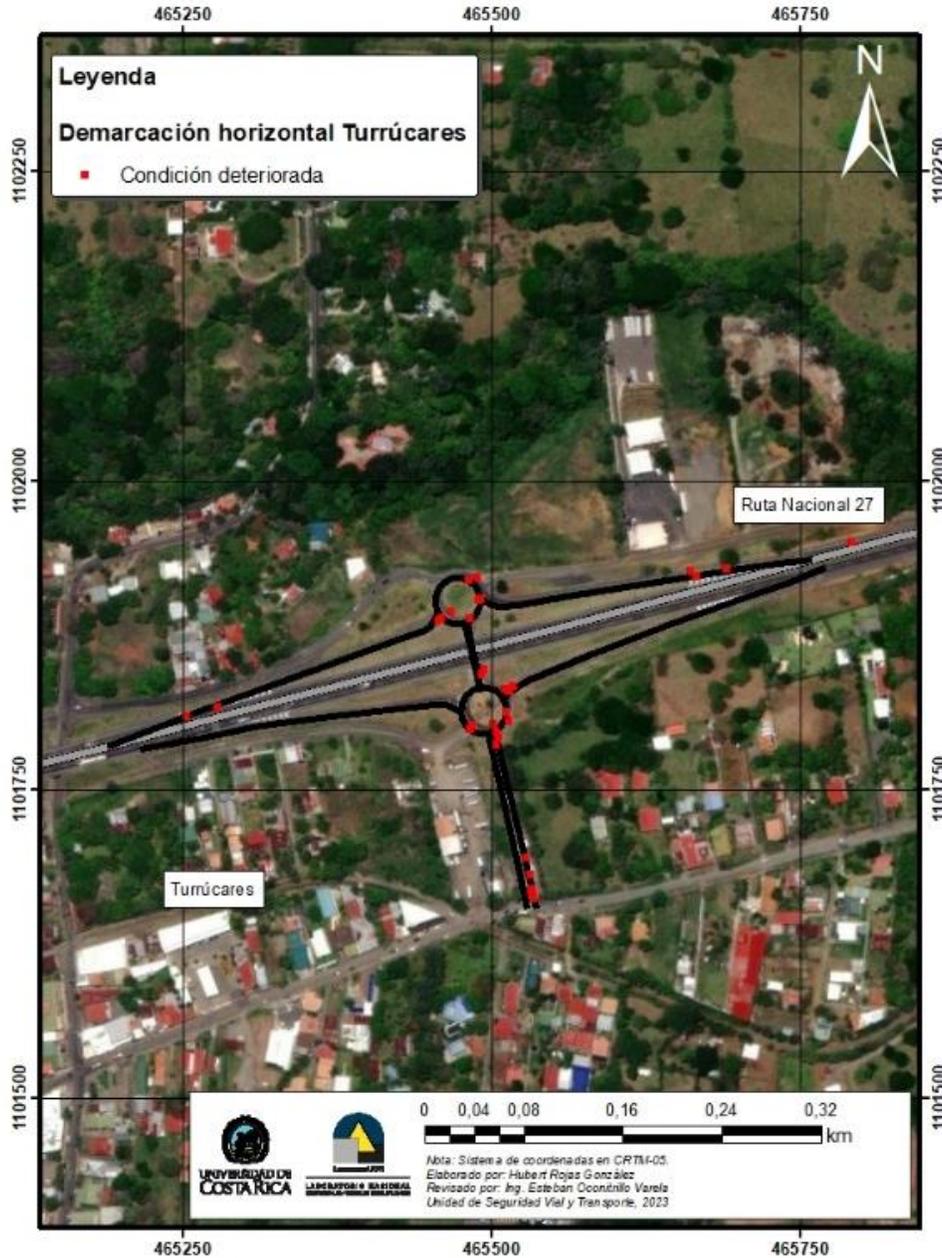
**Figura 36.** Evaluación de la demarcación horizontal Radial Coyal





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 53 de 168

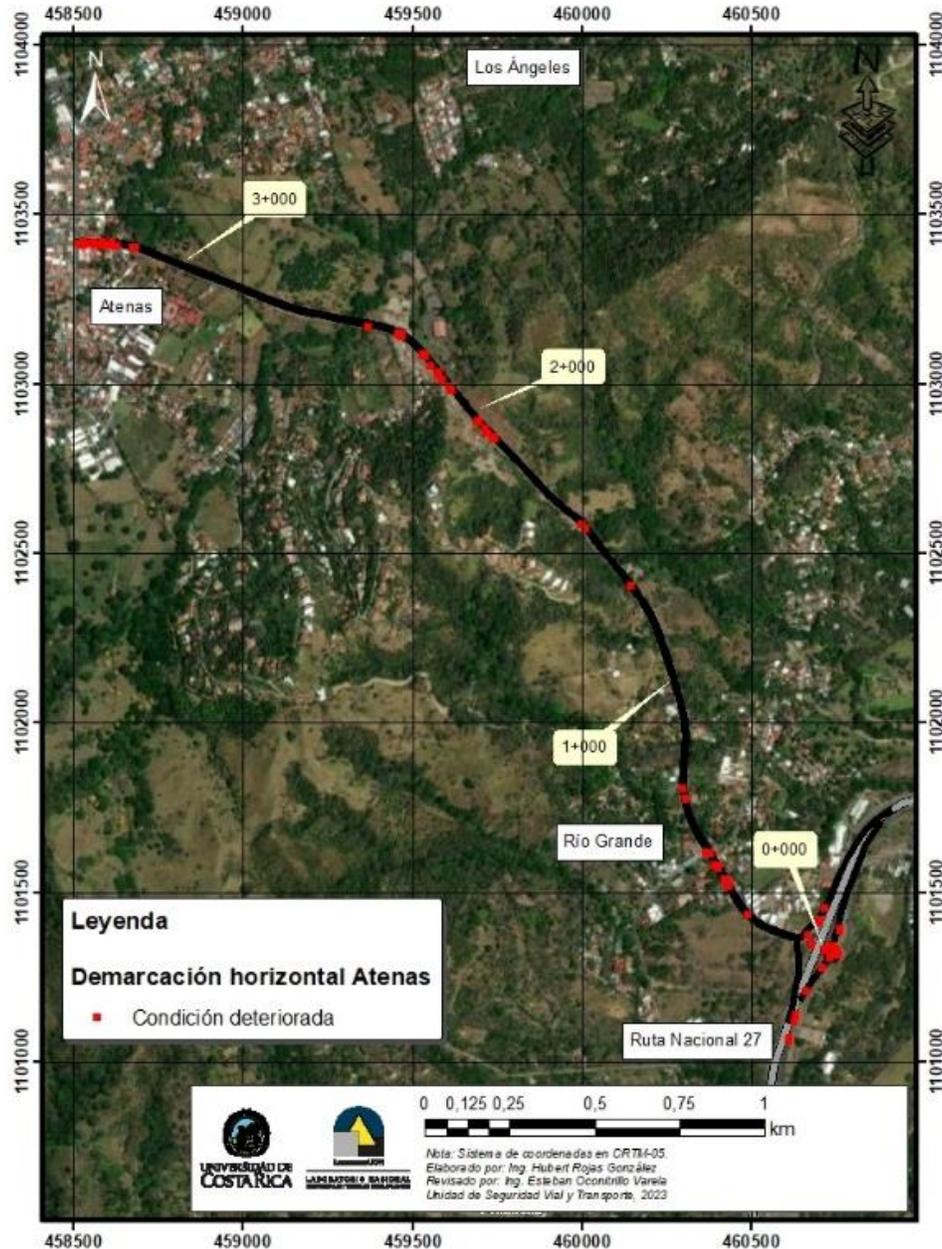
Figura 37. Evaluación de la demarcación horizontal Radial Turrúcares





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 54 de 168

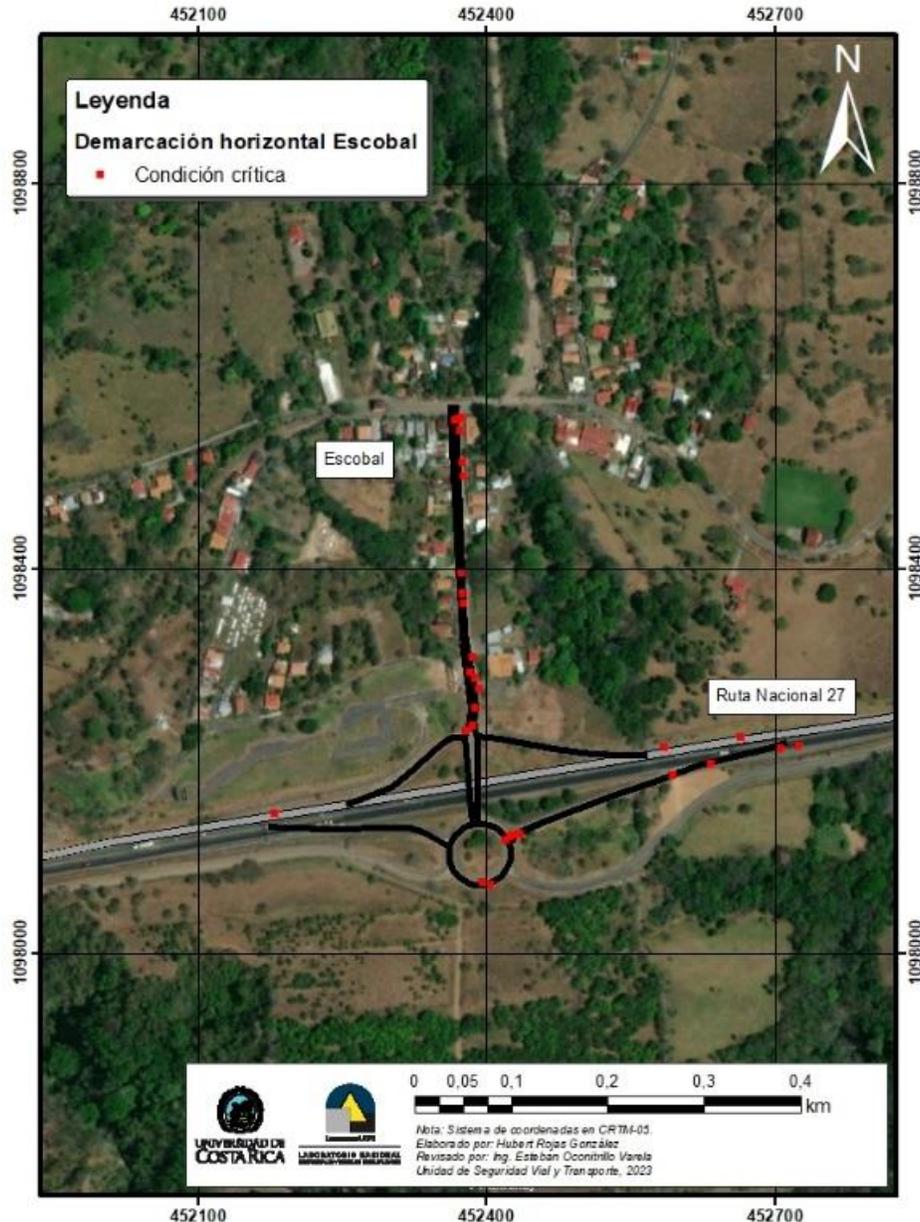
Figura 38. Evaluación de la demarcación horizontal Radial Atenas





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 55 de 168

Figura 39. Evaluación de la demarcación horizontal Radial Escobal



### 3.3 Evaluación de sistemas de contención vehicular

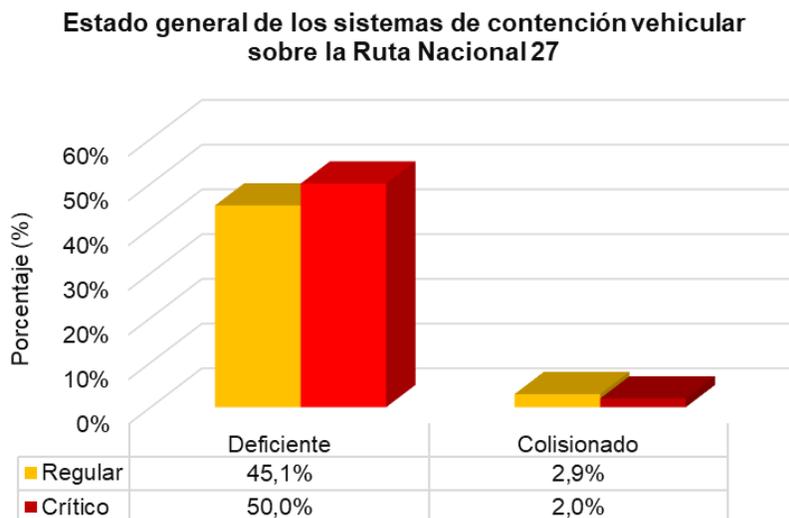
En función de los criterios expuestos en la *Sección 3.1.2.3* Evaluación de los sistemas de contención vehicular, se presenta la evaluación segmentada para la Ruta Nacional 27 y las radiales.



### 3.3.1 Ruta Nacional 27

A partir de la evaluación de los sistemas de contención vehicular (SCV) sobre la Ruta Nacional 27, se identificaron 512 dispositivos con algún grado de deficiencia o deterioro, de los cuales se evidenció un 4,9 % (25 elementos) en condición *Colisionado* y un 95,1 % (487 elementos) en condición *Deficiente*. Ambas condiciones podrían propiciar la ocurrencia de choques viales o aumentar la severidad del evento. En la Figura 40 y Tabla 21 se detallan los porcentajes y cantidades antes expuestos asociados a los SCV en condición *Deficiente* y *Colisionado*. A su vez, para ambas condiciones, los SCV se clasificaron en estado *Regular* o *Crítico*. Para el caso de los SCV en condición *Deficiente* (95,1 % del total), se identifica un 50,0 % (256 elementos) en estado *Crítico* y un 45,1 % (231 elementos) en estado *Regular*.

**Figura 40.** Estado de los sistemas de contención vehicular deficientes y colisionados sobre la Ruta Nacional 27



**Tabla 21.** Registro del estado y condición de los sistemas de contención vehicular sobre la Ruta Nacional 27

Condición	Estado				Total	Total
	Regular		Crítico			
Deficiente	231	45,1%	256	50,0%	487	<b>95,1%</b>
Colisionado	15	2,9%	10	2,0%	25	<b>4,9%</b>
<b>Subtotal</b>	<b>246</b>	<b>48,0%</b>	<b>266</b>	<b>52,0%</b>	<b>512</b>	<b>100,0%</b>



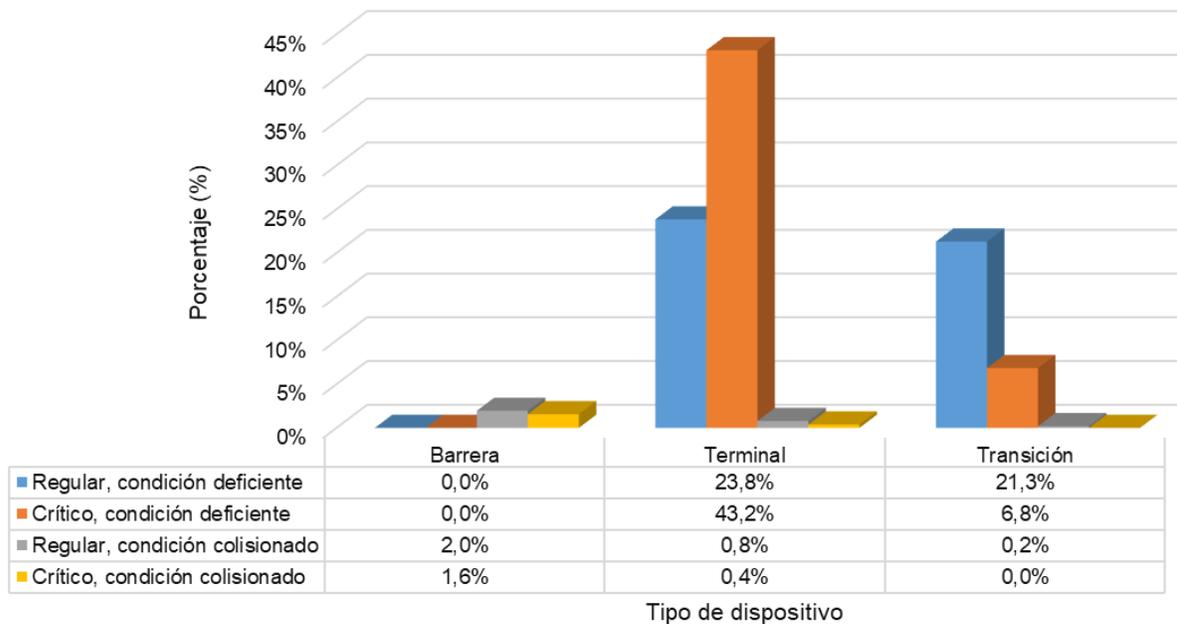
Del 95,1 % de SCV en condición Deficiente de la Ruta Nacional 27, se procedió a segregar su estado en función del tipo de dispositivo, como se observa en la Figura 41 y se desglosa en la Tabla 22.

Las transiciones en general, como se observa en la Figura 41 se clasificaron como Regulares, ya que, a pesar de encontrarse estructuralmente en buen estado como se observa en la Figura 42, estas no responden a transiciones aceptadas bajo normativa estadounidense o europea ni a diseños oficialmente recomendados por fabricantes. Del total de dispositivos analizados, 21,3% (109 elementos tipo transición) presentan un estado Regular y 6,8 % (35 elementos tipo transición) presentan un estado Crítico.

A nivel de terminales, un 43,2 % (221 elementos) se ubicó en estado Crítico y un 23,8 % (122 elementos) en estado Regular. Estas deficiencias se evidencian en toda la ruta, tanto en la mediana, aproximaciones a peajes y zonas laterales, riesgos visibles en la Figura 42. En cuanto a los elementos tipo barrera, se evidenció un 2 % (10 elementos) en estado Regular y un 1,6% (8 elementos) en estado Crítico.

Figura 41. Condición de los sistemas de contención vehicular sobre la Ruta Nacional 27

Condición de los sistemas de contención vehicular sobre la Ruta Nacional 27





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 58 de 168

**Tabla 22.** Registro del estado y condición de los sistemas de contención vehicular sobre la Ruta Nacional 27

Tipo de dispositivo	Condición Deficiente				Condición Colisionado			
	Regular		Crítico		Regular		Crítico	
Barrera	0	0,0%	0	0,0%	10	2,0%	8	1,6%
Terminal	122	23,8%	221	43,2%	4	0,8%	2	0,4%
Transición	109	21,3%	35	6,8%	1	0,2%	0	0,0%
Subtotal	231	45,1%	256	50,0%	15	2,9%	10	2,0%
<b>Total</b>	<b>512</b>							

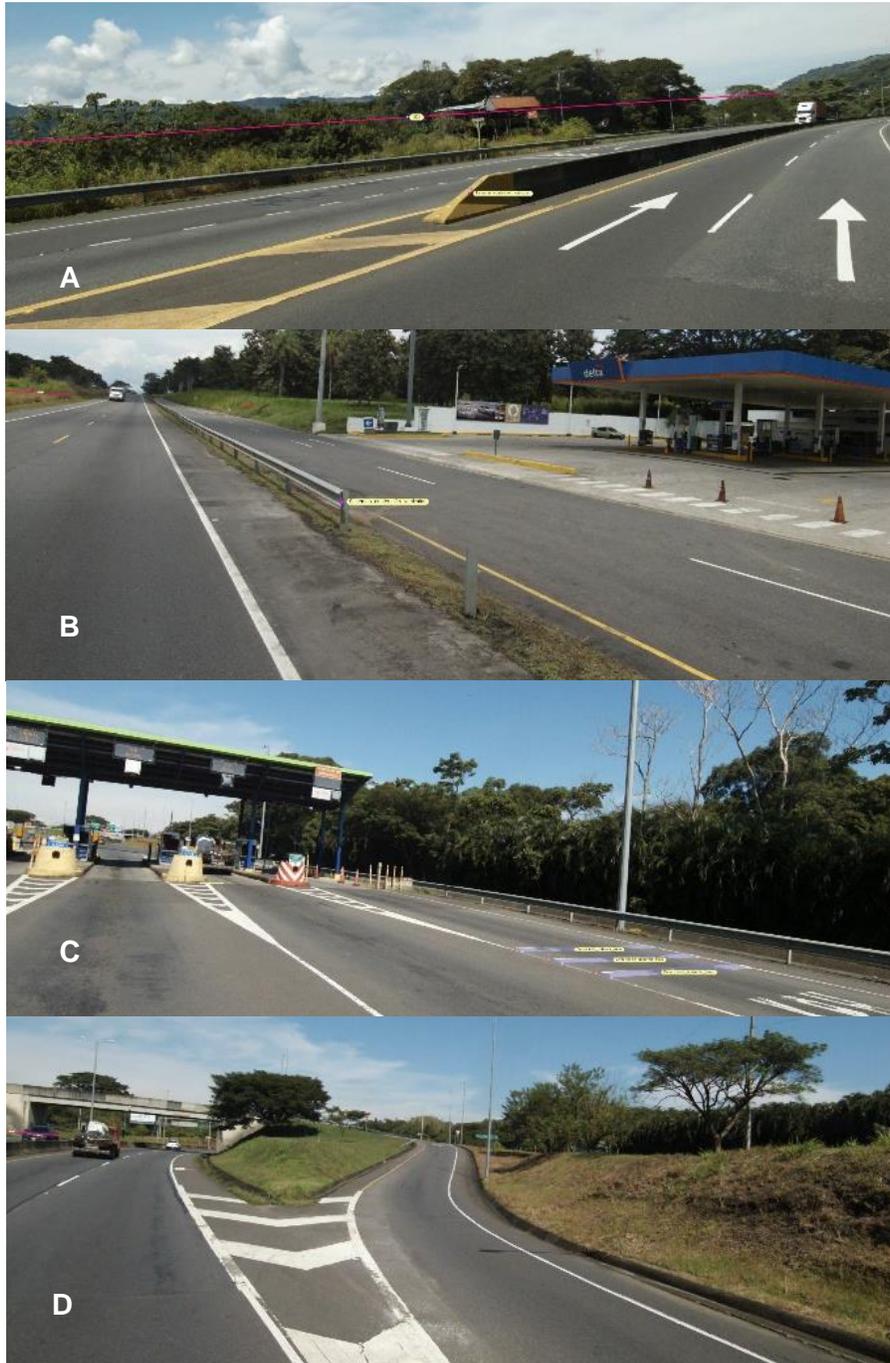
**Figura 42.** Deficiencias regulares a nivel de transiciones entre barrera metálica y barrera de concreto





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 59 de 168

**Figura 43.** Deficiencias críticas a nivel de terminales: inicio de barrera medianera (A), inicio de barrera lateral (B), zona de peaje (C) y rampa de salida (D)





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 60 de 168

A partir de la comparación de la evaluación de los sistemas de contención vehicular realizados en los periodos 2020-2021, 2021-2022 y 2022-2023, presentes en la Tabla 23 y Figura 44, se realizan las siguientes afirmaciones:

- Las transiciones mantienen en términos generales los riesgos expuestos de forma constante a través del tiempo.
- Los terminales representan en ambos periodos la mayor cantidad de deficiencias en los SCV, alcanzando un 68,2 % para el periodo 2022-2023.
- En términos generales las barreras presentan una baja representación a nivel de deficiencias en los periodos analizados, sin embargo, representan el dispositivo con mayor registro de colisiones (3,5 %).
- En términos generales el mantenimiento de los sistemas de contención vehicular es apropiado, por lo que los registros de la condición *Colisionada* presentan valores bajos.
- La Figura 44 evidencia que la mitad de los dispositivos están en condición *Deficiente* y estado *Crítico*, dato que alcanza un 50,0 % del total de dispositivos evaluados para el periodo 2022-2023.

**Tabla 23.** Registro histórico de evaluación de sistemas de contención por estado, condición y tipo de dispositivo sobre la Ruta Nacional 27

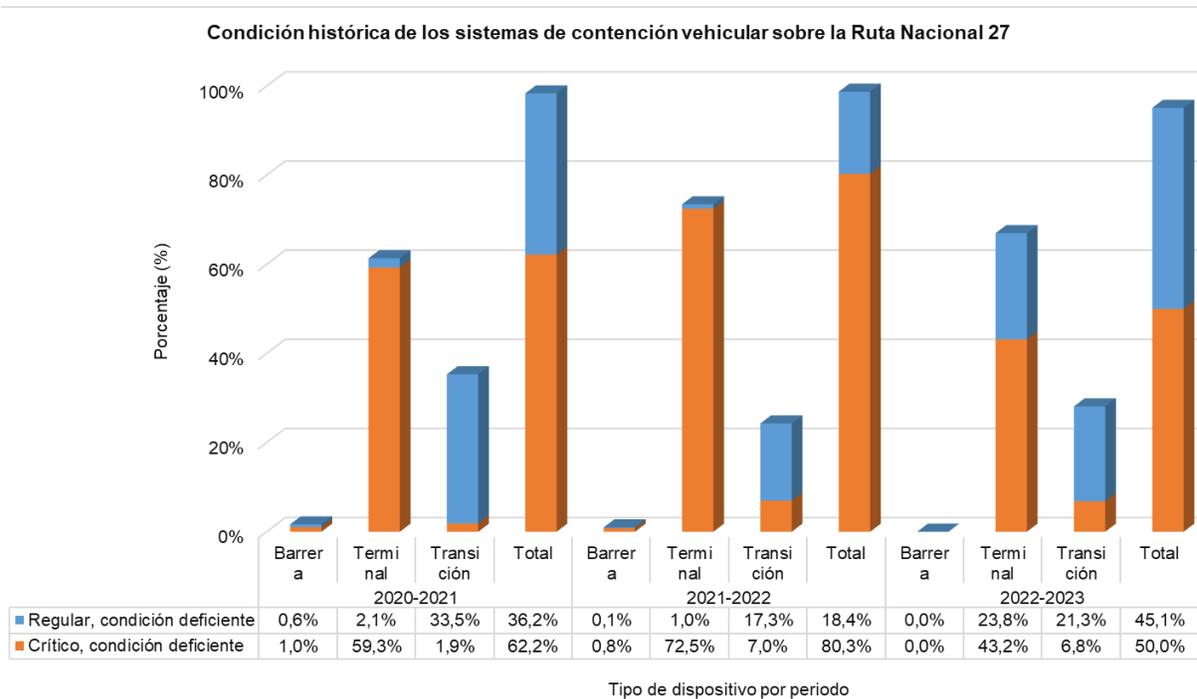
Año	Tipo	Condición deficiente				Condición colisionada				Total		
		Regular		Crítico	Total	Regular	Crítico	Total				
2020-2021	Barrera	3	0,6%	5	1,0%	8	6	1,2%	0	0,0%	6	14
	Terminal	10	2,1%	287	59,3%	297	0	0,0%	2	0,4%	2	299
	Transición	162	33,5%	9	1,9%	171	0	0,0%	0	0,0%	0	171
	<b>Total</b>	175	36,2%	301	62,2%	476	6	1,2%	2	0,4%	8	484
2021-2022	Barrera	1	0,1%	6	0,8%	7	4	0,6%	5	0,7%	9	16
	Terminal	7	1,0%	519	72,5%	526	0	0,0%	0	0,0%	0	526
	Transición	124	17,3%	50	7,0%	174	0	0,0%	0	0,0%	0	174
	<b>Total</b>	132	18,4%	575	80,3%	707	4	0,6%	5	0,7%	9	716
2022-2023	Barrera	0	0,0%	0	0,0%	0	10	2,0%	8	1,6%	18	18
	Terminal	122	23,8%	221	43,2%	343	4	0,8%	2	0,4%	6	349
	Transición	109	21,3%	35	6,8%	144	1	0,2%	0	0,0%	1	145
	<b>Total</b>	231	45,1%	256	50,0%	487	15	2,9%	10	2,0%	25	512

*Nota 1.* Para el periodo 2020-2021 no se registraron los terminales en sentido opuesto de circulación como condición deficiente, elemento que representa riesgos por la reversibilidad de carriles.

*Nota 2.* Todos los porcentajes se estimaron a partir del total de dispositivos evaluados.



**Figura 44.** Comparación del registro histórico de sistemas de contención vehicular en condición deficiente



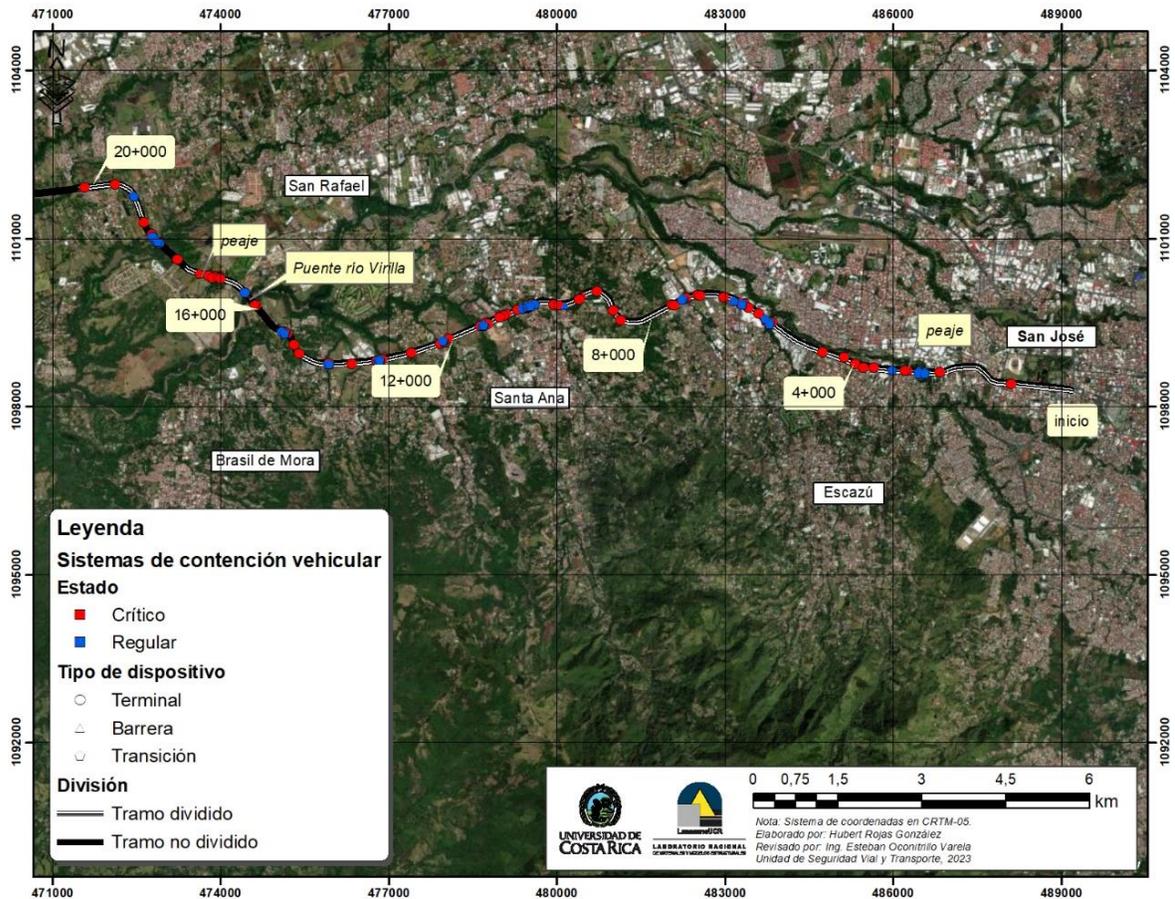
*Nota.* El valor total corresponde al total de dispositivos en condición deficiente, por lo que se excluye el porcentaje de dispositivos colisionados.

A partir de los datos recolectados acerca del estado de los sistemas de contención vehicular, se generaron los mapas presentes en la Figura 45, Figura 46, Figura 47 y Figura 48. Estos mapas evidencian la ubicación espacial de las deficiencias, en conjunto con la segregación de la vía en función de su sección transversal, específicamente, la presencia de una división física que separa los flujos de circulación mediante una mediana o barrera de contención vehicular en la mediana.

En la Sección 3.6 Observaciones complementarias se amplía la lista de deficiencias, donde la Figura 105 ejemplifica los riesgos que los sistemas de contención vehicular deficientes han generado en la ruta.



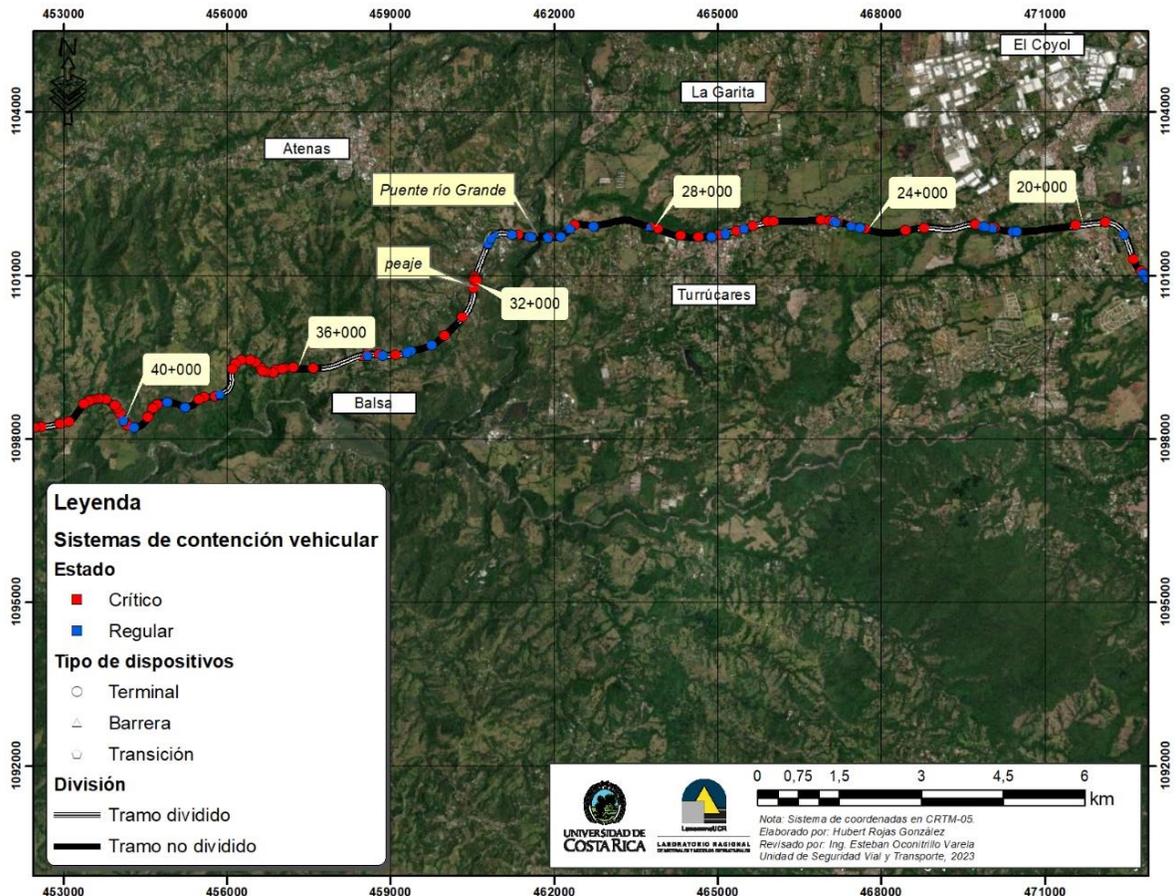
Figura 45. Evaluación de los SCV deficientes, RN27, sección 0+000 – 20+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 63 de 168

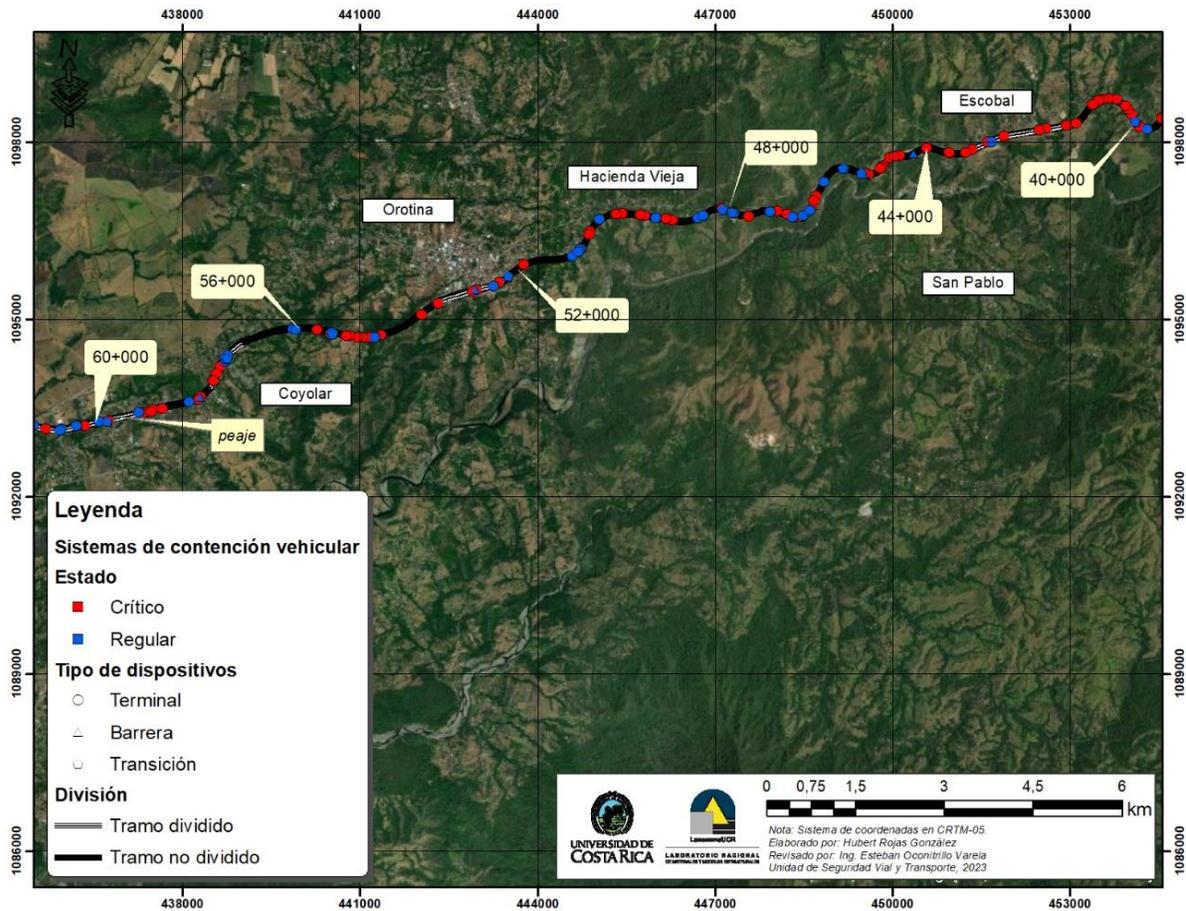
Figura 46. Evaluación de los SCV deficientes, RN27, sección 20+000 – 40+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 64 de 168

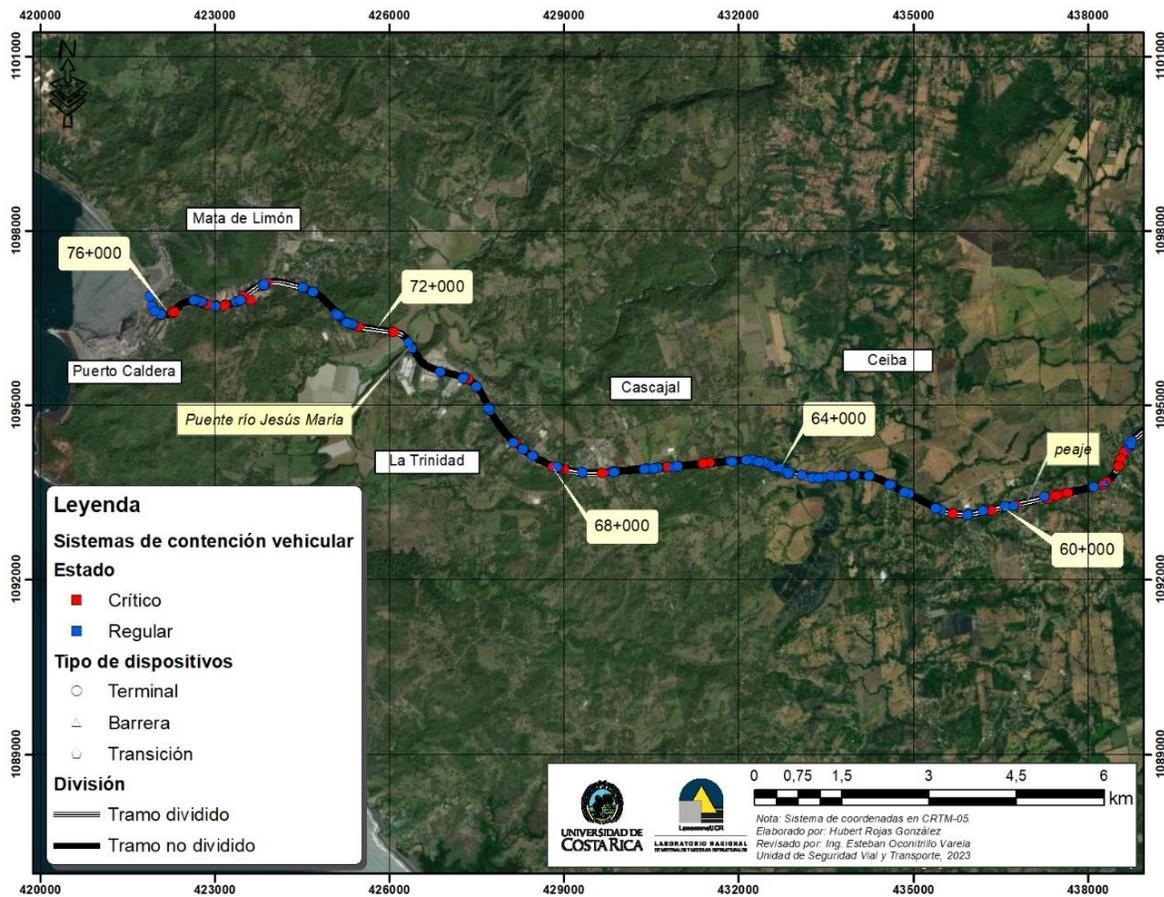
Figura 47. Evaluación de los SCV deficientes, RN27, sección 40+000 – 60+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 65 de 168

Figura 48. Evaluación de los SCV deficientes, RN27, sección 60+000 – 76+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 66 de 168

Adicionalmente, se registró la presencia de discontinuidades a lo largo de los dispositivos de contención vehicular, estos clasificados según se detalla en la Tabla 24 y Figura 49, así como se ejemplifican en la Figura 50, de las cuales se generan las siguientes afirmaciones:

- La Ruta Nacional 27 presenta de forma generalizada deficiencias en la conceptualización de los sistemas de contención vehicular, por lo que se registraron 300 elementos que irrumpen la continuidad de los dispositivos de contención y limitan su correcto funcionamiento.
- La mayoría de las discontinuidades responden a las luminarias que irrumpen la continuidad de la barrera de concreto en la mediana, con 226 elementos identificados, que corresponden al 75,3 % de todas las discontinuidades.
- La segunda causa mayoritaria de discontinuidades se genera por la presencia de espacios vacíos entre barreras en la mediana y laterales, condición que se identificó en 35 ocasiones y representa el 11,7 % de todas las discontinuidades.
- Se identificaron discontinuidades causadas en menor medida por bases de las estructuras para las señales tipo pórtico, postes y pilas de puentes, elementos que representan un 13 % del total de discontinuidades, equivalente a 39 discontinuidades.

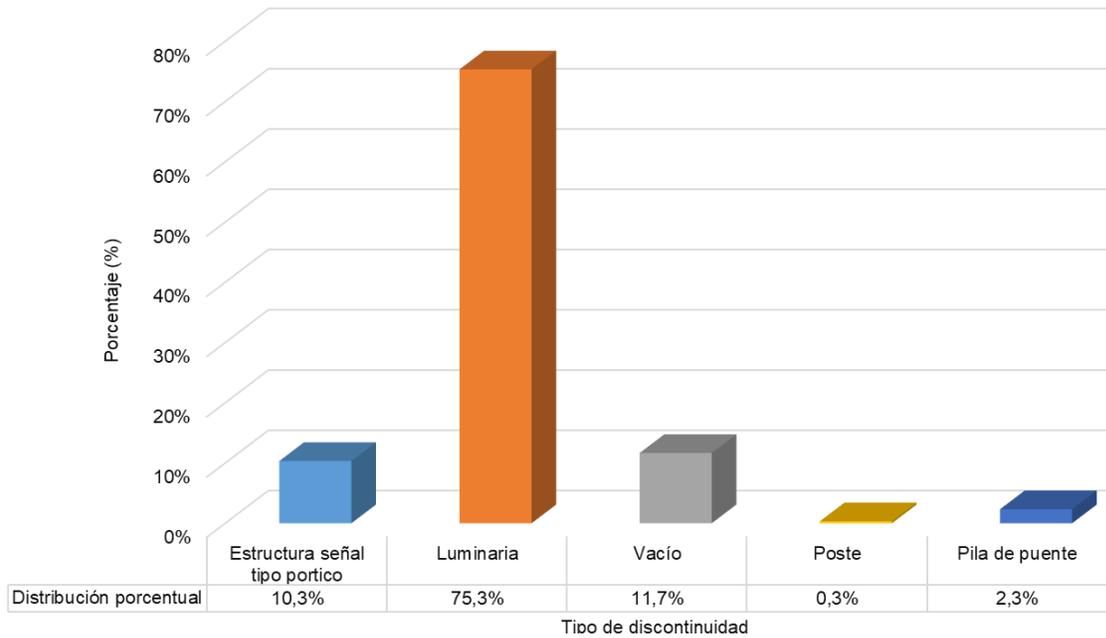
**Tabla 24.** Clasificación de las discontinuidades de los SCV sobre la Ruta Nacional 27

Tipo de discontinuidad	Cantidad	Porcentaje (%)
Estructura señal tipo pórtico	31	10,3%
Luminaria	226	75,3%
Vacío	35	11,7%
Poste	1	0,3%
Pila de puente	7	2,3%
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>100%</b>

EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 67 de 168

**Figura 49.** Clasificación de las discontinuidades de los SCV sobre la Ruta Nacional 27

Discontinuidades por tipo en sistemas de contención vehicular sobre la Ruta Nacional 27



**Figura 50.** Deficiencias críticas a nivel de discontinuidades en barrera medianera (A) y en pretil de puente (B)



En la Tabla 25 se incorpora el registro histórico de discontinuidades para los periodos 2020-2021, 2021-2022 y 2022-2023. Cabe destacar que para el periodo 2020-



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 68 de 168

2021 no se había implementado la clasificación por tipo de discontinuidad, por lo que no es posible realizar mayores comparaciones entre periodos.

**Tabla 25.** Registro histórico por clasificación de las discontinuidades de los SCV sobre la Ruta Nacional 27

Año	Tipo de discontinuidad	Cantidad	Porcentaje
2020-2021	Estructura señal tipo pórtico	NA	NA
	Luminaria	NA	NA
	Poste	NA	NA
	Pila de puente	NA	NA
	Vacío	NA	NA
	<b>Total</b>		<b>309</b>
2021-2022	Estructura señal tipo pórtico	34	9,3%
	Luminaria	229	62,6%
	Poste	4	1,1%
	Pila de puente	17	4,6%
	Vacío	82	22,4%
	<b>Total</b>		<b>366</b>
2022-2023	Estructura señal tipo pórtico	31	10,3%
	Luminaria	226	75,3%
	Poste	35	11,7%
	Pila de puente	1	0,3%
	Vacío	7	2,3%
	<b>Total</b>		<b>300</b>

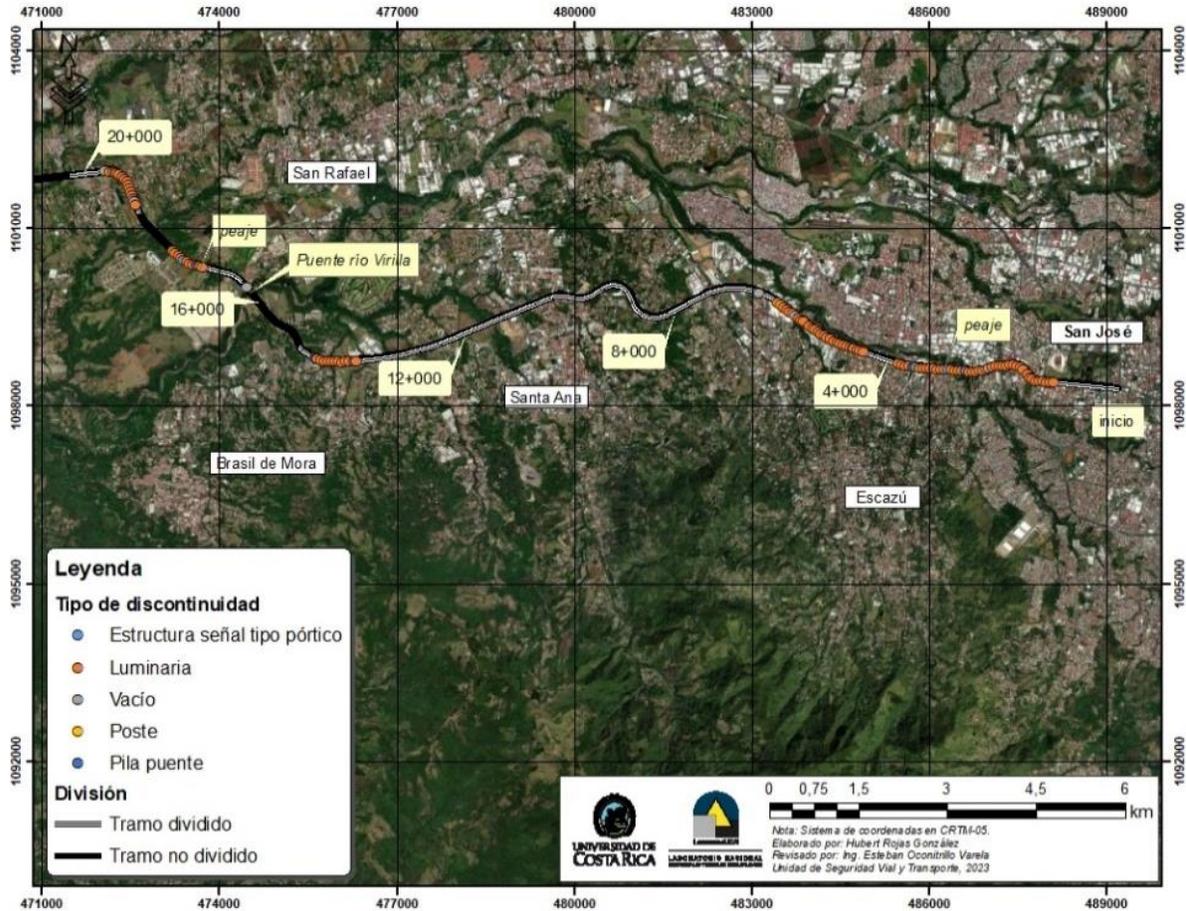
*Nota.* A partir del periodo 2021-2022 se realizó la identificación de discontinuidades de forma categorizada, por lo que el periodo 2020-2021 únicamente presenta un valor total de discontinuidades registradas.

De los mapas resalta que las *discontinuidades* se ubican predominantemente en las zonas con división física, por lo que a pesar de que la división física evita las colisiones frontales entre flujos de circulación opuestos, la infraestructura utilizada en las medianas genera riesgos potenciales ante la ocurrencia de un choque contra las *discontinuidades*. Adicionalmente, estas zonas presentan barreras en la mediana, con elementos que irrumpen la continuidad de los sistemas de contención vehicular y limitan su correcto funcionamiento.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 69 de 168

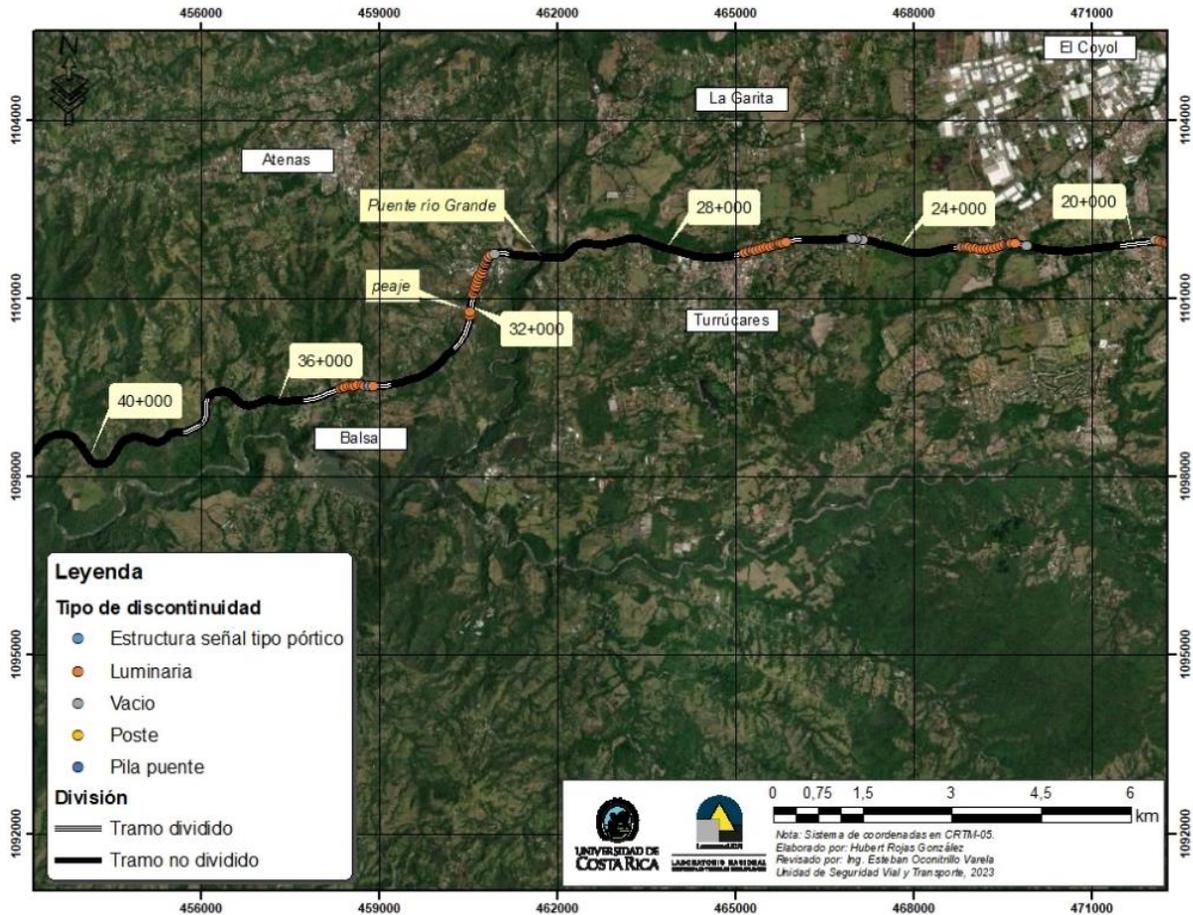
Figura 51. Evaluación de las discontinuidades en SCV, RN27, sección 0+000 – 20+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 70 de 168

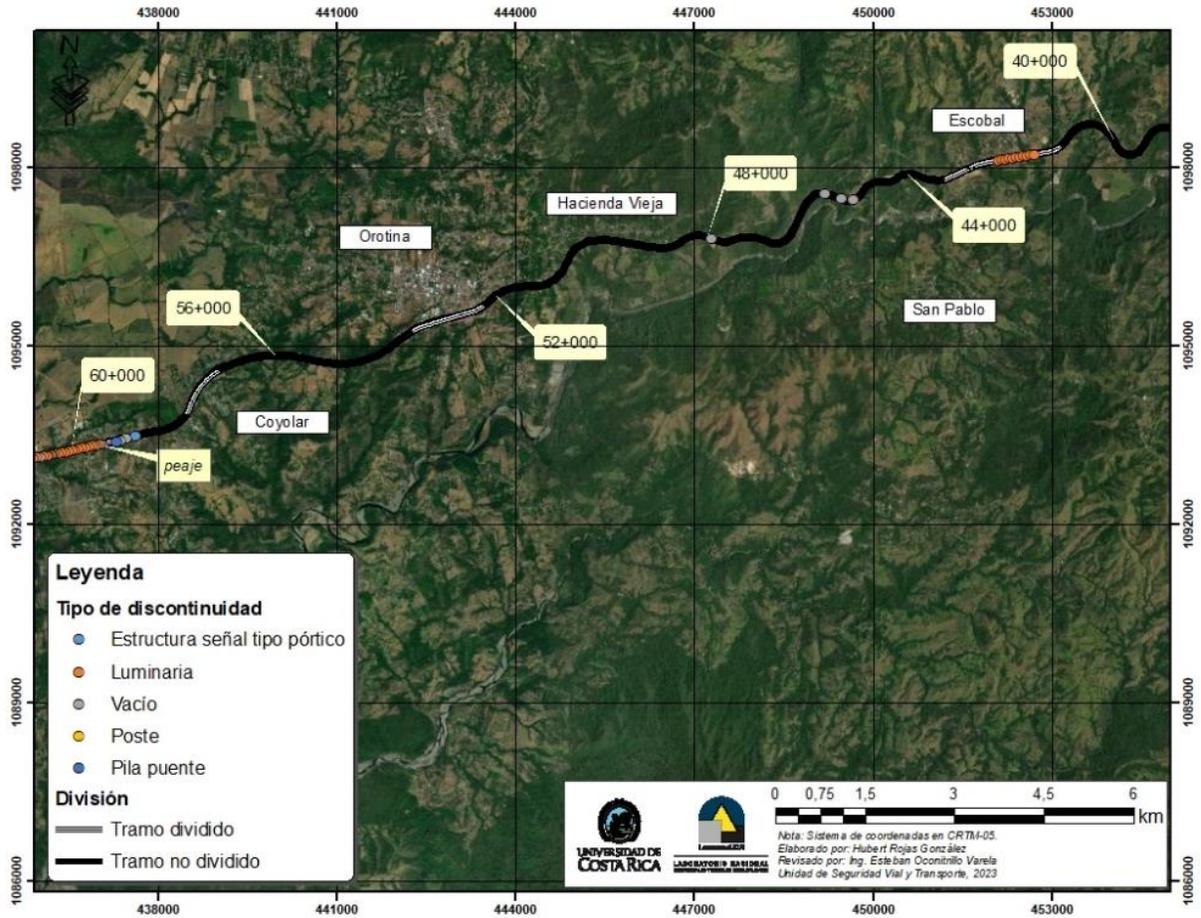
Figura 52. Evaluación de las discontinuidades en SCV, RN27, sección 20+000 – 40+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 71 de 168

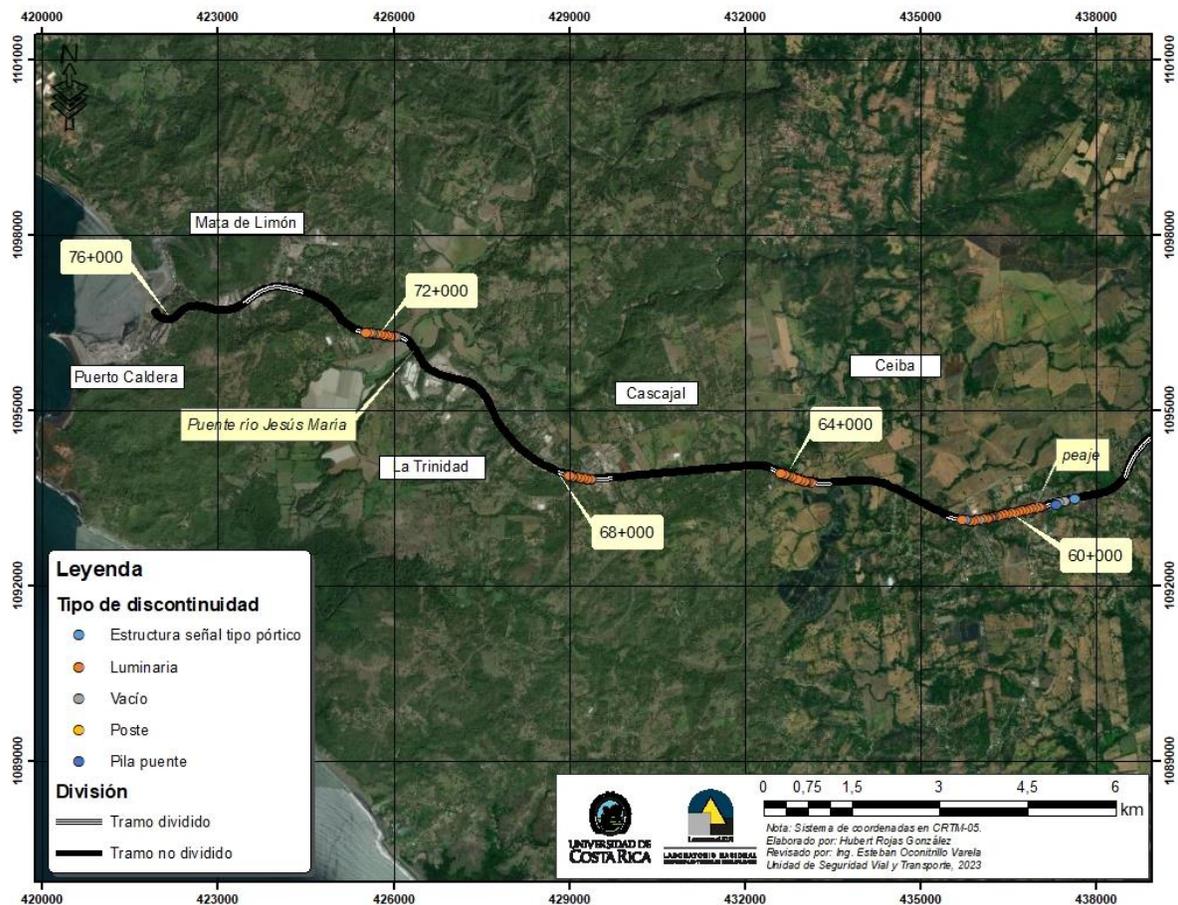
Figura 53. Evaluación de las discontinuidades en SCV, RN27, sección 40+000 – 60+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 72 de 168

Figura 54. Evaluación de las discontinuidades en SCV, RN27, sección 40+000 – 76+000



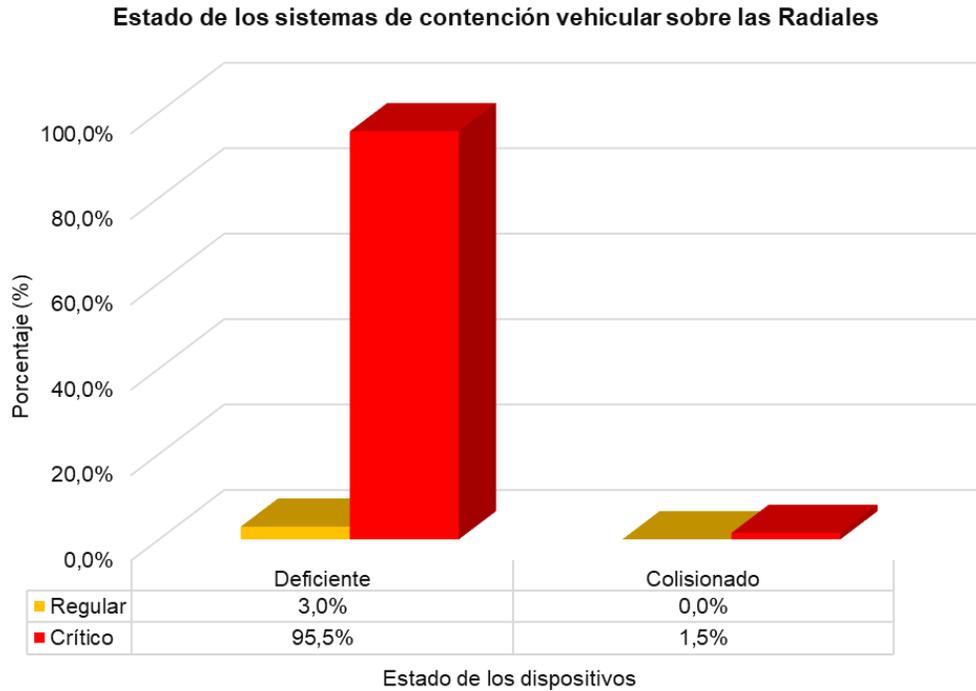
### 3.3.2 Radiales

A partir de la evaluación de los SCV sobre cada una de las Radiales, se identificaron 67 dispositivos con algún grado de deficiencia o deterioro, de los cuales se evidenció un 1,5% en condición *Colisionado* y un 98,5 % en condición *Deficiente*, condición que podría propiciar la ocurrencia de choques viales o aumentar la severidad del evento. En la Figura 55 se detallan los porcentajes antes expuestos asociados a los SCV en condición *Deficiente* y *Colisionado*. A su vez, para ambas condiciones, los SCV se clasificaron en estado *Regular* o *Crítico*, como se detalla en la Figura 56.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 73 de 168

**Figura 55.** Estado de los sistemas de contención vehicular deficientes y colisionados sobre las Radiales



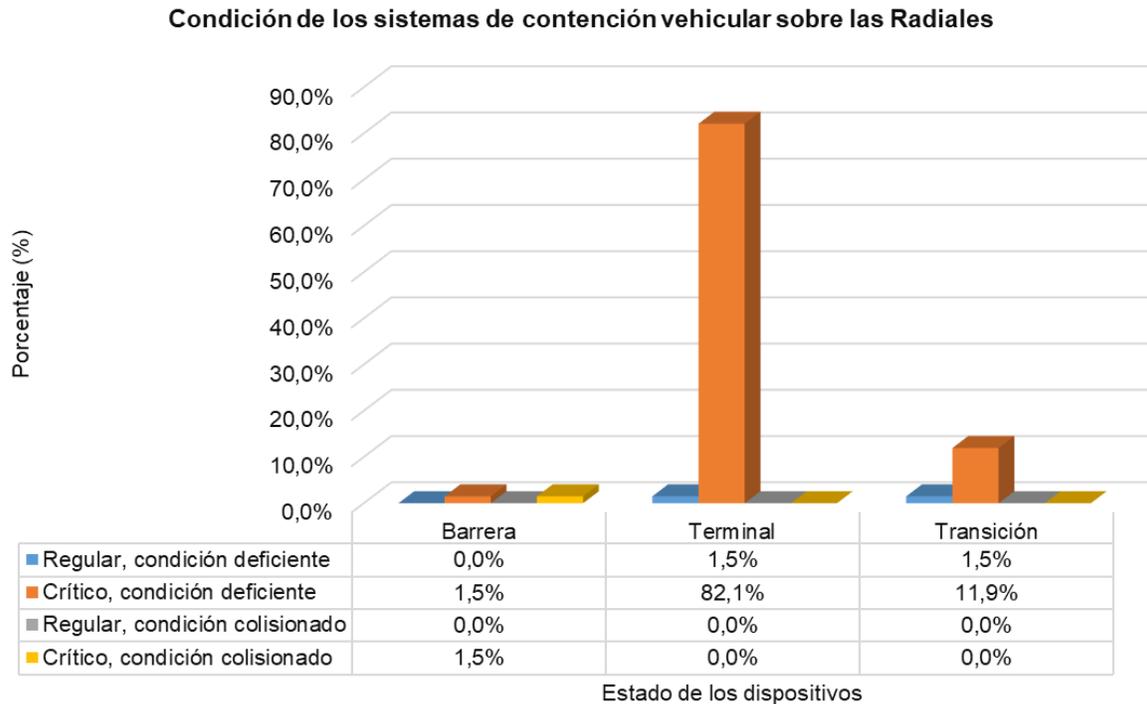
**Tabla 26.** Registro del estado y condición de los sistemas de contención vehicular sobre las Radiales

Condición	Estado				Total	Total
	Regular		Crítico			
Deficiente	2	3,0%	64	95,5%	66	<b>98,5%</b>
Colisionado	0	0,0%	1	1,5%	1	<b>1,5%</b>
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>3,0%</b>	<b>65</b>	<b>97,0%</b>	<b>67</b>	<b>100,0%</b>

Del 98,5 % de SCV en condición *Deficiente* de la Tabla 26, se procedió a segregar su estado en función del tipo de dispositivo, como se observa en la Figura 56 y Tabla 27. De estos se evidencia que un 82,1 % de los dispositivos con condiciones *Deficiente* y estado *Crítico* corresponden a 55 terminales. A nivel de transiciones, se identificó un 11,9 % en estado *Crítico*, esto al valorar que los dispositivos identificados no responden a los diseños típicos de transiciones.



**Figura 56.** Condición de los sistemas de contención vehicular sobre las Radiales



**Tabla 27.** Registro del estado y condición de los sistemas de contención vehicular sobre las Radiales

Tipo de dispositivo	Condición deficiente				Condición colisionada			
	Regular		Crítico		Regular		Crítico	
<b>Barrera</b>	0	0%	1	1,5%	0	0%	1	1,5%
<b>Terminal</b>	1	1,5%	55	82,1%	0	0%	0	0%
<b>Transición</b>	1	1,5%	8	11,9%	0	0%	0	0%
<b>Subtotal</b>	2	3%	64	95,5%	0	0%	1	1,5%
<b>Total</b>	<b>67</b>							

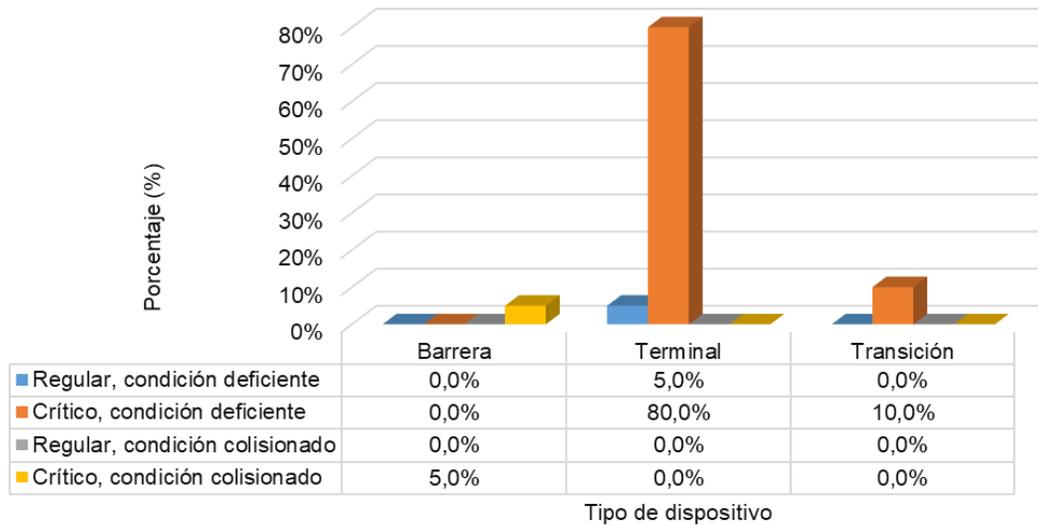
Al analizar las deficiencias por radiales presentes en la Figura 57, Figura 59 y Figura 60, se evidenció que tanto la Radial El Coyol, Radial Atenas y Radial Escobal presentan predominantemente deficiencias a nivel de *terminales* con estado *Crítico*, con un 80 %, 87 % y 73 % respectivamente. Mientras que, en la Radial Turrúcares el 100 % corresponde a deficiencias a nivel de *terminales* en estado *Crítico*, como se observa en la Figura 58.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 75 de 168

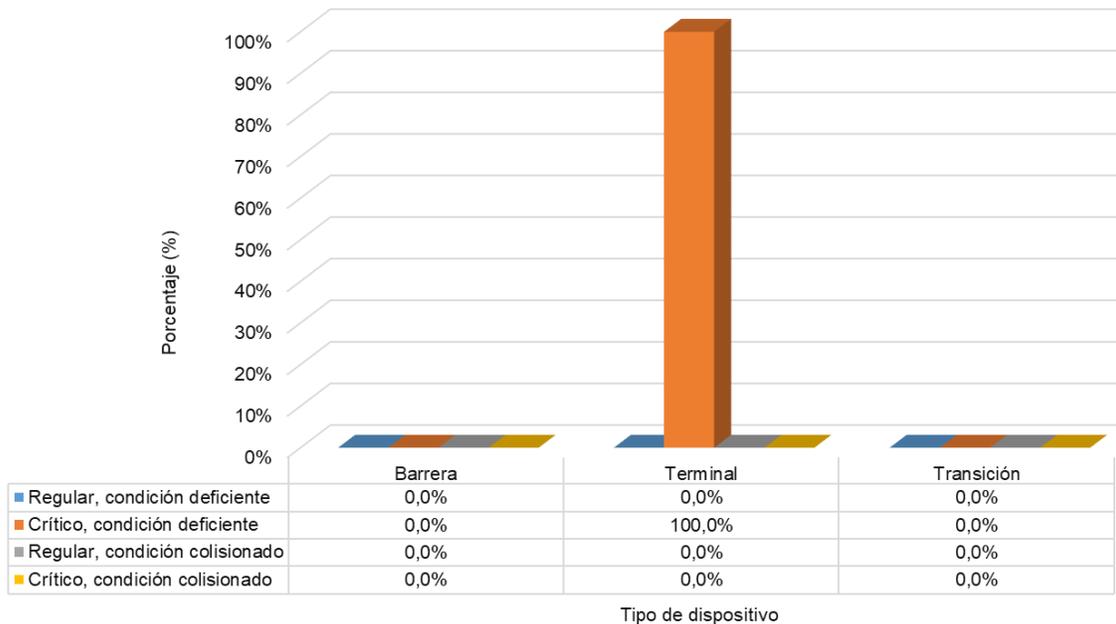
**Figura 57.** Condición de los sistemas de contención vehicular por tipo de deficiencias sobre Radial El Coyal

Condición de los sistemas de contención vehicular sobre la radial El Coyal



**Figura 58.** Condición de los sistemas de contención vehicular por tipo de deficiencias sobre Radial Turrúcares

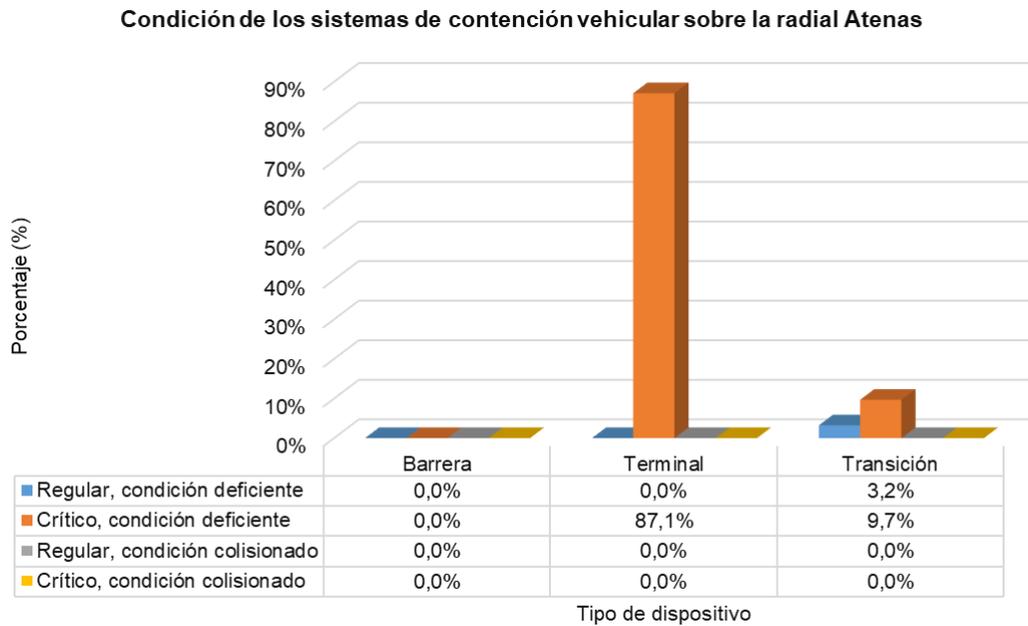
Condición de los sistemas de contención vehicular sobre la radial Turrúcares



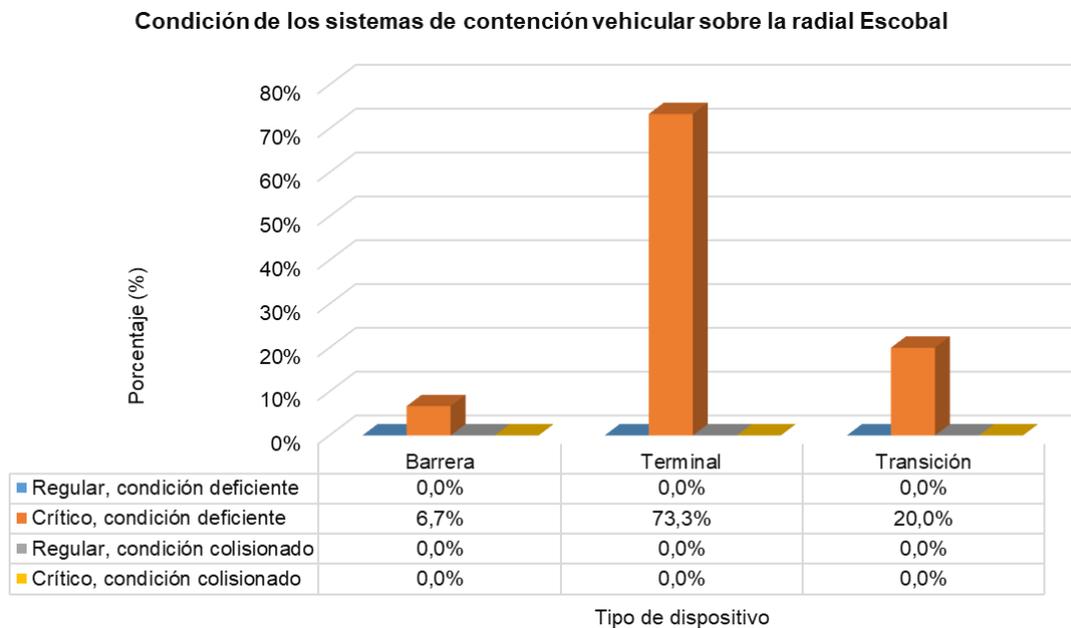


EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 76 de 168

**Figura 59.** Condición de los sistemas de contención vehicular por tipo de deficiencias sobre Radial Atenas



**Figura 60.** Condición de los sistemas de contención vehicular por tipo de deficiencias sobre Radial Escobal





A partir de la comparación de la evaluación de los sistemas de contención vehicular realizados en los periodos, 2020-2021, 2021-2022 y 2022-2023, presentes en la Tabla 28 y Figura 61, se realizan las siguientes afirmaciones:

- Las transiciones mantienen en términos generales los riesgos expuestos de forma constante a través del tiempo.
- Los terminales representan la mayor cantidad de deficiencias en los SCV, alcanzando un 83 % para el periodo 2022-2023.
- En términos generales las barreras presentan una baja representación a nivel de deficiencias en ambos periodos, sin embargo, representan el dispositivo con mayor registro de colisiones.
- En términos generales el mantenimiento de los sistemas de contención vehicular es apropiado, por lo que los registros de la condición *Colisionada* presentan valores bajos.
- La Figura 61 evidencia una presencia predominante de dispositivos en condición *Deficiente* con estado *Crítico*, dato que alcanza un 96 % del total de dispositivos evaluados para el periodo 2022-2023.

**Tabla 28.** Registro histórico de evaluación de sistemas de contención por estado, condición y tipo de dispositivo sobre las Radiales

Año	Tipo	Condición deficiente				Condición colisionada				Total		
		Regular	Crítico	Total	Regular	Crítico	Total					
2020-2021	Barrera	0	0,0%	0	0,0%	0	1	1,2%	0	0,0%	1	1
	Terminal	11	13,4%	54	65,9%	65	0	0,0%	0	0,0%	0	65
	Transición	16	19,5%	0	0,0%	16	0	0,0%	0	0,0%	0	16
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>32,9%</b>	<b>54</b>	<b>65,9%</b>	<b>81</b>	<b>1</b>	<b>1,2%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>1</b>	<b>82</b>
2021-2022	Barrera	5	3,6%	1	0,7%	6	0	0,0%	0	0,0%	0	6
	Terminal	1	0,7%	114	81,4%	115	0	0,0%	0	0,0%	0	115
	Transición	19	13,6%	0	0,0%	19	0	0,0%	0	0,0%	0	19
	<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>17,9%</b>	<b>115</b>	<b>82,1%</b>	<b>140</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>0</b>	<b>140</b>
2022-2023	Barrera	0	0,0%	1	1,5%	1	0	0,0%	1	1,5%	1	2
	Terminal	1	1%	55	82,1%	56	0	0,0%	0	0,0%	0	56
	Transición	1	1,5%	8	11,9%	9	0	0,0%	0	0,0%	0	9
	<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>3%</b>	<b>64</b>	<b>96%</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>1</b>	<b>1,5%</b>	<b>1</b>	<b>67</b>

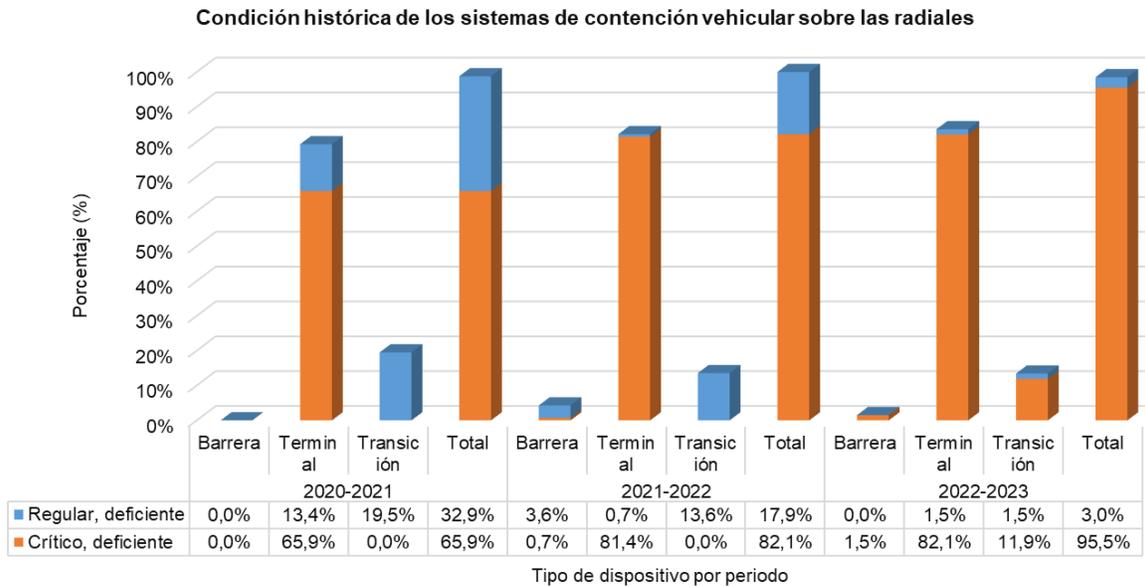
*Nota 1.* Para el periodo 2020-2021 no se registraron los terminales en sentido opuesto de circulación como condición deficiente, elemento que representa riesgos por la ausencia de división física entre flujos opuestos de circulación.

*Nota 2.* Todos los porcentajes se estimaron a partir del total de dispositivos evaluados.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 78 de 168

**Figura 61.** Comparación del registro histórico de sistemas de contención vehicular en condición deficiente



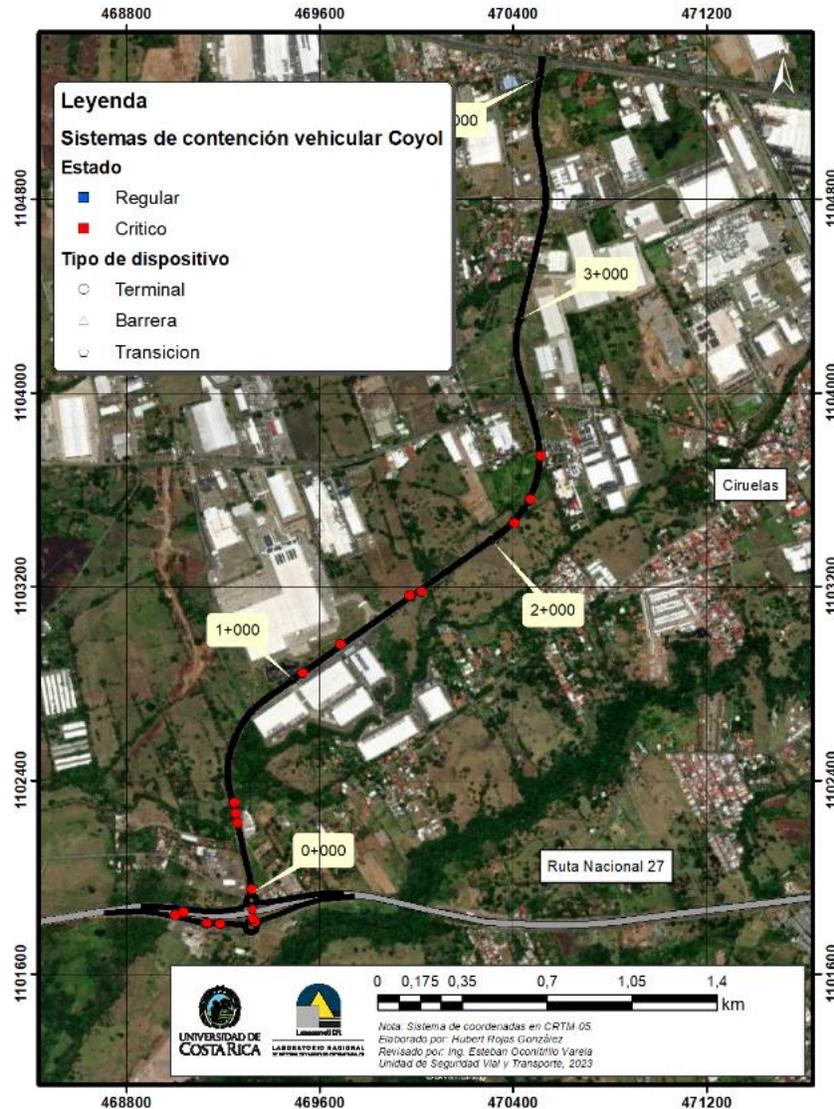
*Nota.* El valor total corresponde al total de dispositivos en condición deficiente, por lo que se excluye el porcentaje de dispositivos colisionados.

En la Figura 62, Figura 63, Figura 64 y Figura 65 se observan los sistemas de contención vehicular deficientes registrados segmentado por tipo y estado, estos permiten evidenciar de forma gráfica las condiciones expuestas acerca de las deficiencias a nivel de terminales y transiciones.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 79 de 168

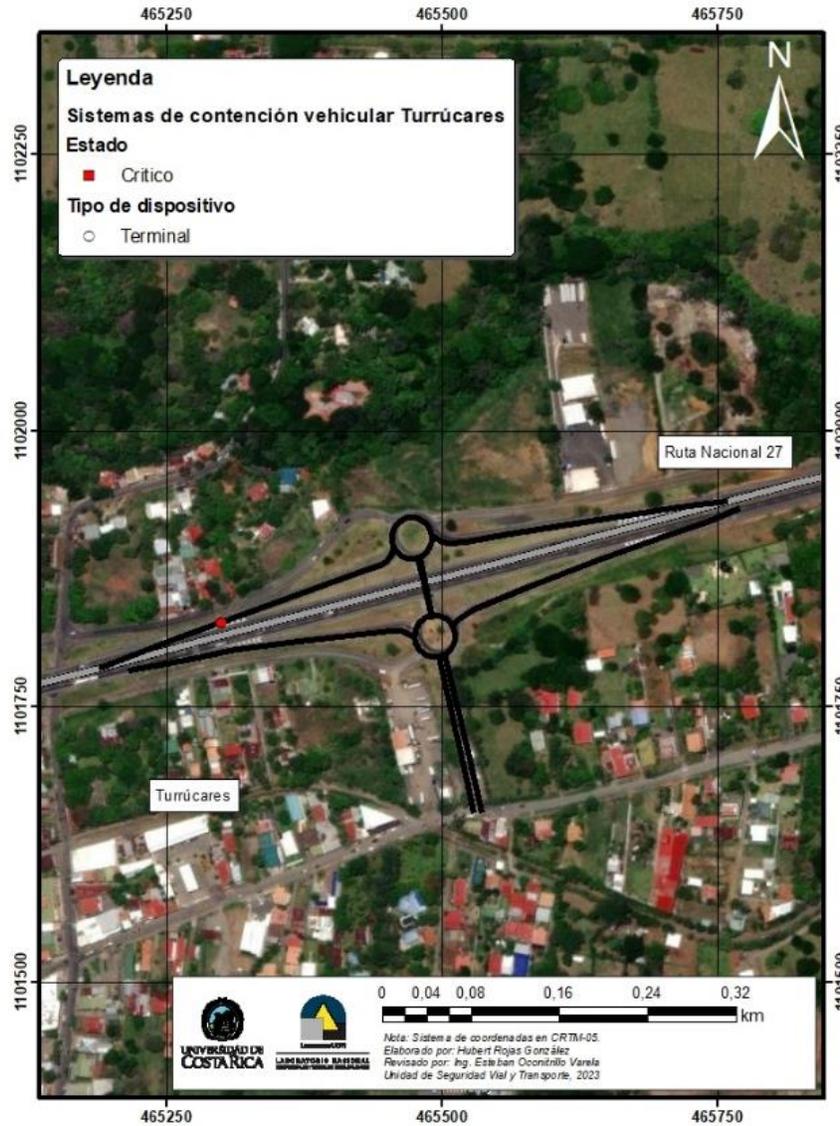
Figura 62. Evaluación de los SCV en la Radial El Coyal





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 80 de 168

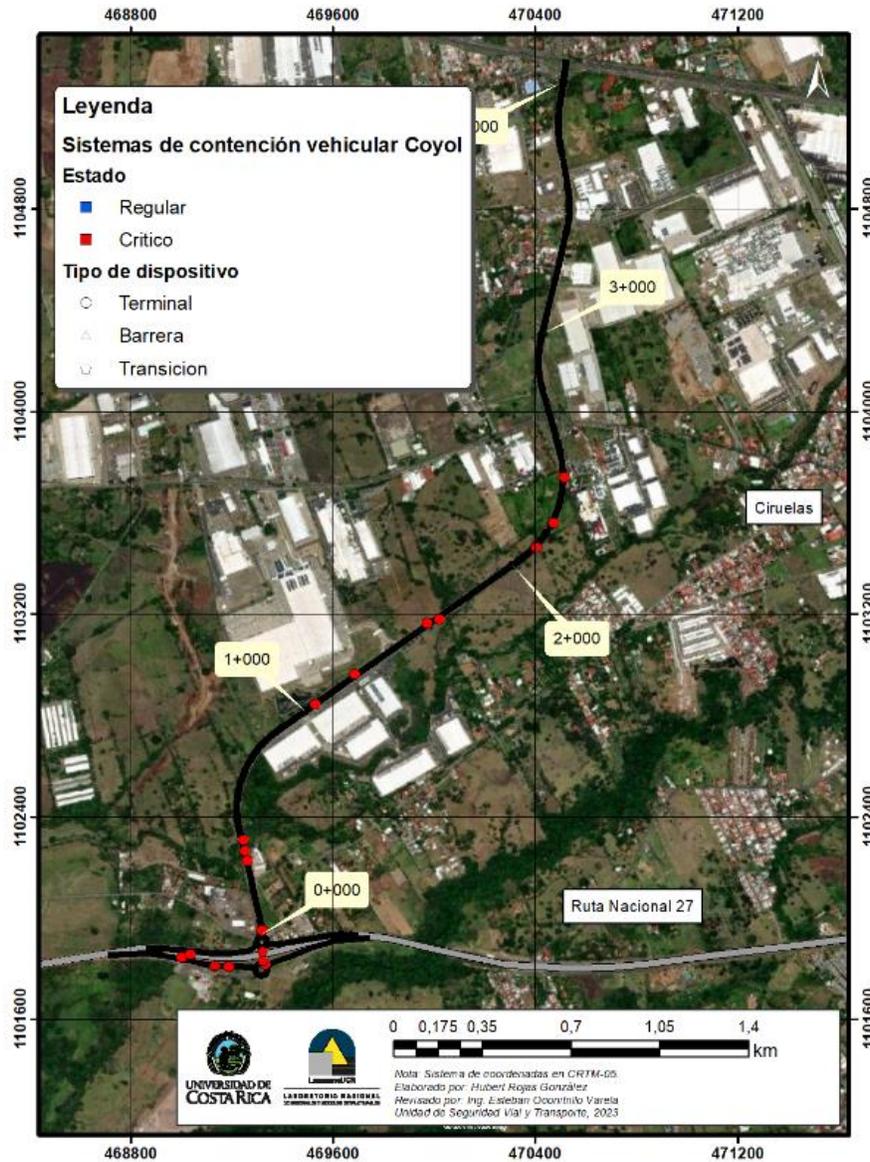
Figura 63. Evaluación de los SCV en la Radial Turrúcares





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 81 de 168

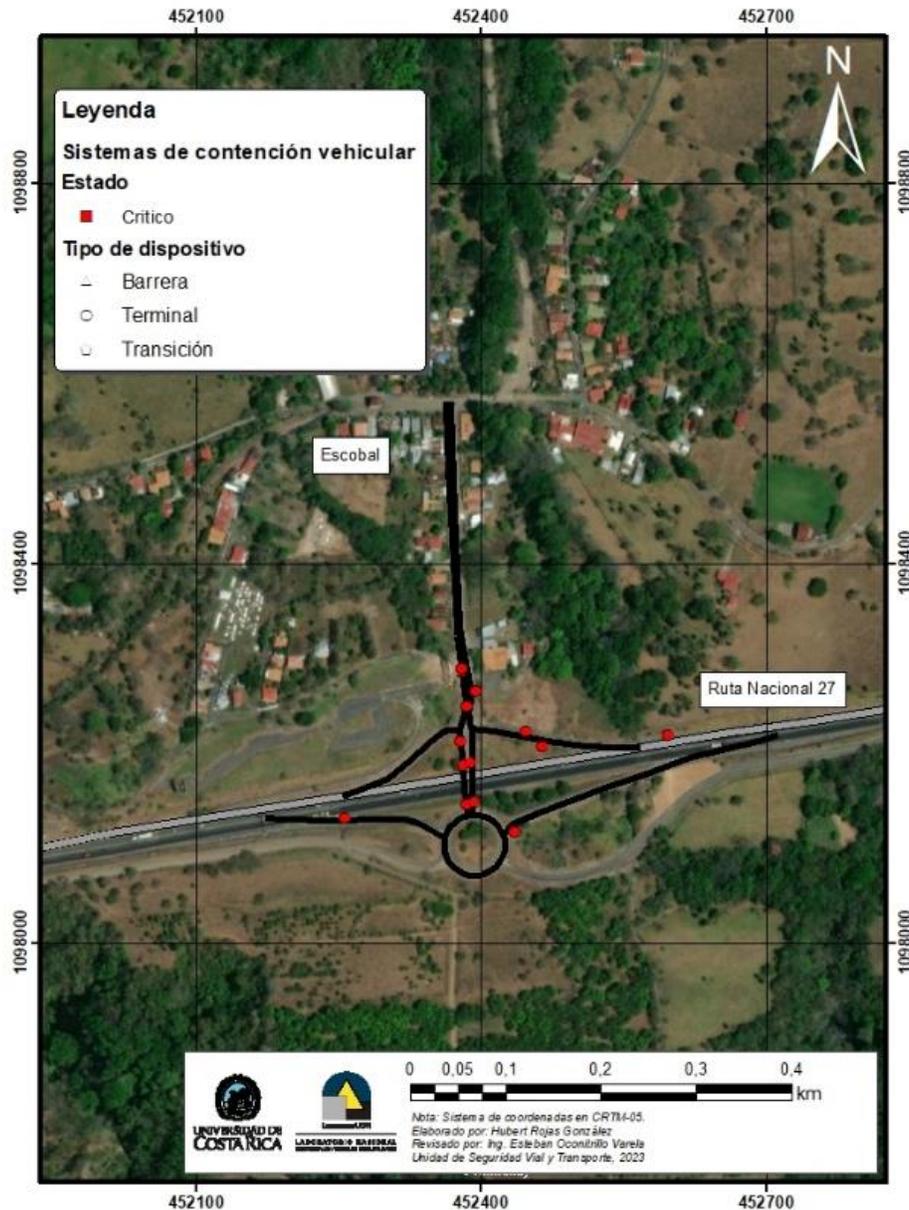
Figura 64. Evaluación de los SCV en la Radial Atenas





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 82 de 168

Figura 65. Evaluación de los SCV en la Radial Escobal



Adicional a la identificación de sistemas de contención vehicular deficientes y colisionados, se registró la presencia de discontinuidades a lo largo de los dispositivos, estos clasificados según se detalla en la Tabla 29 y Figura 66, así como se ejemplifican en la Figura 67.



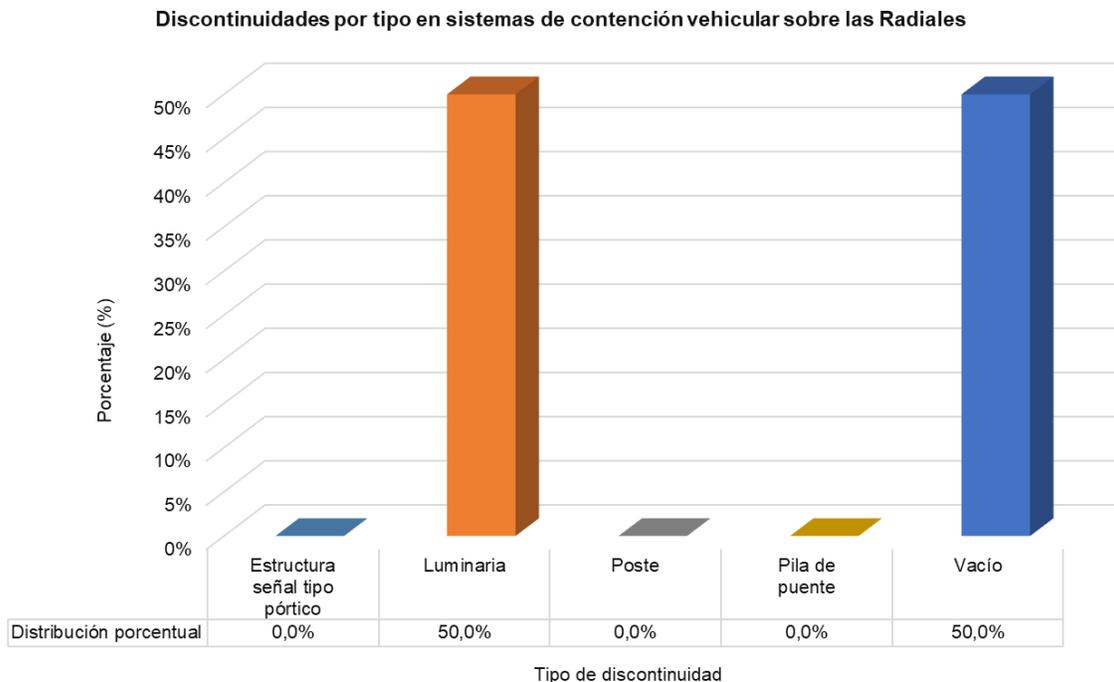
EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 83 de 168

Se identificaron solamente dos discontinuidades, una correspondiente a espacios vacíos que irrumpen la continuidad de las barreras de contención y una luminaria. Cabe destacar que ambas discontinuidades se encuentran sobre la Radial El Coyol.

**Tabla 29.** Clasificación de las discontinuidades de los SCV sobre las Radiales

Tipo de discontinuidad	Cantidad	%
Estructura señal tipo pórtico	0	0,0%
Luminaria	1	50,0%
Poste	0	0,0%
Pila de puente	0	0,0%
Vacío	1	50,0%
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>100%</b>

**Figura 66.** Clasificación de las discontinuidades de los SCV sobre las Radiales





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 84 de 168

**Figura 67.** Deficiencias críticas a nivel de discontinuidades en barreras de concreto en la Radial El Coyol (A) y Radial Atenas (B)





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 85 de 168

En la Tabla 30 se incorpora el registro histórico de discontinuidades para los periodos 2021-2022 y 2022-2023. Cabe destacar que para el periodo 2020-2021 no se incorporaron las rampas de conexión entre la Ruta Nacional 27 y las radiales en el alcance de la evaluación.

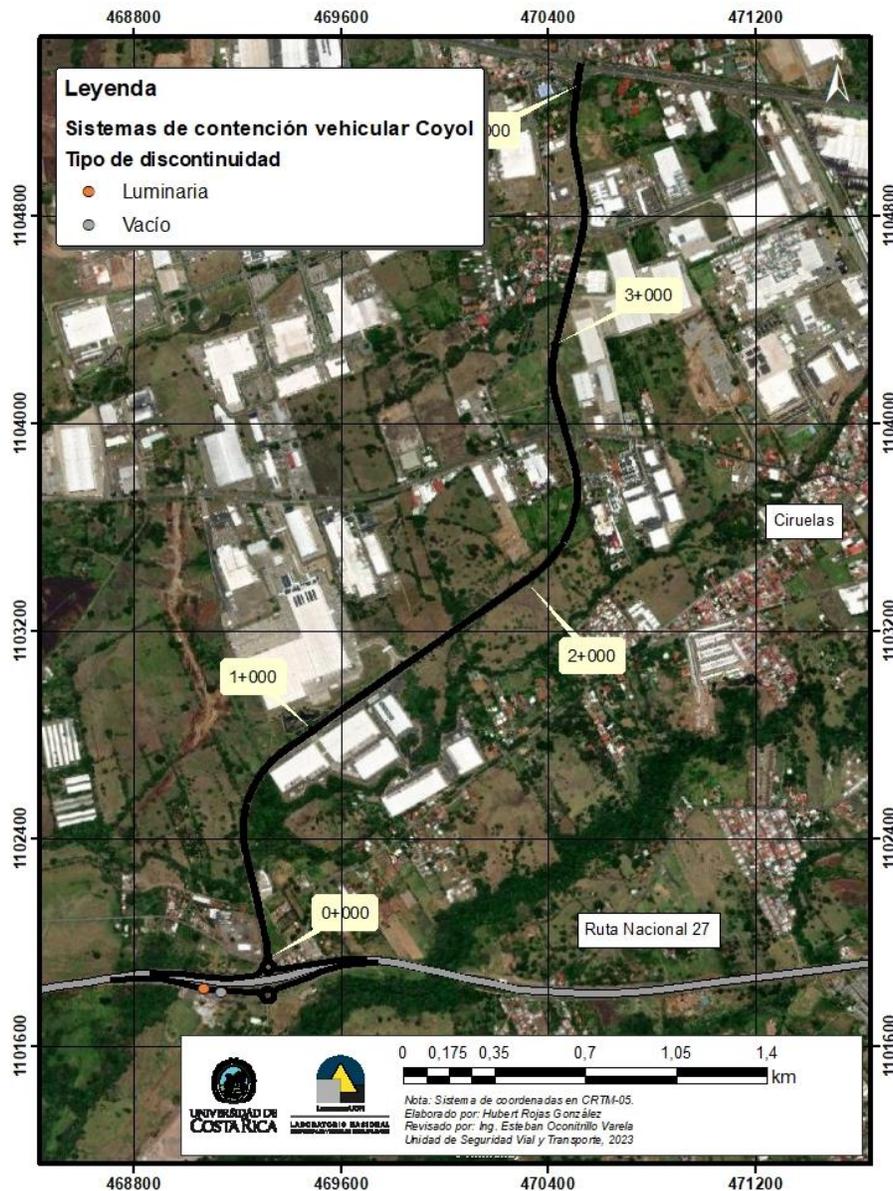
**Tabla 30.** Registro histórico por clasificación de las discontinuidades de los SCV sobre las Radiales

Año	Tipo de discontinuidad	Cantidad	Porcentaje
2021-2022	Estructura señal tipo pórtico	0	0,0%
	Luminaria	1	2,3%
	Poste	0	0,0%
	Pila de puente	0	0,0%
	Vacío	43	97,7%
	<b>Total</b>		<b>44</b>
2022-2023	Estructura señal tipo pórtico	0	0,0%
	Luminaria	1	50,0%
	Poste	0	0,0%
	Pila de puente	0	0,0%
	Vacío	1	50,0%
	<b>Total</b>		<b>2</b>



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 86 de 168

**Figura 68.** Evaluación de las discontinuidades en SCV de la Radial El Coyal





### 3.4 Caracterización de espaldones

El Contrato de Concesión no especifica sobre los requerimientos mínimos para el ancho de espaldón, sin embargo, se han identificado deficiencias en cuanto a los anchos de espaldón a lo largo de la vía, de acuerdo a las buenas prácticas internacionales de seguridad vial y a la normativa nacional aplicable. Estas deficiencias han sido alertadas en el informe EIC-Lanamme-INF-0776-2022, condición que no ha sido atendida para el presente informe. Por lo tanto, se incluyen los resultados obtenidos al realizar la medición de anchos de espaldón por cada tramo homogéneo de la Ruta Nacional 27 y sus respectivas radiales.

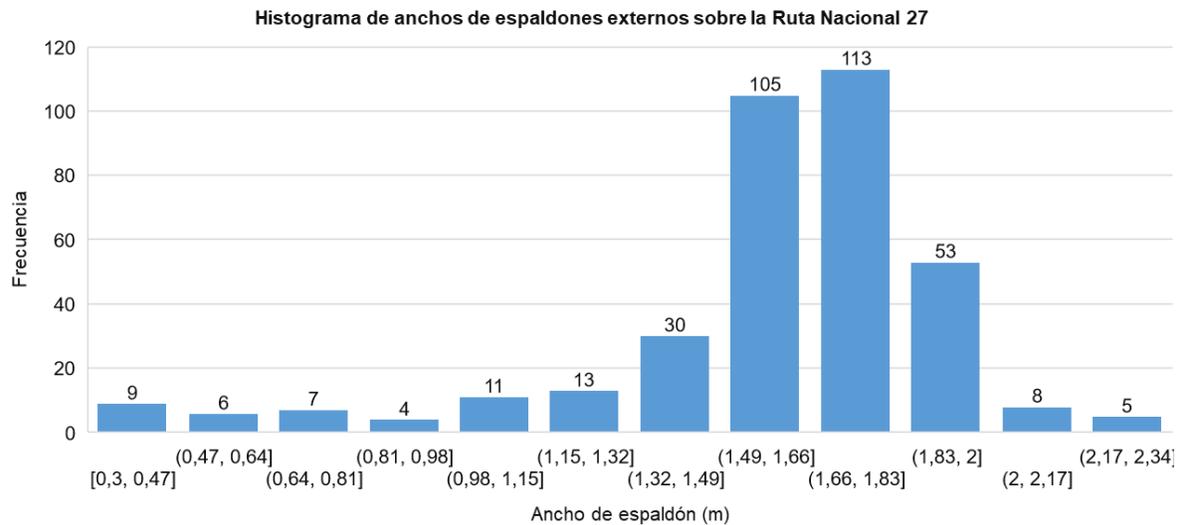
#### 3.4.1 Ruta Nacional 27

A partir de las mediciones de anchos de espaldón externo, agrupadas en el histograma de la Figura 69, se identificaron las siguientes tendencias en la geometría de la vía:

- El 59,9 % de los tramos homogéneos analizados, tomando en consideración los espaldones externos de ambos sentidos, presentan un ancho que oscila entre 1,49 m y 1,83 m.
- Un 22,0% de los espaldones externos medidos presenta un ancho que oscila entre 0,30 m y 1,49 m.
- El 100 % de las mediciones incumple con los parámetros vigentes del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA (2011), donde se especifica que una autopista (hasta el 14+200) y una carretera arterial rural (desde el 14+200) debe contar con un espaldón externo mínimo en el rango de 2,5 m – 3,0 m; mientras que para la versión de SIECA (2001) contempla un espaldón externo mínimo en el rango de 1,8 m – 2,5 m, por lo que se incumple un 81,9 % de las mediciones. Como en el contrato no se indica la clasificación funcional de la vía, el criterio se basó en el tránsito promedio diario registrado, dado que la sección transversal es variable en toda su longitud.
- En términos generales los espaldones no permiten que un vehículo se estacione fuera de los carriles de circulación vehicular de forma completa para atender un desperfecto mecánico u otro motivo que lo amerite, sin riesgo a ser colisionado.
- Se encontró un caso puntual en que la medida del espaldón externo fue mayor a lo presentado anteriormente. Particularmente, en un tramo de 200 metros en el sentido Caldera – San José, en el kilómetro 24+850, se obtuvo una medición de ancho de espaldón externo de 4,1 metros. Sin embargo, se entiende que corresponde a un caso aislado particular, dadas las obras de la estación de pesaje, por lo que se descarta que sea producto de intervenciones programadas para incrementar los anchos de espaldón en la ruta.



**Figura 69.** Histograma de anchos de espaldones externos sobre la Ruta Nacional 27



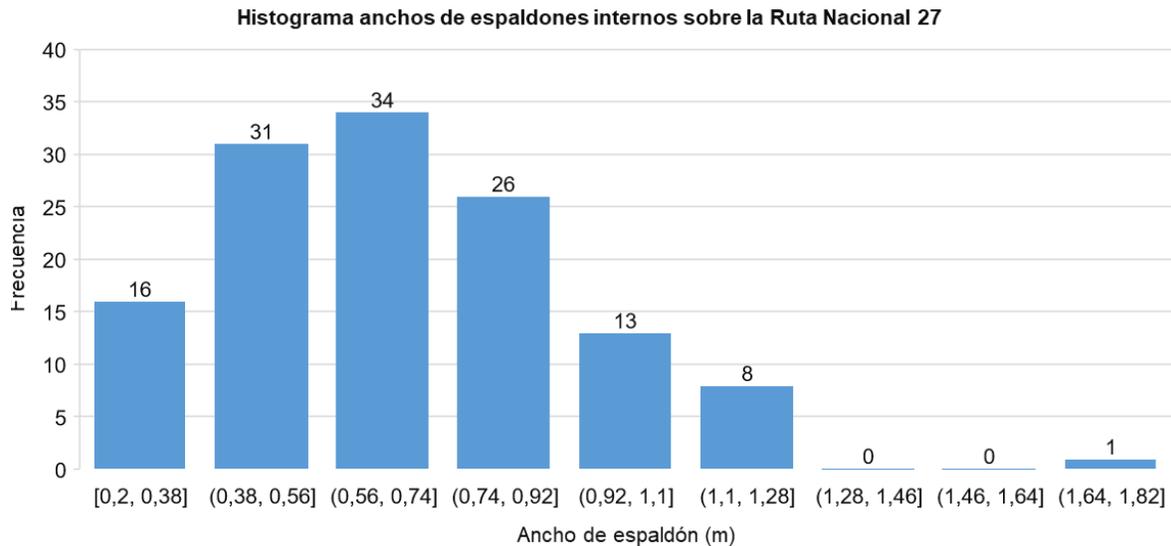
A partir de las mediciones de anchos de espaldón interno, agrupadas en el histograma de la Figura 70, se identificaron las siguientes tendencias en la geometría de la vía:

- El 99,2 % de los tramos homogéneos analizados, tomando en consideración los espaldones internos de ambos sentidos, presentan un ancho inferior a los 1,5 m.
- El 93,0 % de los tramos homogéneos analizados, tomando en consideración los espaldones internos de ambos sentidos, presentan un ancho inferior a los 1,1 m.
- El 50,4 % de los tramos homogéneos analizados, tomando en consideración los espaldones internos en ambos sentidos, presenta un ancho que oscila entre 0,38 m – 0,74 m.
- Un 36,4 % de los tramos analizados presenta espaldones internos con anchos inferiores a los 0,56 m.
- El 88,4 % de las mediciones incumple con los parámetros del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA (2011), donde se especifica que una autopista debe contar con un espaldón interno mínimo en el rango de 1,0 m – 1,5 m, condición que se repite para la versión del mismo manual del año 2001.
- En términos generales, espaldones internos reducidos propician la ocurrencia de colisiones contra los elementos presentes en la mediana.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 89 de 168

**Figura 70.** Histograma de anchos de espaldones internos sobre la Ruta Nacional 27



### 3.4.2 Radiales

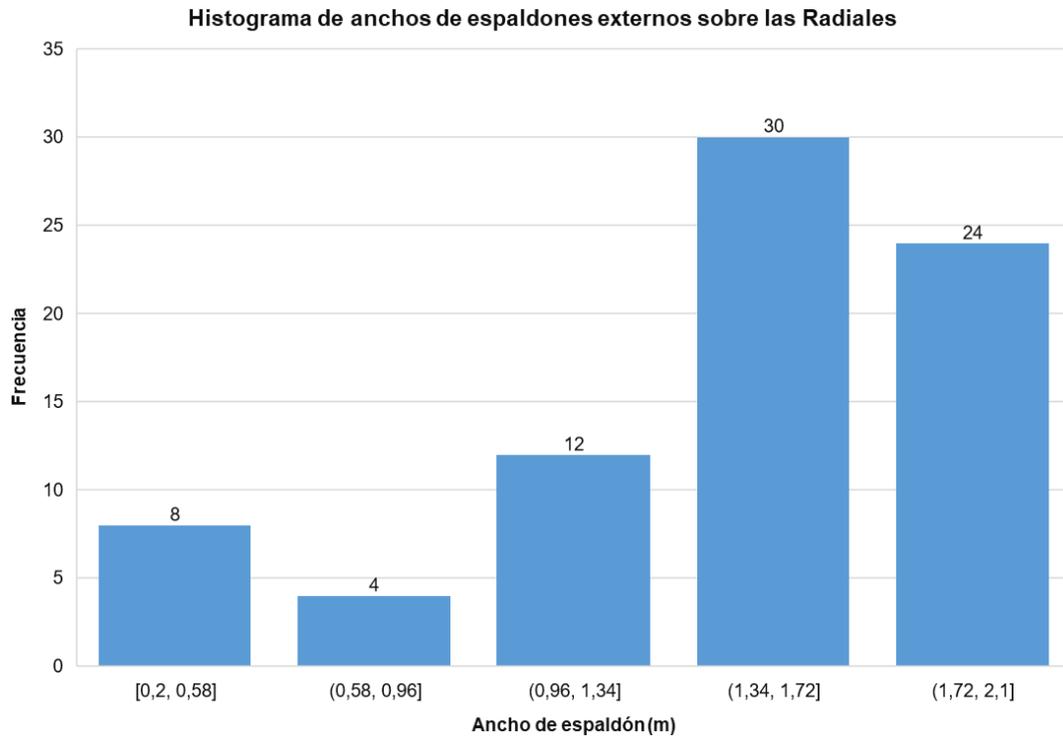
A partir de las mediciones de anchos de espaldón externo, agrupadas en el histograma presente en la Figura 71, se identificaron las siguientes tendencias en la geometría de la vía:

- El 69,2 % de los tramos homogéneos analizados presentan un ancho de espaldón externo que oscila entre 1,34 m y 2,1 m.
- El 76,92 % de las mediciones de ancho de espaldón externo cumple con los parámetros del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA (2011), donde se especifica que una arterial menor debe contar con un espaldón externo mínimo en el rango de 1,2 m – 1,6 m.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 90 de 168

**Figura 71.** Histograma de anchos de espaldones externos sobre las radiales





### 3.5 Análisis de choques viales

#### 3.5.1 Generalidades: Choques viales sobre la Ruta Nacional 27

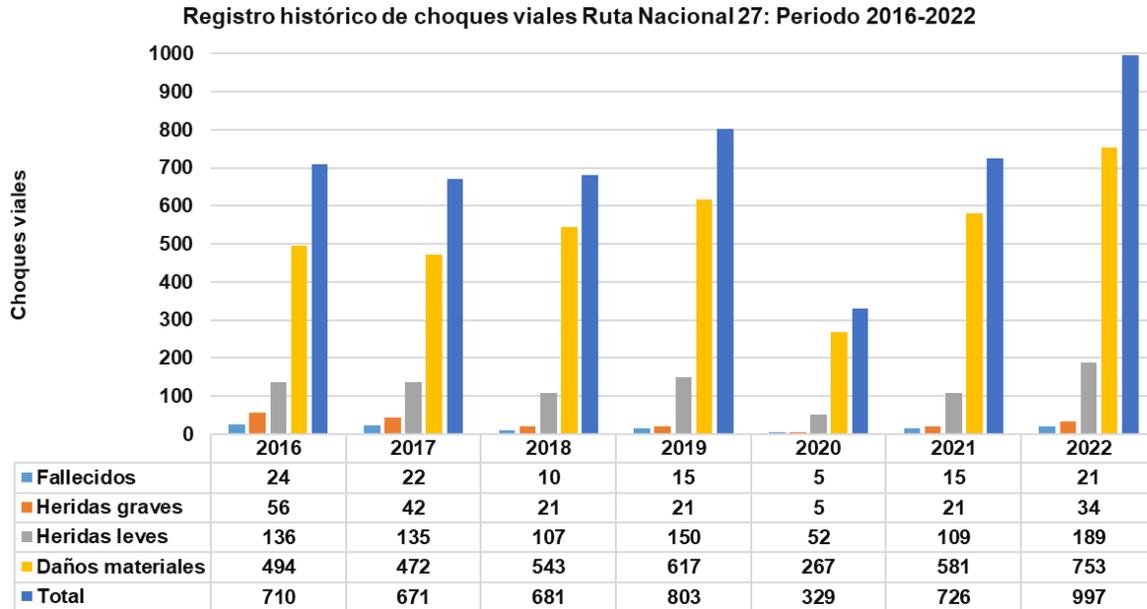
Los datos suministrados por el Consejo Nacional de Concesiones (CNC) asociados a los choques viales corresponden a registros del periodo 2016 al 2022 para la Ruta Nacional 27. Al analizar los registros históricos de choques viales presentes en la Figura 72 y Tabla 31 para la Ruta Nacional 27, se puede concluir que:

- Entre el periodo 2016 – 2019 la cantidad de choques oscila entre los 670 y 800 choques viales por año.
- El año 2016 presentó la mayor cantidad de choques mortales (24 eventos) y choques con heridas graves (56 eventos).
- El año 2022 presentó la mayor cantidad de choques con heridas leves (189 eventos), choques con solo daños materiales (753 eventos) y el registro de choques totales más alto del periodo de estudio con 997 accidentes viales.
- Los registros del 2020 evidencian una reducción superior al 50 % con respecto a los registros de años anteriores, esto como efecto de la pandemia de la COVID-19, mas no por cambios en la vía que propicien condiciones de movilidad más seguras.
- Ante el patrón de siniestralidad atípico del año 2020, no es recomendable aplicar métodos de estimación de tramos de concentración de choques viales mediante métodos no complejos para este año.
- Los registros de los años 2021 y 2022 coinciden con las tendencias típicas evidenciadas para el periodo 2016-2019, por lo que sí es válido realizar inferencias tomando en consideración los registros de esos años.
- Los principales tipos de choques corresponden a colisión por alcance con aproximadamente 49 % sobre el total histórico, seguido por colisión lateral con aproximadamente 18,0 % en proporción al total de 4917 choques viales para el periodo 2016 – 2022.
- Para los años 2021 y 2022 se registraron choques viales con la causa de colisión de tipo “Derrape”, categoría que registró 29 y 43 eventos respectivamente durante cada año, equivalente a más de 2 eventos al mes para el año 2021 y más de 3 choques al mes para el 2022.
- El año 2022 se registró un incremento significativo en el número de eventos registrados (548) categorizados como “Colisión por alcance”, valor máximo registrado desde el 2016 y causa principal de accidentabilidad en la Ruta Nacional 27.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 92 de 168

**Figura 72.** Registro de choques viales sobre la Ruta Nacional 27, periodo 2016-2022



**Tabla 31.** Choques viales por tipo de evento sobre la RN 27, periodo 2016-2022

Tipo de colisión	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Atropello	13	11	8	16	0	11	30	<b>89</b>
Caída	8	5	7	9	0	6	7	<b>42</b>
Caída de material	1	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
Colisión frontal	64	30	65	67	22	57	70	<b>375</b>
Colisión lateral	107	157	131	159	76	116	147	<b>893</b>
Colisión posterior	56	58	22	31	0	0	0	<b>167</b>
Colisión por alcance	320	260	296	373	231	394	548	<b>2422</b>
Derrape	0	0	0	0	0	29	43	<b>72</b>
Incendio	2	4	4	9	0	4	9	<b>32</b>
Salida de la vía	49	43	44	56	0	53	84	<b>329</b>
Vuelco	62	47	50	41	0	50	59	<b>309</b>
Otros	28	56	54	42	0	6	0	<b>186</b>
<b>Total</b>	<b>710</b>	<b>671</b>	<b>681</b>	<b>803</b>	<b>329</b>	<b>726</b>	<b>997</b>	<b>4917</b>

*Nota.* Clasificación de choques basada en registros suministrados por la CNC. En la categoría de “Otros” se incorporaron las clases No guarda distancia de seguridad y otros.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 93 de 168

Al analizar los datos de choques viales desglosados en el histograma de la Figura 73y la Tabla 32, se desprenden las siguientes afirmaciones:

- El registro de choques viales del periodo 2016 al 2022 presenta una densidad importante de choques viales en los primeros kilómetros de la vía, zona donde los primeros 12,8 km de la vía agrupan 53 % de los accidentes registrados, correspondientes a 2588 eventos, del total de 4917.
- La zona con mayor cantidad de choques viales corresponde al entorno con mayor presencia de un uso de suelo urbano, comercial y mixto, con alta presencia de peatones, transporte público, vehículos privados y accesos que dan conectividad a los sectores de La Sabana, Pavas, Circunvalación y Escazú.
- Al analizar la cantidad de choques viales y ponderarlos por km de carretera, el segmento entre el estacionamiento 0+000 m y 4+300 m presenta un valor de 247 choques/km valor que contrasta altamente contra el dato registrado más bajo, presente entre el estacionamiento 63+800 y 68+000, con 12 choques/km.

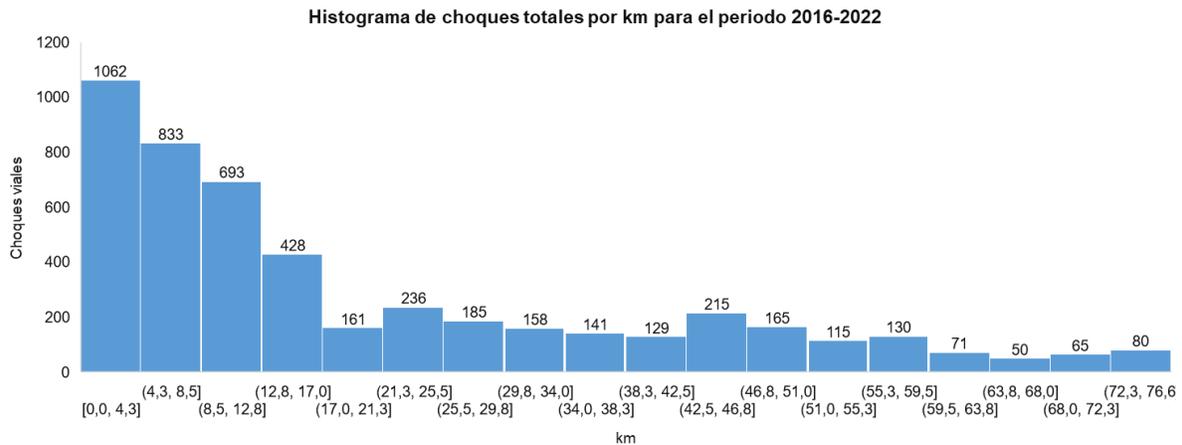
**Tabla 32.** Desglose de datos de histograma de choques viales sobre la RN27, periodo 2016-2022

Inicio (km)	Fin (km)	Choques viales 2016-2022	Choques/km	Proporción %
0	4,3	1062	247	22%
4,3	8,5	833	198	17%
8,5	12,8	693	161	14%
12,8	17	428	102	9%
17	21,3	161	37	3%
21,3	25,5	236	56	5%
25,5	29,8	185	43	4%
29,8	34	158	38	3%
34	38,3	141	33	3%
38,3	42,5	129	31	3%
42,5	46,8	215	50	4%
46,8	51	165	39	3%
51	55,3	115	27	2%
55,3	59,5	130	31	3%
59,5	63,8	71	17	1%
63,8	68	50	12	1%
68	72,3	65	15	1%
72,3	76,6	80	19	2%



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 94 de 168

**Figura 73.** Histograma de choques totales por km, sobre la RN27, periodo 2016 – 2022



Al analizar los datos de choques viales, tomando en consideración tanto la distancia de los tramos como, la cantidad de vehículos que transitan por la vía, es posible, de forma general y simplificada, analizar la exposición al riesgo a partir de la tasa de accidentabilidad por millón de vehículos - km, condición que se expone en el histograma de la Figura 74 y Tabla 33, por lo que se desprenden las siguientes afirmaciones:

- Al analizar la proporción de la tasa de accidentabilidad por millón de vehículo – km se evidencia que se mantiene como sección más crítica el tramo entre los estacionamientos 0+000 m y 4+300 m, sin embargo, resalta la sección entre el estacionamiento 25+500 m y 59+500 m, donde la proporción de la tasa evidencia riesgos generalizados en el tramo.
- El comportamiento antes expuesto, de la sección entre los estacionamientos 25+500 m y 59+500 m, se evidencia en el histograma de la Figura 74, donde la sección presenta valores altos para la tasa de accidentabilidad.
- Al contrastar el histograma de la Tabla 33 y Figura 74, se evidencia la necesidad de analizar los tramos riesgosos en función de múltiples parámetros, no únicamente la frecuencia de choques viales, ya que esto, tiende a sobreestimar los sitios con alta cantidad de eventos, sin tomar en cuenta la exposición al riesgo.

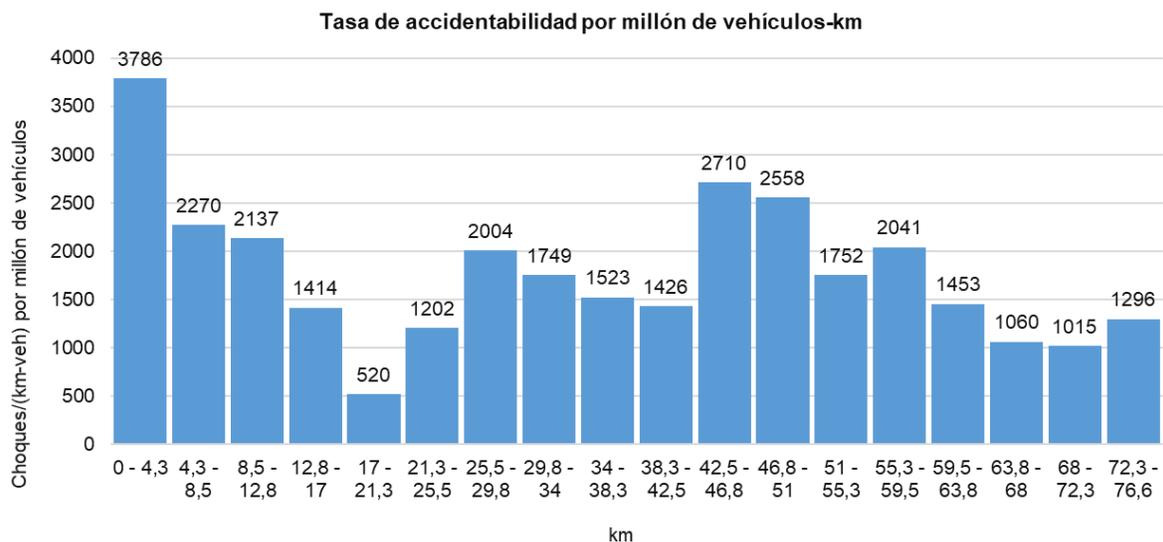


EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 95 de 168

**Tabla 33.** Desglose de datos de tasa de accidentabilidad por millón de vehículos - km sobre la RN27, periodo 2016-2022

Inicio (km)	Fin (km)	Choques viales 2016-2022	TPD prom (veh/día)	Choques/veh-km (millón de vehículos)	Proporción %
0	4,3	1062	65232	3786	12%
4,3	8,5	833	87386	2270	7%
8,5	12,8	693	75401	2137	7%
12,8	17	428	72055	1414	4%
17	21,3	161	72055	520	2%
21,3	25,5	236	46764	1202	4%
25,5	29,8	185	21473	2004	6%
29,8	34	158	21505	1749	5%
34	38,3	141	21536	1523	5%
38,3	42,5	129	21536	1426	4%
42,5	46,8	215	18448	2710	8%
46,8	51	165	15359	2558	8%
51	55,3	115	15263	1752	5%
55,3	59,5	130	15167	2041	6%
59,5	63,8	71	11365	1453	5%
63,8	68	50	11230	1060	3%
68	72,3	65	14897	1015	3%
72,3	76,6	80	14354	1296	4%

**Figura 74.** Histograma de tasa de accidentabilidad por millón de vehículos - km, sobre la RN27, periodo 2016 – 2022





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 96 de 168

### 3.5.2 Generalidades: Choques viales sobre las Radiales

Los datos suministrados por el Consejo Nacional de Concesiones (CNC) asociados a los choques viales del periodo 2016 al 2022 para las Radiales Coyol, Atenas, Turrúcares y Escobal presentaron errores de subregistro, condición evidenciada al suministrar únicamente 18 eventos para el periodo de 7 años.

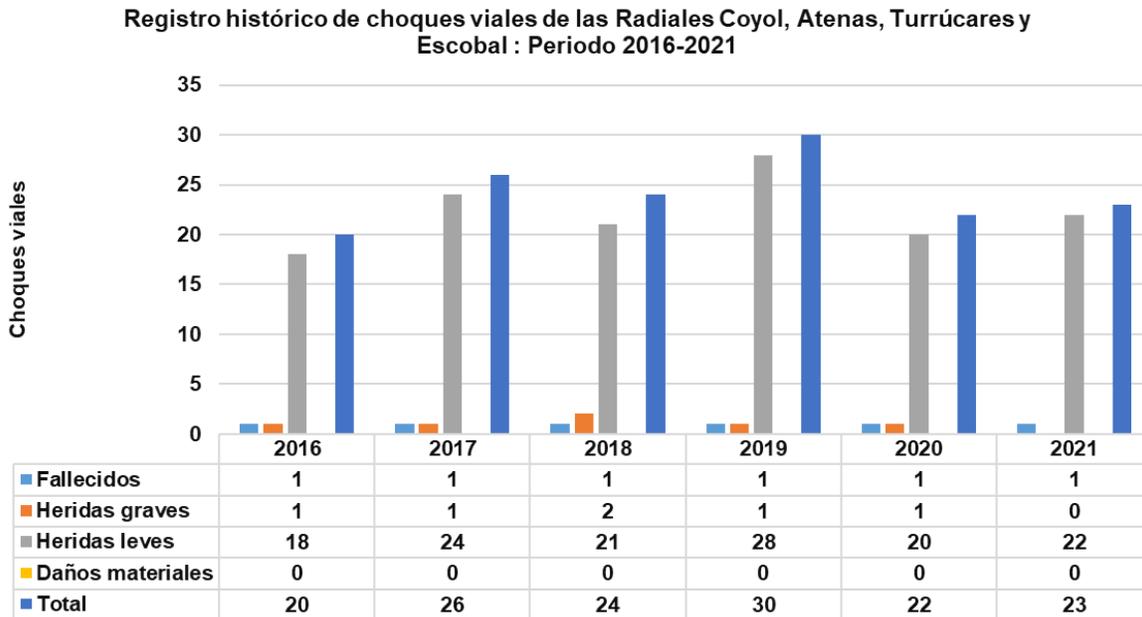
Ante la limitación de los datos provistos por el CNC, se solicitó al Consejo de Seguridad Vial (COSEVI), la base de datos de choques con heridos, ya que estos presentan georreferenciación, de los cuales se suministraron 145 eventos para el periodo 2016-2021, con fallecidos, heridos graves y heridos leves, datos con los que se realizaron los análisis de accidentabilidad.

Al analizar los registros históricos de choques viales presentes en la Figura 75 y Tabla 34 para las Radiales Coyol, Atenas, Turrúcares y Escobal, se obtienen las siguientes afirmaciones:

- En general los choques con heridos oscilan de forma anual entre 20 y 30 datos para el periodo 2016 – 2021.
- Para el periodo 2016 – 2019 se evidencia una tendencia al alza en las colisiones con motocicletas, valor que decae sustancialmente en el 2020. Sin embargo, para el año 2021 nuevamente se tiene la tendencia al alza, evidenciada en el periodo 2016 – 2019.
- La principal causa de choques viales para el periodo 2016 – 2021 correspondió a colisión con motocicleta con 69 eventos, lo que corresponde a aproximadamente el 48 % del total de choques registrados.
- La segunda mayor causa de choques viales para el periodo 2016 – 2021 correspondió a colisión entre vehículos con 40 eventos, lo que corresponde a aproximadamente el 28 % del total de choques registrados.
- Los registros a partir de choques con heridos limitan el análisis tendencial a través de los años, ya que la mayoría de los eventos corresponden a choques con solo daños materiales, eventos ausentes en la presente revisión.



**Figura 75.** Registro de choques viales sobre las Radiales Coyoil, Atenas, Turrúcares y Escobal, periodo 2016-2021



**Tabla 34.** Choques viales por tipo de evento sobre las Radiales Coyoil, Atenas, Turrúcares y Escobal, periodo 2016-2021

Tipo de colisión	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Atropello a persona					2	2	4
Atropello animal			1	1			2
Caída de algún ocupante					2		2
Colisión con bicicleta	1		3			1	5
Colisión con motocicleta	6	11	10	18	9	15	69
Colisión con objeto fijo		2			1		3
Colisión entre vehículos	9	6	6	9	6	4	40
Salida de la vía	2	1	2	1	2		8
Vuelco	2	6	2	1			11
Otros						1	1
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>145</b>

Nota. Clasificación de choques basada en registros suministrados por el COSEVI.



### 3.5.3 *Evaluación de segmentos con ocurrencia de atropellos sobre la RN27*

La Ruta Nacional 27 es una vía que posee un diseño compatible con altas velocidades en gran parte de su recorrido, en algunos tramos incluso con características de autopista, pero que a su vez pasa muy cerca de pequeños centros urbanos lo cual genera dinámicas de interacción entre ambos lados de la carretera por parte de personas a pie y en bicicleta, incluyendo a las personas usuarias del transporte público que hacen uso de las paradas y bahías que se ubican sobre la troncal principal.

Estas falencias en el diseño de la ruta, sin una adecuada jerarquización vial que permita eliminar la necesidad de interacción de usuarios vulnerables con la troncal principal, propician la ocurrencia de atropellos. Por lo tanto, resulta de alta importancia analizar los sitios donde se concentran los atropellos a lo largo de la ruta y, por ende, analizar el uso del suelo alrededor de estos puntos, así como alrededor de puentes peatonales, paradas y bahías de autobús, para identificar mejor los factores de la infraestructura vial y del entorno que contribuyen a esa ocurrencia de atropellos.

Para identificar los sitios con presencia de atropellos a peatones y ciclistas, se cuantificó la cantidad de atropellos por tramo homogéneo y se agruparon en tramos que, por su cercanía, a nivel de movilidad se consideraron unitarios.

En la Tabla 35 se presentan los 9 tramos de análisis en los que se realizó una evaluación específica para identificar factores de riesgo de la infraestructura vial y del entorno de la vía que propician los choques de tipo atropello, esto segmentado por tramo homogéneo y con la cantidad de atropellos.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 99 de 168

**Tabla 35.** Lista de tramos con ocurrencia de atropellos sobre la RN27, periodo 2016 – 2022

Tramo	ID	Longitud (m)	Inicio (km)	Final (km)	Total de atropellos
1	1	362	0,00	0,36	2
	2	80	0,36	0,44	1
	3	499	0,44	0,94	3
	4	420	0,94	1,36	3
	5	182	1,36	1,54	1
2	14	423	2,59	3,01	1
	15	446	3,01	3,46	1
	17	503	3,80	4,30	4
	19	584	4,79	5,37	2
	20	536	5,37	5,91	1
3	22	1344	6,20	7,54	6
	23	634	7,54	8,17	2
	24	340	8,17	8,51	1
	25	377	8,51	8,89	1
	26	398	8,89	9,29	1
	28	472	9,55	10,02	2
4	29	493	10,02	10,52	5
	30	218	10,52	10,73	1
	31	384	10,73	11,12	4
	32	241	11,12	11,36	1
	33	544	11,36	11,90	2
	34	302	11,90	12,20	2
	35	337	12,20	12,54	1
	36	347	12,54	12,89	2
	37	636	12,89	13,52	3
	38	508	13,52	14,03	1
	39	378	14,03	14,41	1
	40	617	14,41	15,03	1
	41	660	15,03	15,69	1
5	51	476	19,81	20,28	2
	52	380	20,28	20,66	1
	56	1180	21,93	23,11	1
	58	273	23,58	23,85	1
6	77	1520	34,09	35,61	1
	82	274	37,38	37,65	1
	103	349	44,83	45,18	1
	118	328	49,83	50,15	1
	120	357	50,58	50,94	1



Tramo	ID	Longitud (m)	Inicio (km)	Final (km)	Total de atropellos
7	125	1269	52,31	53,58	1
	133	292	56,64	56,93	1
	135	938	57,12	58,06	1
	138	640	58,96	59,60	1
	139	1638	59,60	61,24	1
	144	417	62,92	63,34	1
	145	1082	63,34	64,42	1
	146	362	64,42	64,78	1
8	151	555	65,97	66,53	1
	152	590	66,53	67,12	3
	154	474	68,08	68,55	1
	155	878	68,55	69,43	1
	157	306	69,85	70,15	3
9	159	435	70,38	70,81	1
	160	265	70,81	71,07	1
	161	158	71,07	71,23	1
	166	355	72,54	72,89	1
	171	1120	73,66	74,78	1

*Nota.* Debido a que no se cuenta con una clasificación de los atropellos por tipo de usuario se contabilizan según el total de atropellos ocurridos en cada tramo homogéneo.

Se ha determinado que, existe una estrecha relación entre la ocurrencia de atropellos y el uso del suelo<sup>1</sup> que circunda un determinado tramo vial. A su vez, esto se relaciona con la ubicación, en muchos casos, de paradas y bahías de autobús y de puentes peatonales.

A nivel general, un puente peatonal difícilmente cubrirá un área mayor a 500 m a su alrededor, lo cual puede variar mucho según las características del entorno, de la vía y de las personas, así como de las velocidades de circulación vehicular. Entre más distante esté un puente peatonal del punto donde una persona necesita cruzar una vía, menor será la probabilidad de que la persona utilice dicho puente peatonal.

Por otra parte, en el tramo de la Ruta Nacional 27 a partir del peaje de Ciudad Colón hasta Caldera, la zona de influencia de paradas y bahías de autobús se aumentó a un radio de 1 km para este análisis, ya que fuera de las zonas más densamente urbanas (como el sector de la carretera entre el Gimnasio Nacional y Santa Ana), las personas generalmente

<sup>1</sup> El uso de suelo está relacionado con las actividades humanas que se realizan en una determinada superficie, por ejemplo: residencial, comercial, educación, agropecuaria, industria, entre otros.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 101 de 168

necesitan caminar una mayor distancia para poder acceder al servicio de transporte público. Esto se ha evidenciado a través de las mismas personas vecinas de pequeños poblados y zonas residenciales en las cercanías a la Ruta Nacional 27, las cuales incluso afirman que tienen que caminar hasta más de 1 km para acceder a la parada del autobús.

Por lo tanto, para el análisis se desarrolló un mapa para cada uno de los 9 tramos con ocurrencia de atropellos, donde se detalló:

- Ubicación de puentes peatonales y paradas/bahías de autobús.
- Tramos homogéneos con presencia de atropellos.
- Uso del suelo en zona de influencia de paradas/bahías de autobús y tramos homogéneos con atropello, segmentados según tipo de vía:
  - Tramo Sabana – Peaje Ciudad Colón (0+000 – 14+030): radio de 500 m.
  - Tramo Peaje Ciudad Colón - Caldera (14+030 – 76+310): radio de 1 km.
- Uso del suelo en zona de influencia de puentes peatonales para toda la vía: radio de 500 m.

### 3.5.3.1 Atropellos ciclistas y animales

En la Tabla 35 se presenta el total de atropellos para cada tramo analizado, dado que para los años 2021 y 2022 no se cuenta con el registro desglosado por tipo de usuario, lo cual es una limitación del presente informe. Por lo tanto, se recomienda contar con los registros de atropellos desglosados por tipo de usuario afectado, con el fin de poder analizar la movilidad integralmente en el proyecto, de manera que se dote de condiciones o rutas alternas para que todos los posibles usuarios puedan circular de forma segura.

### 3.5.3.2 Tramo 1: Sector sur del parque de La Sabana

El tramo 1 se ubica en el sector sur del parque de la Sabana, entre el estacionamiento 0+000 y 1+540. Esta zona presenta un uso de suelo mixto entre zonas comerciales, centros de trabajo, zonas de deporte y ocio en el parque de la Sabana, condición que, ante la presencia de las paradas de autobús en ambos márgenes de la vía y la proximidad a la estación de tren, hacen que el único puente peatonal en la zona no satisfaga las necesidades de movilidad de todos los usuarios vulnerables, como se observa en la Figura 76.

El área de influencia del puente peatonal se observa a través del círculo color rosado con un radio de 500 m, lo cual incluso es una distancia considerable para un entorno tan densamente poblado, donde además se ubica el principal parque metropolitano de la ciudad de San José, el cual atrae a cientos de personas, sobre todo a pie y en bicicleta. El tramo



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 102 de 168

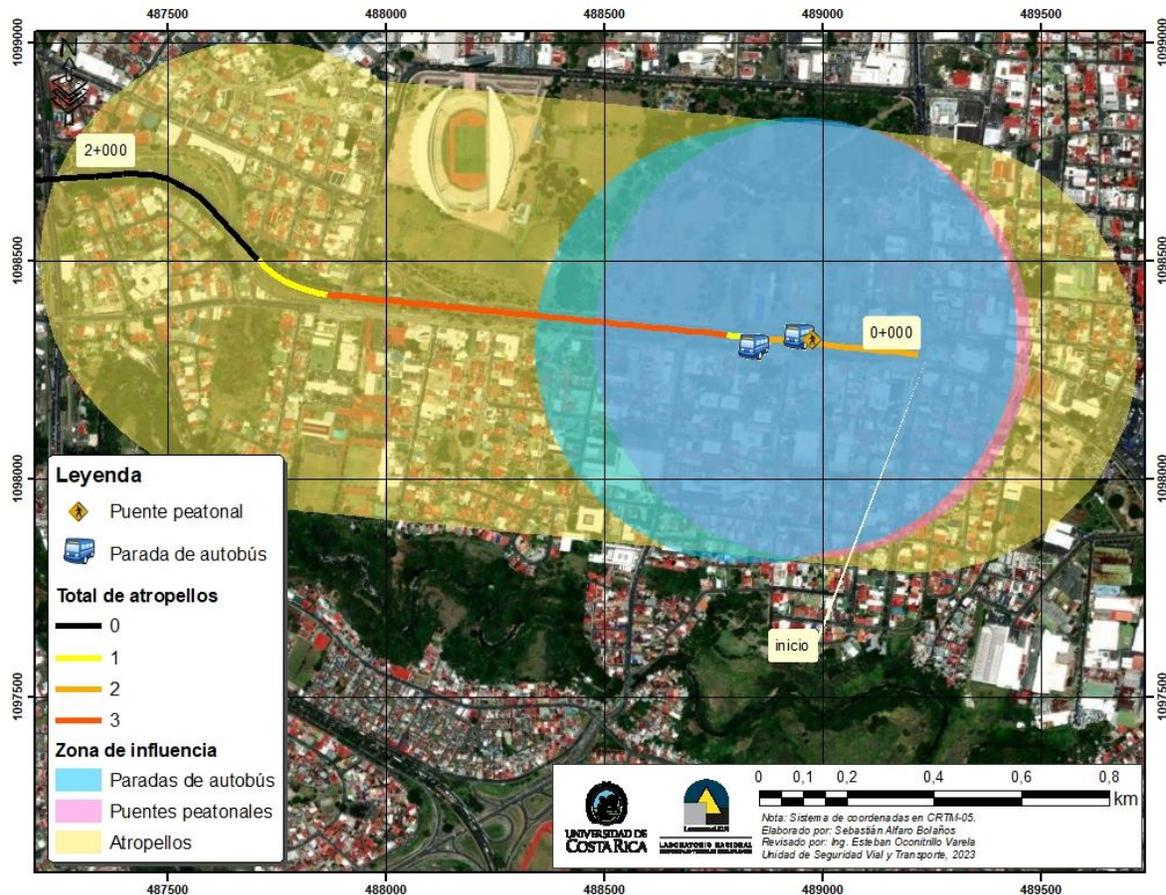
de mayor ocurrencia de atropellos justamente se observa desde el centro de La Sabana hasta la esquina suroeste, lo cual revela una necesidad de cruce de las personas en este sector, donde incluso las velocidades vehiculares son más altas.

Cabe resaltar que la geometría de la vía es la que propicia que las velocidades de operación sean altas, esto a pesar de encontrarse inmersa en un entorno urbano, pero en una vía con características de autopista, con una sección transversal amplia.

En este tramo se recomienda en el corto plazo ampliar la malla presente en la mediana para desincentivar los cruces peatonales a través de los carriles, sin embargo, la problemática no se resolverá hasta realizar un estudio de movilidad integral que identifique las necesidades de los usuarios más vulnerables y sus patrones de movilidad, para identificar la infraestructura necesaria y más adecuada para estas personas.

EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 103 de 168

Figura 76. Tramo 1: Sector sur de la Sabana



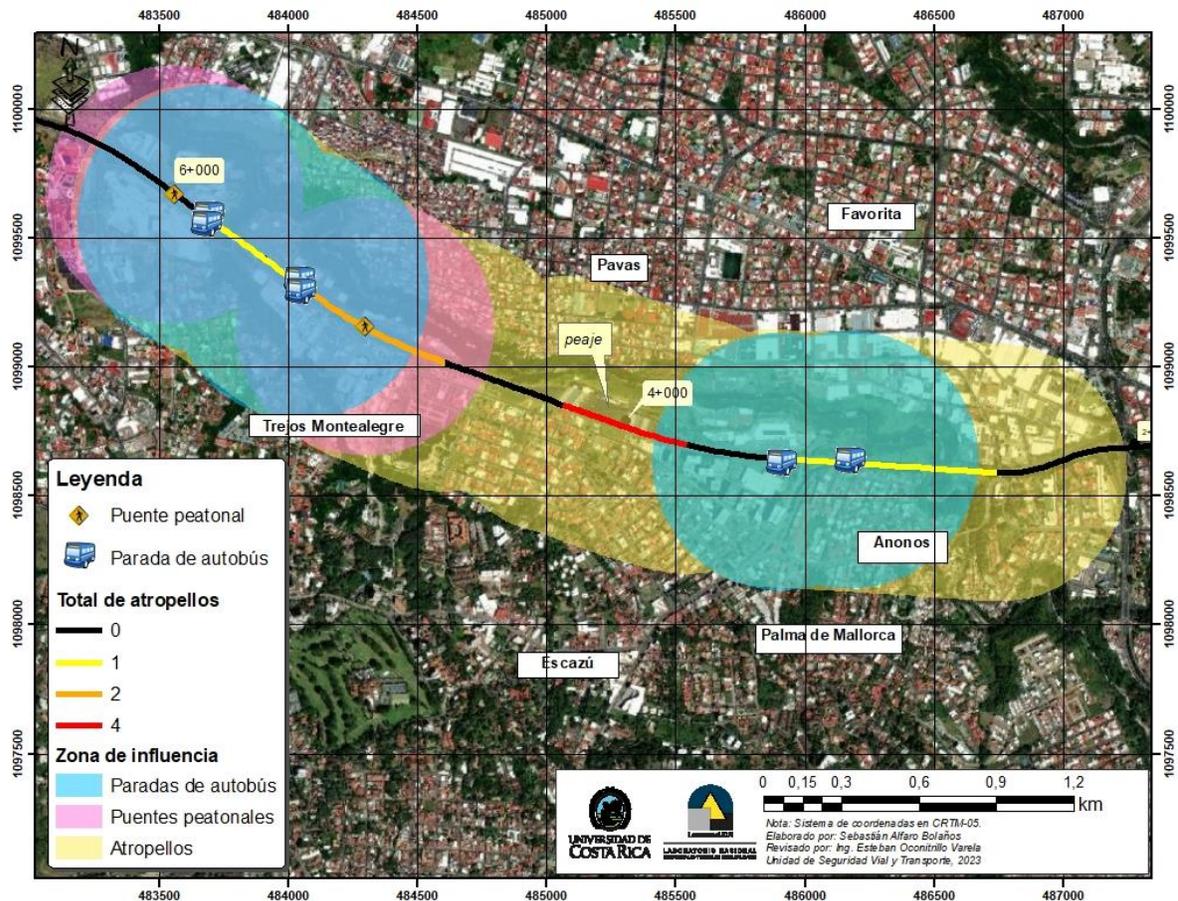
### 3.5.3.3 Tramo 2: Inmediaciones peaje Escazú

El tramo 2 se ubica entre los estacionamientos 2+590 y 5+910, sector aledaño a los peajes de Escazú. Antes de la zona del peaje se identificó la presencia de un entorno urbano con comercios en ambos márgenes de la vía, sin embargo, al revisar los datos de choques de forma puntual, se identifica que en el tramo han sido atropellados peatones, ciclistas y animales. Cabe destacar que la Figura 77 evidencia la presencia de bahías de autobús cercanas, pero no de cruces peatonales que conecten ambos márgenes antes de la zona de peaje donde se presenta una cantidad de atropellos mayor, sin embargo, posterior a la zona de peaje se encuentran puentes peatonales y, aun así, se presentan rangos altos de ocurrencia de atropellos.

EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 104 de 168

Deberán identificarse en el corto y mediano plazo medidas que permitan desincentivar el cruce de peatones sobre la Ruta Nacional 27, pero que respondan a las necesidades de movilidad de los usuarios; esto a partir de un estudio de movilidad peatonal.

Figura 77. Tramo 2: Inmediaciones peaje Escazú



### 3.5.3.4 Tramo 3: Entre Multiplaza Escazú, Radial Guachipelín y Club Campestre Santa Ana

El tramo 3 se ubica entre los estacionamientos 6+200, frente a Multiplaza Escazú, y 9+290, aldaño al Club Campestre Santa Ana. Esta zona presenta algunos centros atractores de viajes a nivel comercial, de trabajo y residenciales, sumado a la alta velocidad reglamentaria de una sección a 100 km/h.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 105 de 168

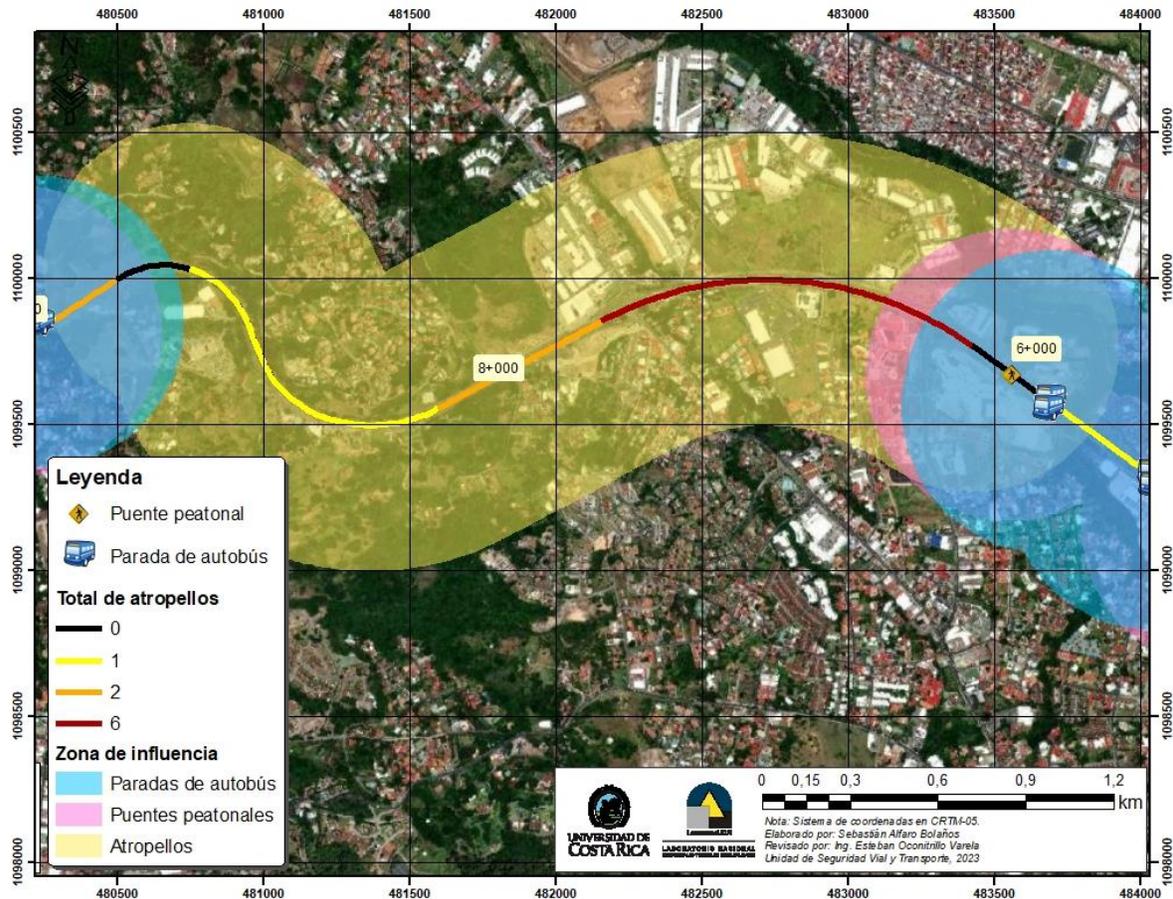
Al observar la Figura 78, se evidencia que los tramos donde se identificaron atropellos se encuentran alejados del área de influencia del puente peatonal frente a Multiplaza Escazú, por lo que las personas no tienen más opción que cruzar la vía a nivel de la calzada vehicular, exponiéndose a las altas velocidades de circulación. Es claro que los atropellos demuestran que hay una necesidad de cruce de las personas, lo cual se justifica a raíz del uso del suelo en los alrededores de la vía.

A partir de los registros de accidentalidad vial de usuarios vulnerables en este tramo, se recomienda que, de manera prioritaria y con la mayor inmediatez, se realice un estudio de movilidad integral que identifique las necesidades de los usuarios más vulnerables (peatones y ciclistas) y sus patrones de movilidad, para identificar la infraestructura necesaria y más adecuada para estas personas.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 106 de 168

Figura 78. Tramo 3: Sector entre Multiplaza Escazú y Club Campestre Santa Ana



### 3.5.3.5 Tramo 4: Entre Club Campestre Santa Ana – Peaje Ciudad Colón

El tramo 4 se extiende desde el estacionamiento 9+550, sección posterior al Club Campestre Santa Ana y 15+690, sección posterior al peaje hacia Ciudad Colón. Se evidenciaron comercios y residencias en ambos extremos de la vía que podrían incentivar el flujo peatonal entre ambos márgenes.

Al observar la zona en la Figura 81, se evidencia que la mayor cantidad de atropellos suceden en el tramo entre el estacionamiento 10+020 y 11+120, donde se concentra una cantidad importante de bahías de autobús y 2 puentes peatonales, pero estos no satisfacen las necesidades de todos los peatones en la zona.



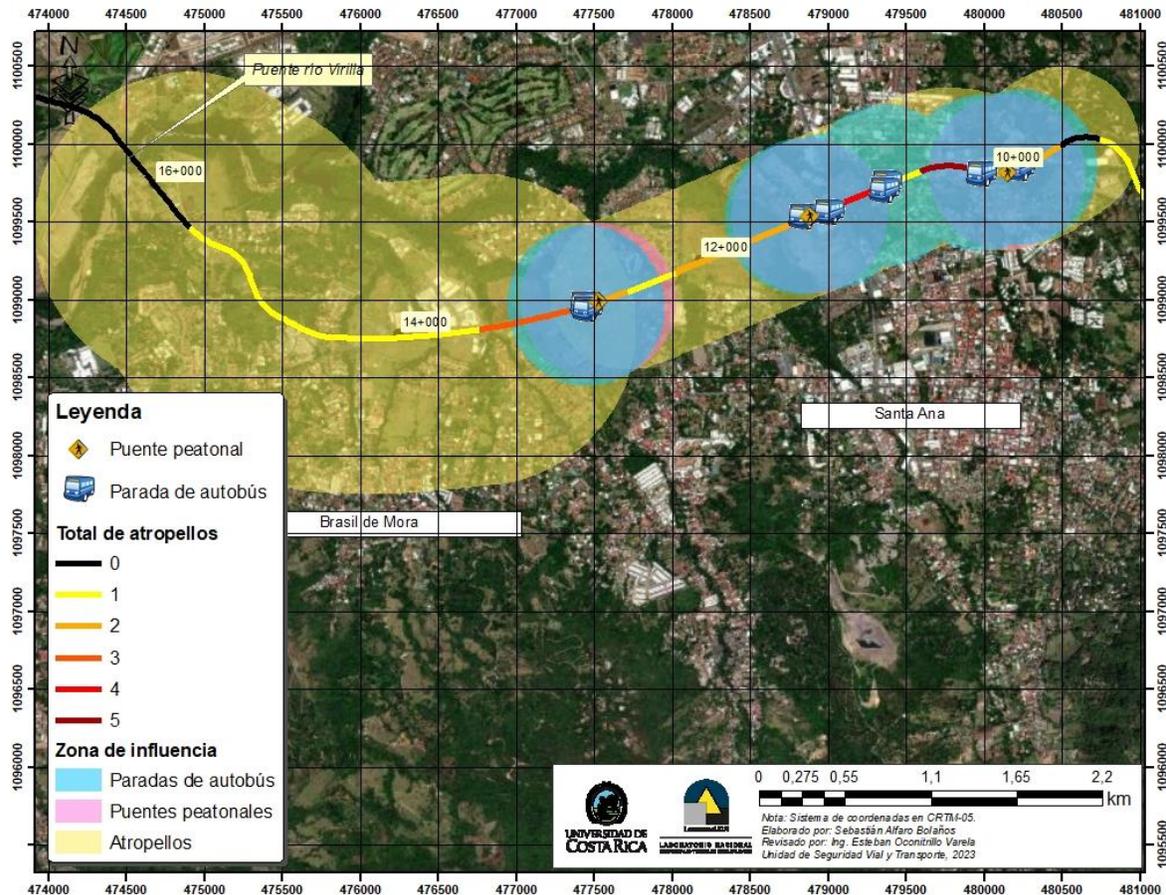
EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 107 de 168

En la Figura 79, se observa que los 3 puentes peatonales se encuentran distanciados más de 1 km de distancia entre ellos, lo cual obliga a las personas a cruzar la vía sobre la calzada vehicular en muchos de estos puntos intermedios entre puentes. En los alrededores del estacionamiento 14+000 se observa uso del suelo residencial, sin ninguna facilidad para que las personas puedan cruzar la vía, por lo que la cantidad de atropellos ha aumentado en este sector.

Ante las condiciones expuestas, se recomienda en el corto plazo instalar más malla en la mediana para evitar el cruce de peatones, como medida temporal. En vista de la ampliación de la ruta, se recomienda reubicar bahías de autobús en rutas marginales, así como la ampliación de los pasos inferiores a la Ruta Nacional 27 y dotarlos de infraestructura peatonal para trasladarse entre ambas márgenes de la autopista, sin pasar sobre ella.

EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 108 de 168

**Figura 79.** Tramo 4: Sector entre Club Campestre Santa Ana y peaje hacia Ciudad Colón



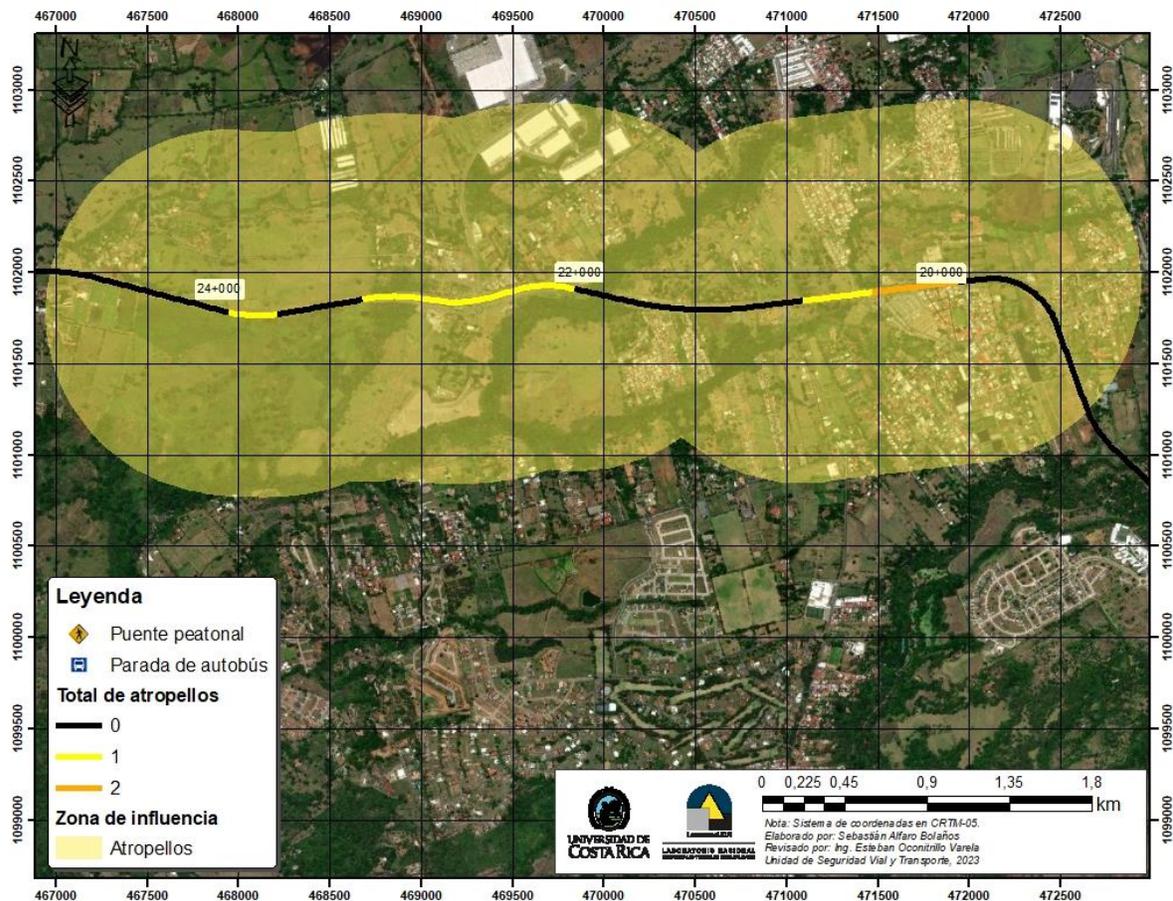
### 3.5.3.6 Tramo 5: Sector Oeste de paso a desnivel Ruta Nacional 124, la Guácima

El tramo 5 se ubica desde el paso a desnivel de la Ruta Nacional 124 a la Guácima, entre el estacionamiento 19+810 y 23+850. Esta zona presenta calles marginales paralelas a la vía principal que conectan con la zona central de La Guácima, por lo que existe una necesidad de movilidad peatonal que no se satisface, al omitir alguna facilidad para el cruce entre ambos márgenes de las marginales, como se observa en la Figura 80.

Se recomienda realizar un estudio de movilidad integral que identifique las necesidades de los usuarios más vulnerables (peatones y ciclistas) y sus patrones de movilidad, para identificar la infraestructura necesaria y más adecuada para estas personas.



**Figura 80.** Tramo 5: Sector oeste del paso a desnivel RN 124, la Guácima



### 3.5.3.7 Tramo 6: Aledaño a Hacienda Vieja y Orotina

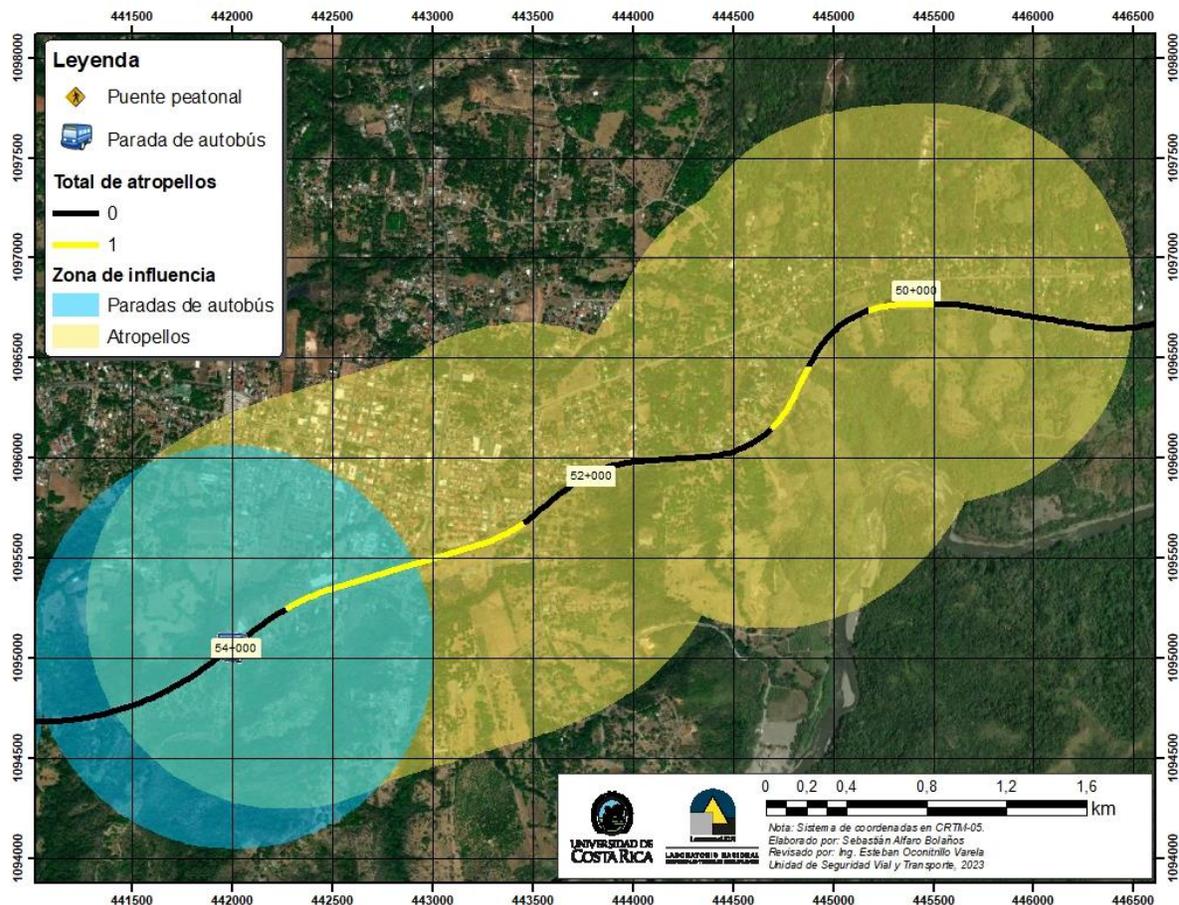
El tramo 6 se ubica paralela a la Calle Hacienda Vieja, entre el estacionamiento 34+090 y 53+580. Esta zona presenta una calle marginal al sector sur de la vía, así como calles sin salida que se aproximan desde el sector norte y no conectan con la Ruta Nacional 27, como se observa en la Figura 81.

Ante la presencia de atropellos en los registros, se recomienda realizar un estudio de movilidad integral que identifique las necesidades de los usuarios más vulnerables (peatones y ciclistas) y sus patrones de movilidad, para identificar la infraestructura necesaria y más adecuada para estas personas.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 110 de 168

Figura 81. Tramo 6: Sector sur de Calle Hacienda Vieja, Orotina



### 3.5.3.8 Tramo 7: Aledaño a Radial Pozón

El tramo 7 se ubica entre el estacionamiento 56+640 y 64+780, el cual presenta en ambos márgenes comerciantes y zonas de uso residencial, condición que propicia el cruce de peatones entre ambos márgenes de la vía.

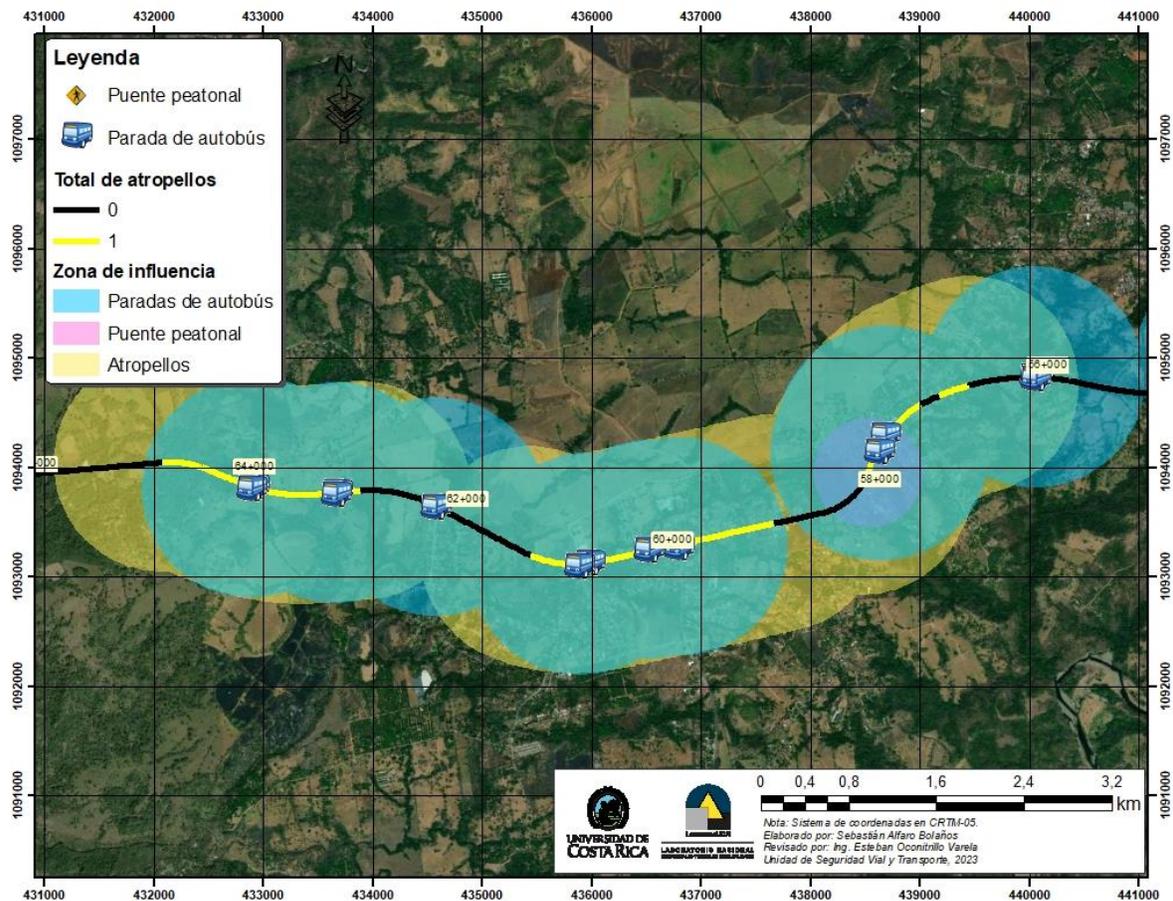
Al observar el mapa de la Figura 82, se observa que las áreas construidas en la zona son amplias y dispersas, pero las facilidades de transporte público y cruce peatonal son escasas, condición que propicia la movilización y cruce de peatones sobre la Ruta Nacional 27, ante la lejanía con respecto a sus centros atractores y generadores de viajes. Adicionalmente, se observa una distancia aproximada de 200 m entre las paradas de autobús y el puente peatonal que, a pesar de estar dentro del área de influencia,



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 111 de 168

desincentiva su uso por parte de las personas usuarias del transporte público, a menos que el recorrido de la persona coincida de forma más natural con la ubicación del puente.

Figura 82. Tramo 7: Aledaño a Radial Pozón



Ante esta condición, se recomienda en el corto plazo colocar líneas alertadoras mediante efecto vibratorio y sonoro para alertar a los conductores acerca de la presencia de cambios en la dinámica de movilidad de la vía.

En vista de una posible ampliación de la ruta, deberá valorarse la reubicación de los comerciantes en rutas marginales de menor velocidad y analizar el patrón de movilidad que esto genere en la zona para evitar nuevos focos de atropellos ante los cambios en el uso de suelo. También se puede considerar el diseño de un área de descanso, la cual es un área formal que se diseña con instalaciones adecuadas en las cercanías de una vía



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 112 de 168

principal interurbana para que los usuarios puedan detenerse de forma segura y cómoda para descansar y hacer uso de los servicios antes de continuar su viaje. Las áreas de descanso requieren de carriles adecuados de desaceleración en sus entradas y de aceleración en sus salidas para ingresar de nuevo a la carretera. Estas áreas que son muy comunes en muchos países generan un gran atractivo y dinamizan el comercio y la actividad de la zona, sin comprometer la seguridad de los usuarios sobre la vía principal.

#### 3.5.3.9 Tramo 8: Entre Radial Ceiba – Radial Cascajal

El tramo 8 se ubica entre los estacionamientos 65+970 y 69+430, zona que presenta asentamientos poblacionales que conectan con la Ruta Nacional 27 para cruzar al otro extremo de la vía o acceder al servicio de transporte público.

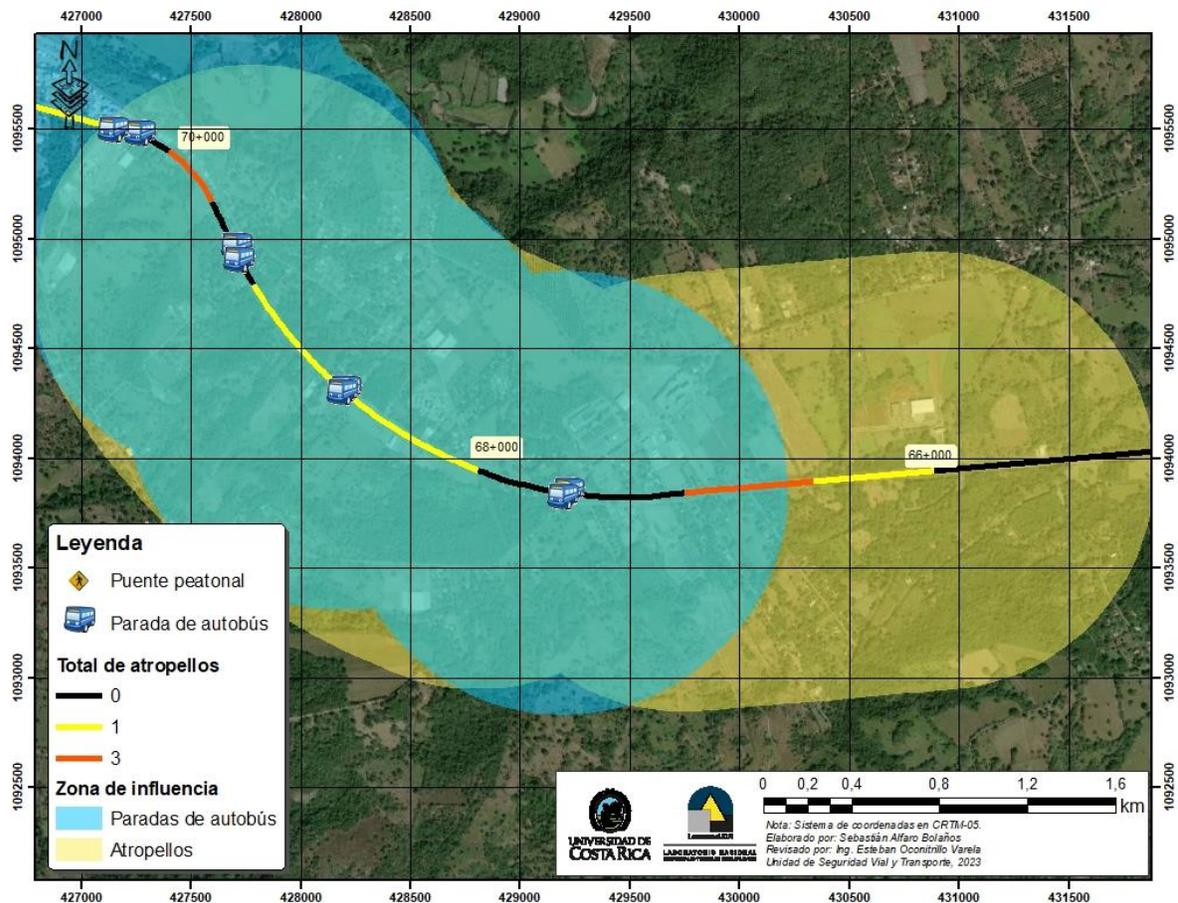
Al verificar el mapa de la Figura 83, se evidencia la lejanía entre las zonas construidas y las bahías de autobús, longitud que incluso puede superar 1 km de distancia, propiciando un aumento de los atropellos cercanos a las paradas de autobús.

Se recomienda analizar las dinámicas de movilidad del sitio mediante un estudio integral de movilidad y dotar al sitio de la infraestructura necesaria para realizar el cruce de peatones entre ambos márgenes de forma segura.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 113 de 168

Figura 83. Tramo 8: Sector entre Radial Ceiba y Radial Cascajal



### 3.5.3.10 Tramo 9: Inmediaciones de Servicentro 27, Predio Caldera, Almacén Caldera

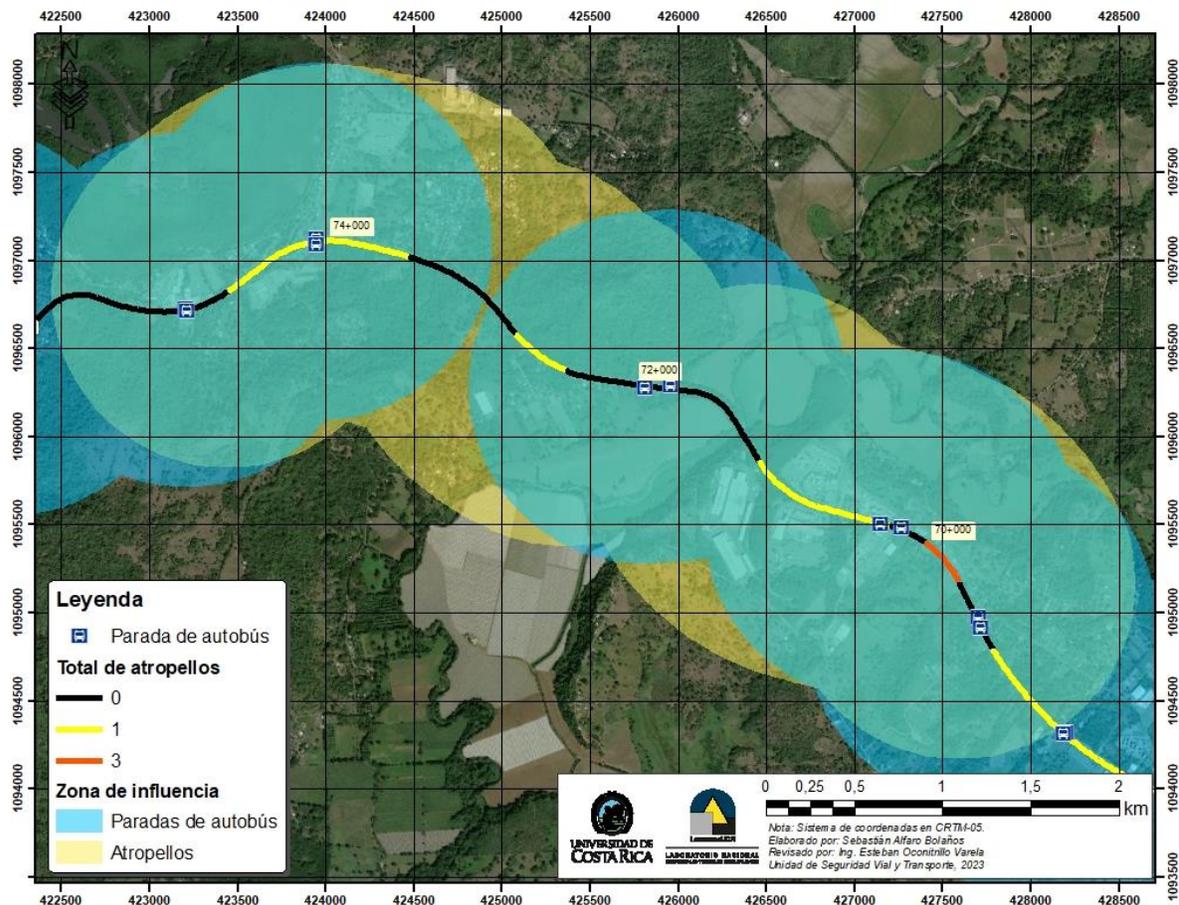
El tramo 9 se ubica entre los estacionamientos 69+850 y 74+780, zona que presenta predios y bahías de autobús a ambos lados de la vía, así como la presencia del Parque Industrial Pacífico, sin embargo, no hay infraestructura que permita un cruce seguro entre los márgenes, condición evidente en la Figura 84 donde el tramo de mayor ocurrencia de atropellos se encuentra entre bahías de autobuses cercanas.

Se recomienda analizar las dinámicas de movilidad del sitio mediante un estudio integral de movilidad y dotar al sitio de la infraestructura necesaria para realizar el cruce de peatones entre ambos márgenes de forma segura.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 114 de 168

Figura 84. Tramo 9: Inmediaciones de Servicentro 27, Predio y Almacén Caldera



### 3.5.4 Evaluación de segmentos con ocurrencia de atropellos sobre las Radiales

A continuación, se desglosan los segmentos donde se identificó la ocurrencia de atropellos sobre la Radial Coyoil y Radial Atenas. En el caso específico de la Radial Turrúcares, únicamente se identificó un evento aislado, y en el caso de la Radial Escobal no se registraron eventos, por lo cual se omiten de la evaluación detallada.

#### 3.5.4.1 Radial Coyoil

En la Tabla 36 se desglosan los segmentos de vía sobre la Radial Coyoil que evidencian mayor presencia de atropellos, insumo que permitió realizar una evaluación



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 115 de 168

específica para identificar factores de riesgo de la infraestructura vial y del entorno de la vía que propician los choques de tipo atropello.

**Tabla 36.** *Lista de tramos con ocurrencia de atropellos sobre la Radial Coyal, periodo 2016 – 2021*

Tramo	ID	Longitud (m)	Inicio (km)	Final (km)	Peatón	Atropellos		
						Ciclista	Animal	Total
1	10	217,62	2,71	2,93	0	2	0	2
	13	276,93	3,33	3,61	0	1	0	1
	14	374,36	3,61	3,98	1	0	1	2
	16	110,99	4,15	4,26	1	1	0	2

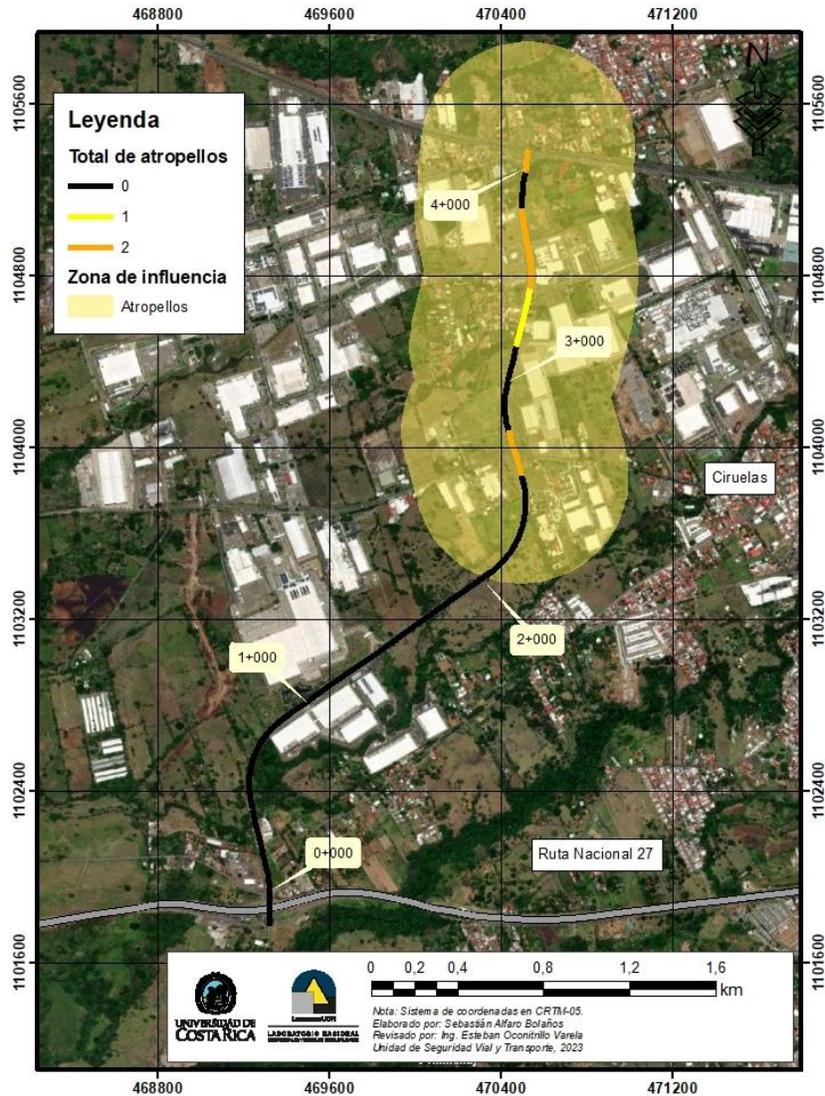
Del único tramo identificado, asociado a los tramos homogéneos 10, 13, 14 y 16, comprendidos entre los estacionamientos 2+710 y 4+260, se identificó un uso de suelo predominantemente industrial, sin embargo, existen gasolineras y una venta de maquinaria pesada, así como una sección transversal que oscila entre 4 a 2 carriles de circulación. A pesar de la amplia geometría, no hay infraestructura que permita un cruce seguro entre los márgenes, condición evidente en la Figura 85.

Se recomienda analizar las dinámicas de movilidad del sitio mediante un estudio integral de movilidad y dotar al sitio de la infraestructura necesaria para realizar el cruce de peatones entre ambos márgenes, circulación de ciclistas y animales de forma segura, según se requiera.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 116 de 168

**Figura 85.** Tramo 1 Radial Coyol: Inmediaciones de Matra y Gasolinera MiGas



### 3.5.4.2 Radial Atenas

En la Tabla 37 se desglosan los segmentos de vía sobre la Radial Atenas que evidencian mayor presencia de atropellos, insumo que permitió realizar una evaluación específica para identificar factores de riesgo de la infraestructura vial y del entorno de la vía que propician los choques de tipo atropello.



**Tabla 37.** Lista de tramos con ocurrencia de atropellos sobre la Radial Atenas, periodo 2016 – 2021

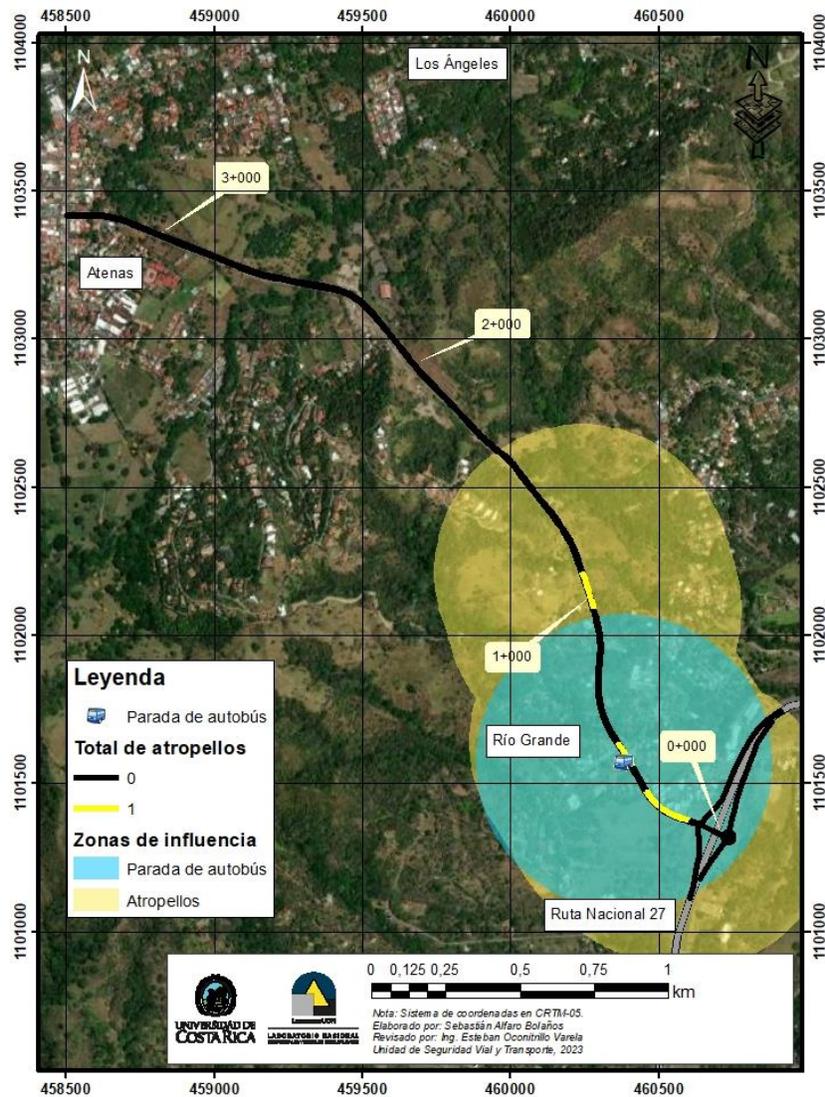
Tramo	ID	Longitud (m)	Inicio (km)	Final (km)	Peatón	Atropellos		
						Ciclista	Animal	Total
1	3	185,03	0,16	0,35	1	0	0	1
	5	94,51	0,44	0,53	0	0	1	1
	9	130,42	1,00	1,13	1	0	0	1

Del único tramo identificado, asociado a los tramos homogéneos 3, 5 y 9, comprendidos entre los estacionamientos 0+160 y 1+130, se identificó un uso de suelo mixto, que varía entre residencial y comercial, así como una sección transversal que se mantiene uniforme con 2 carriles en total. A pesar de la presencia de residencias y comercios, no hay infraestructura que permita un cruce seguro entre los márgenes, condición evidente en la Figura 86.

Se recomienda analizar las dinámicas de movilidad del sitio mediante un estudio integral de movilidad y dotar al sitio de la infraestructura necesaria para realizar el cruce de peatones entre ambos márgenes y circulación de animales de forma segura, según se requiera.

EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 118 de 168

**Figura 86.** Tramo 1 Radial Atenas: Gasolinera Río Grande



### 3.5.5 Evaluación de tramos de concentración de choques viales sobre la RN27

Basado en la metodología expuesta en la *Sección 3.1.5.2* Identificación de tramos de concentración de choques viales y la Tabla 4, se expone la clasificación por riesgo de siniestralidad y su escala por colores como lo indica la Tabla 38 con los tramos homogéneos que presentan un riesgo de siniestralidad superior a 0.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 119 de 168

**Tabla 38.** *Tramos homogéneos en función del riesgo de siniestralidad*

Tramo homogéneo	Longitud (m)	Inicio (km)	Final (km)	Riesgo de siniestralidad
2	80,26	0,36	0,44	3
3	499,33	0,44	0,94	1
4	419,79	0,94	1,36	1
9	69,66	1,99	2,06	4
10	76,57	2,06	2,14	1
11	154,65	2,14	2,29	3
12	86,34	2,29	2,38	1
13	212,63	2,38	2,59	4
14	422,68	2,59	3,01	3
17	503,32	3,80	4,30	5
22	1343,62	6,20	7,54	2
23	633,84	7,54	8,17	2
27	260,99	9,29	9,55	2
34	302,09	11,90	12,20	1
36	346,74	12,54	12,89	1
39	378,14	14,03	14,41	2
40	617,12	14,41	15,03	2
41	660,45	15,03	15,69	1
42	443,14	15,69	16,13	1
44	295,22	16,51	16,81	1
45	399,90	16,81	17,21	2
47	822,56	17,61	18,43	2
49	153,82	18,65	18,81	1
50	1001,29	18,81	19,81	2
55	341,27	21,59	21,93	1
56	1179,85	21,93	23,11	6
62	1167,45	25,71	26,87	6
63	823,88	26,87	27,70	2
65	299,89	27,98	28,28	5
69	772,44	29,15	29,92	4
70	186,86	29,92	30,11	1
72	1060,08	30,81	31,87	5
77	1520,47	34,09	35,61	2
82	274,10	37,38	37,65	2
84	307,07	37,85	38,16	2
85	374,61	38,16	38,53	1
86	282,37	38,53	38,82	5
95	1580,41	41,36	42,95	4



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 120 de 168

Tramo homogéneo	Longitud (m)	Inicio (km)	Final (km)	Riesgo de siniestralidad
96	450,84	42,95	43,40	2
99	192,88	43,93	44,12	3
100	213,36	44,12	44,33	3
101	100,68	44,33	44,43	1
102	400,44	44,43	44,83	1
103	348,97	44,83	45,18	1
104	435,62	45,18	45,62	3
107	309,09	46,58	46,89	2
112	376,25	47,81	48,18	6
113	118,18	48,18	48,30	1
114	363,26	48,30	48,67	4
115	304,96	48,67	48,97	2
118	328,48	49,83	50,15	2
120	357,20	50,58	50,94	3
121	395,14	50,94	51,34	3
123	189,14	51,68	51,87	3
125	1269,06	52,31	53,58	1
128	640,16	54,14	54,78	1
129	356,15	54,78	55,14	2
132	415,21	56,23	56,64	2
133	291,98	56,64	56,93	4
134	183,19	56,93	57,12	2
135	938,02	57,12	58,06	4
139	1638,27	59,60	61,24	4
142	423,06	62,22	62,64	6
144	417,34	62,92	63,34	3
147	293,41	64,78	65,07	3
148	227,97	65,07	65,30	1
151	554,62	65,97	66,53	3
155	877,71	68,55	69,43	1
156	419,83	69,43	69,85	3
160	264,51	70,81	71,07	3
161	157,90	71,07	71,23	3
163	127,45	71,39	71,52	3
166	355,44	72,54	72,89	1
171	1119,75	73,66	74,78	1
173	236,02	74,98	75,21	1
177	135,50	75,84	75,97	1
178	213,61	75,97	76,19	1

Nota. Se omitieron los tramos homogéneos con riesgo de siniestralidad de 0.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 121 de 168

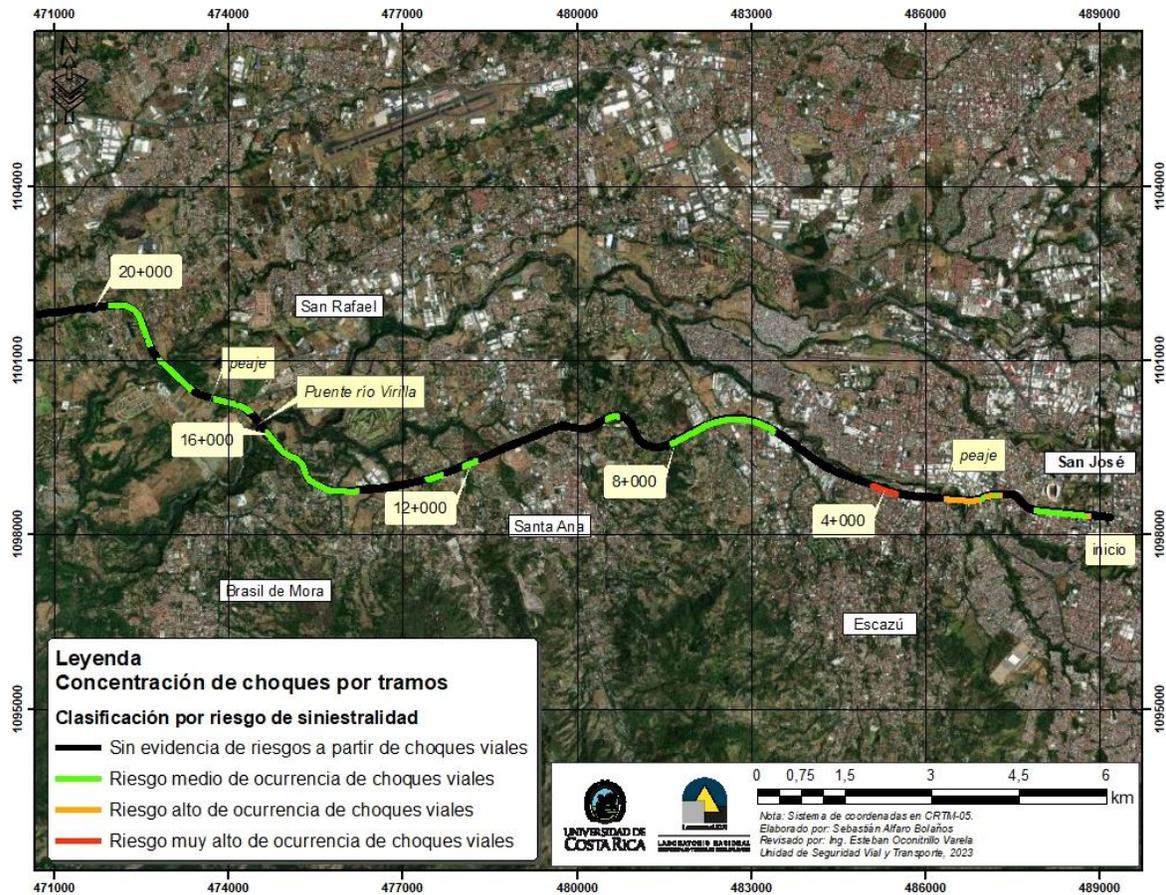
En las Figura 87, Figura 88, Figura 89 y Figura 90 se observa a nivel de mapas la categorización del riesgo de siniestralidad por tramo homogéneo para toda la Ruta Nacional 27, junto con los tramos sin evidencias de riesgos a partir del análisis de choques viales. De esto se observa la presencia de segmentos que varían entre un “riesgo medio” hasta “riesgo muy alto” de ocurrencia a través de toda la vía, condición que debe ser analizada en un estudio específico.

Los tramos con riesgo muy alto de siniestralidad se observan como segmentos rojos en los mapas, segmentos que son evaluados de forma detallada en las siguientes secciones.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 122 de 168

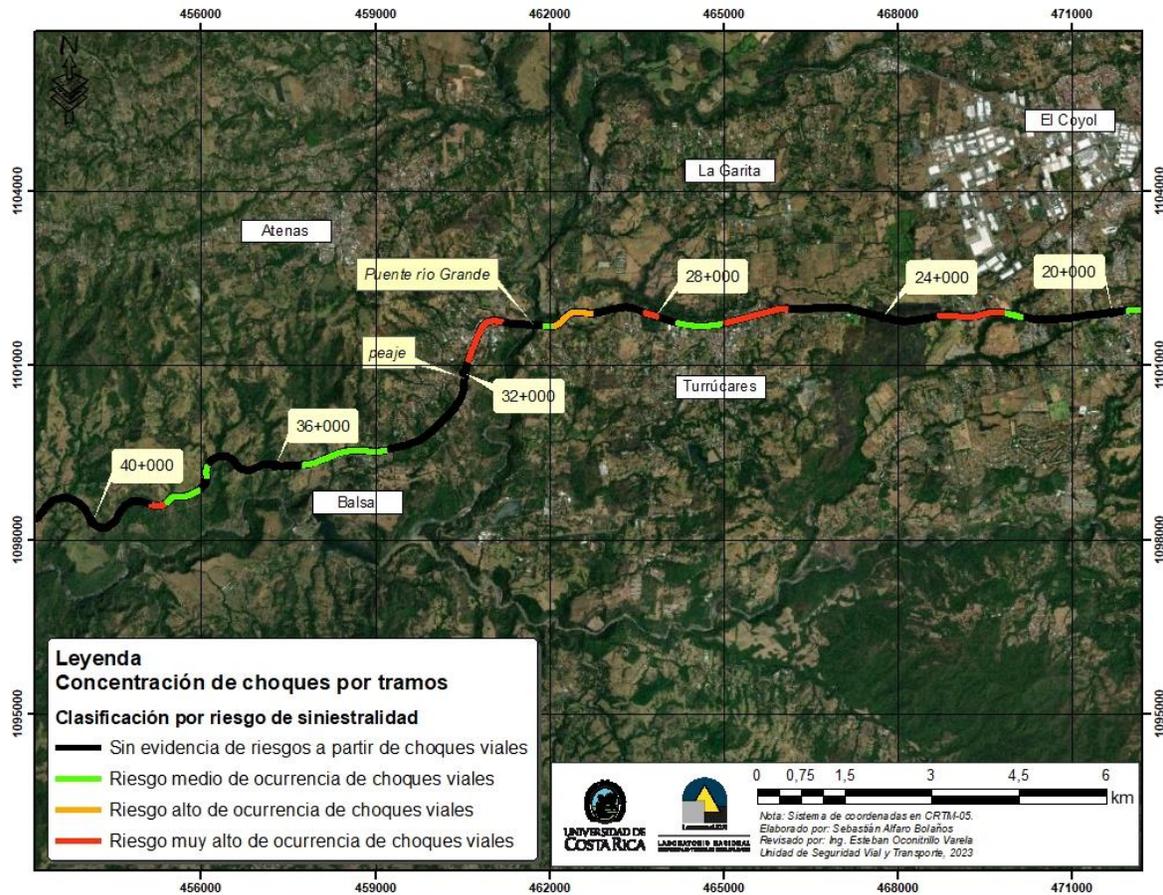
Figura 87. Riesgo de siniestralidad por tramo homogéneo: sección 0+000 – 20+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 123 de 168

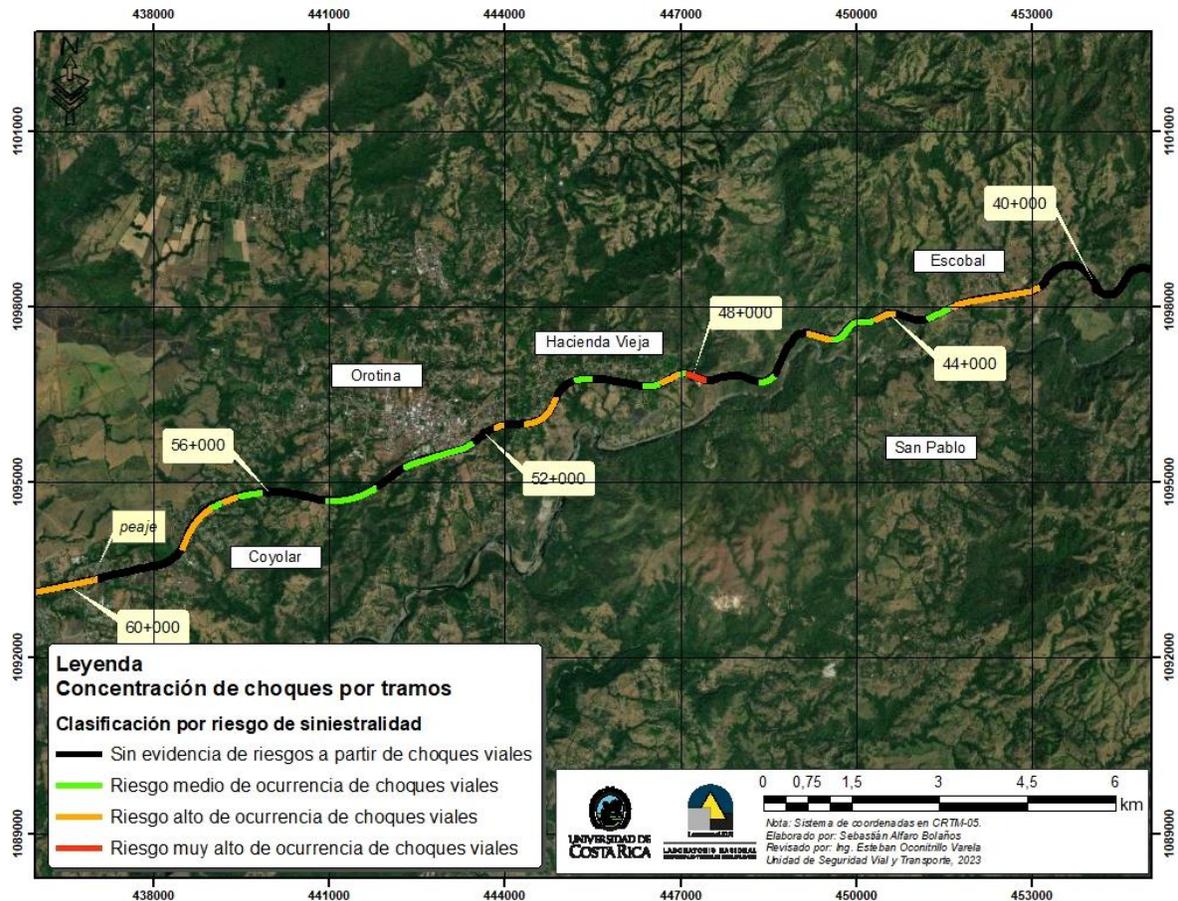
Figura 88. Riesgo de siniestralidad por tramo homogéneo: sección 20+000 – 40+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 124 de 168

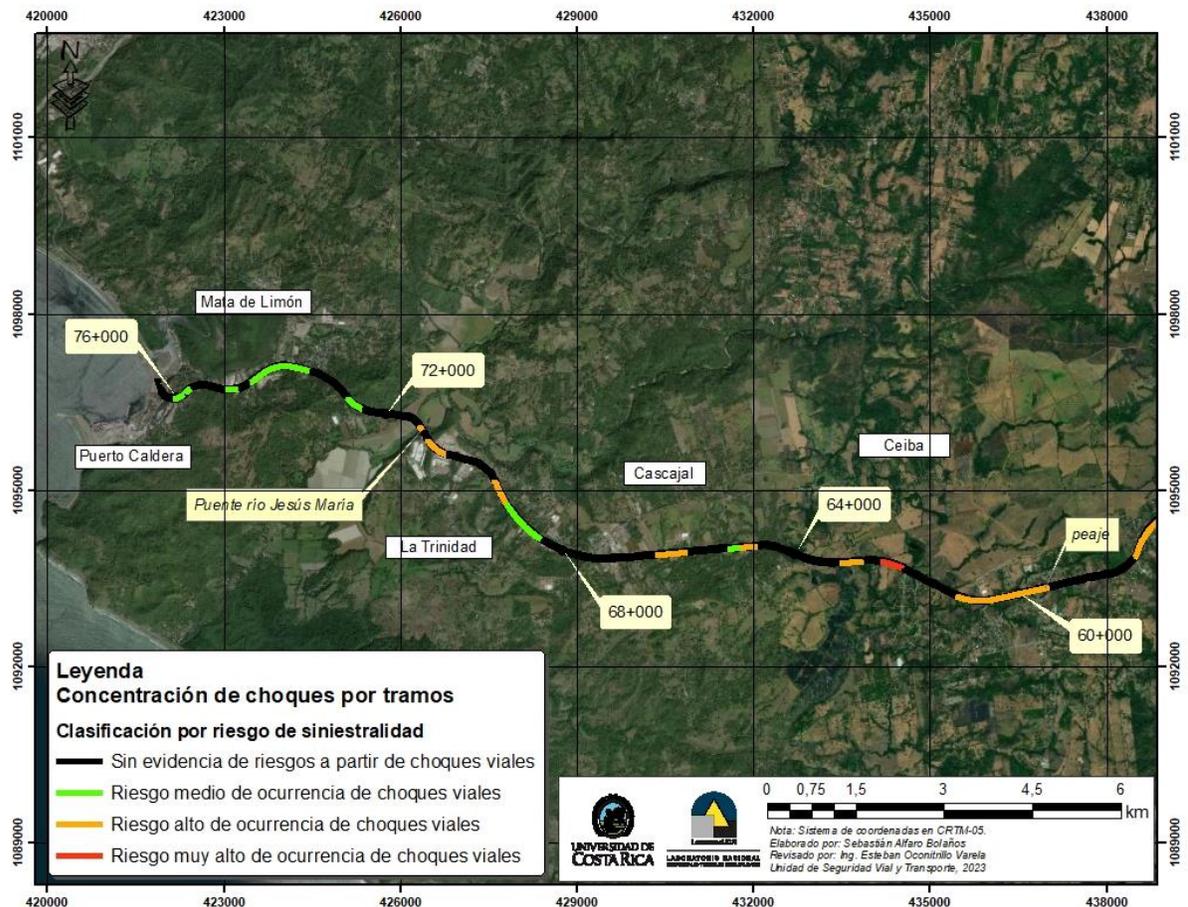
Figura 89. Riesgo de siniestralidad por tramo homogéneo: sección 40+000 – 60+000





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 125 de 168

**Figura 90.** Riesgo de siniestralidad por tramo homogéneo: sección 60+000 – 77+000



En función de los 8 tramos homogéneos que presentan un riesgo de siniestralidad con clasificación “Riesgo muy alto de ocurrencia de choques viales”, correspondiente a un valor de 5, 6 y 7, se analizaron de forma puntual los factores de riesgos asociados a la infraestructura vial que propician el aumento en la cantidad y severidad de los choques viales de forma específica, esto mediante la evaluación de los tramos con el sistema de inventario móvil Imajing.

### 3.5.5.1 Tramo homogéneo 17: Entre estacionamiento 3+800 – 4+300

El tramo homogéneo 17 inicia en el estacionamiento 3+800 y se extiende por 503 m hasta el estacionamiento 4+300, recorriendo el peaje de Escazú, aledaño al sector del Hotel Wyndham Garden Escazú.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 126 de 168

El registro de choques viales del 2016 al 2022 presentó 298 incidentes, cuyos efectos representaron: 3 fallecidos, 4 heridos graves, 39 heridos leves y 252 con solo daños materiales. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, prioritariamente resalta un 45 % de ocurrencia de choques laterales y un 33 % de choques por alcance.

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 40 km/h, sin embargo, ante la presencia de 3 carriles por sentido de aproximadamente 3,6 m de ancho, que luego transicionan hasta los múltiples carriles de los peajes, genera que los vehículos transiten a una velocidad superior, consistente con las características geométricas de los segmentos de vía previos.

Al analizar la tipología de choques viales con mayor ocurrencia, la sección transversal evidenciada en la Figura 91 propicia la ocurrencia de colisiones laterales y por alcance, esto al proveer una transición hacia los peajes sin un señalamiento vial autoexplicativa para los usuarios.

**Figura 91.** Sección transversal del tramo homogéneo 17





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 127 de 168

### 3.5.5.2 Tramo homogéneo 56: Entre estacionamiento 21+930 – 23+110

El tramo homogéneo 56 inicia en el estacionamiento 21+930 en el sector donde inicia la Radial Coyol y se extiende por 1180 m hasta el final de la radial, en el estacionamiento 23+110.

El registro de choques viales del 2016 al 2022 presentó 107 incidentes cuyos efectos representaron: 1 fallecido, 7 heridos graves, 11 heridos leves y 88 con solo daños materiales. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, prioritariamente resalta un 26 % de ocurrencia de choques laterales, 28 % por alcance y 21 % por salida de la vía.

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 80 km/h, con 2 carriles por sentido de circulación, separados por una mediana y anchos de carril de aproximadamente 3,6 m, condiciones que propician velocidades de operación altas.

El aumento en la velocidad de conducción es el resultado del cambio en la sección transversal de la vía previa al tramo homogéneo 56, donde las secciones presentan 1 carril por sentido, por lo que la troncal aledaña a la Radial Coyol es aprovechada para realizar maniobras de adelantamiento a alta velocidad.

En el sector de la mediana el espaldón interno es reducido, con un ancho cercano a 0,6 m, condición que aumenta la probabilidad de colisión contra las barreras de concreto, en especial en el principio y final de la barrera medianera donde se ubica un terminal de concreto que ha demostrado ser un obstáculo rígido que ha propiciado choques viales de alta severidad, ver Figura 92.

Adicionalmente, las maniobras de cambio de carril gestadas por el escaso ancho de espaldón y las maniobras de adelantamiento que se realizan en la sección, aumentan la probabilidad de que se presenten maniobras conflictivas en la troncal. Condición que aumenta ante el cambio en la cantidad de carriles al principio y final de la sección.

En la Figura 92, donde se observa la estructura tipo pórtico para las señales aéreas, el espaldón externo tiene un ancho aproximado de 1,8 m, y allí se presenta la bifurcación que da conexión a la Radial Coyol, en la cual no se cuenta con dispositivos de contención vehicular, por lo que podría aumentar la severidad de un posible choque.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 128 de 168

**Figura 92.** Sección transversal del tramo homogéneo 56



### 3.5.5.3 Tramo homogéneo 62: Entre estacionamiento 25+710 – 26+870

El tramo homogéneo 62 inicia en el estacionamiento 25+710 en el sector donde inicia la Radial Turrúcares y se extiende por 1160 m hasta el final de la radial, en el estacionamiento 26+870.

El registro de choques viales del 2016 al 2022 presentó 84 incidentes, cuyos efectos representaron: 7 fallecidos, 1 herido grave, 13 heridos leves y 63 con solo daños materiales. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, prioritariamente resalta un 55 % de ocurrencia de choques por alcance, 13% por vuelco y un 11 % de choques laterales.

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 80 km/h, con 2 carriles por sentido de circulación, separados por una mediana y anchos de carril de aproximadamente 3,6 m, condiciones que propician velocidades de operación altas.

El aumento de velocidad por parte de los conductores es el resultado del cambio en la sección transversal de la vía previa al tramo homogéneo 62, donde las secciones



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 129 de 168

presentan 1 carril por sentido, por lo que el sector aledaño a la Radial Turrúcares es aprovechado para realizar maniobras de adelantamiento a alta velocidad.

Adicionalmente, en el sector de la mediana el espaldón interno es reducido, con un ancho cercano a 0,6 m, condición que aumenta la probabilidad de colisión contra las barreras de concreto, en especial en el principio y final de la barrera medianera donde se ubica un terminal de concreto que ha demostrado ser un obstáculo rígido que ha propiciado choques viales de alta severidad.

El sector aledaño a las bifurcaciones que conectan la troncal con la Radial Turrúcares presentan un desnivel entre la vía y la bifurcación, condición que, al no presentar un dispositivo de contención vehicular, puede propiciar la ocurrencia del vuelco de un vehículo en caso de circular cerca de la sección, condición presente en la Figura 93. Cabe destacar que la barrera lateral de la bifurcación, al presentar un terminal abatido con esviaje, también podría favorecer el vuelco de vehículos.

**Figura 93.** Sección transversal del tramo homogéneo 62





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 130 de 168

#### 3.5.5.4 Tramo homogéneo 65: Entre estacionamiento 27+980 – 28+280

El tramo homogéneo 65 inicia en el estacionamiento 27+980, al oeste de la Radial Turrúcares y se extiende por 300 m hasta el estacionamiento 28+280.

El registro de choques viales del 2016 al 2022 presentó 24 incidentes, cuyos efectos representaron: 2 fallecidos, 1 herido grave, 1 herido leve y 20 con solo daños materiales. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, prioritariamente resalta un 33 % de choques por alcance, un 21 % de ocurrencia de choques por salida de vía y un 13 % por choques laterales.

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 80 km/h, con 1 carril en sentido hacia Caldera y 2 carriles en sentido hacia San José. No presenta separación física entre ambos flujos de circulación, lo que sumado a anchos de carril de aproximadamente 3,3 m y un espaldón externo de ancho aproximado de 1,5 m, aumenta la probabilidad de ocurrencia de choques, en especial ante una geometría rectilínea que propicia el aumento en la velocidad de operación, como se observa en la Figura 94.

**Figura 94.** Sección transversal del tramo homogéneo 65





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 131 de 168

### 3.5.5.5 Tramo homogéneo 72: Entre estacionamiento 30+810 – 31+870

El tramo homogéneo 72 inicia en el estacionamiento 30+810 donde inicia la Radial Atenas y se extiende por 1060 m hasta el final de la radial en el estacionamiento 31+870.

El registro de choques viales del 2016 al 2022 presentó 80 incidentes, cuyos efectos representaron: 1 fallecido, 4 heridos graves, 23 heridos leves y 52 con solo daños materiales. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, prioritariamente resalta un 24 % de ocurrencia de choques por alcance, 20 % de choques laterales, un 18 % por salida de la vía y un 16 % de choques frontales.

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 80 km/h, con 2 carriles por sentido de circulación separados por una mediana y anchos de carril de aproximadamente 3,6 m, condiciones que propician velocidades de operación altas.

El aumento de velocidad por parte de los conductores es el resultado del cambio en la sección transversal de la vía, esto anterior y posterior al tramo homogéneo 72, donde las secciones presentan 1 carril por sentido, por lo que la zona de la troncal que da conexión a la Radial Atenas es utilizada para realizar maniobras de adelantamiento a alta velocidad. Adicionalmente, el espaldón interno es reducido, con un ancho cercano a 0,6 m, condición que aumenta la probabilidad de colisión contra las barreras de concreto, en especial en el principio y final de la barrera medianera donde se ubica un terminal de concreto que ha demostrado ser un obstáculo rígido que ha propiciado choques viales de alta severidad.

En el sector del espaldón externo, el ancho aproximado es de 1,6 m, insuficiente para que un vehículo salga de la vía completamente y pueda detenerse de forma segura, como se observa en la Figura 95.

Adicionalmente, análogo a las bifurcaciones en el tramo homogéneo 62, ambos márgenes presentan bifurcaciones que dan conexión entre la troncal y la Radial Turrúcares, sin embargo, el desnivel generado por la geometría y la ausencia de un sistema de contención vehicular, genera condiciones geométricas que propician el vuelco de vehículos al circular sobre la sección.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 132 de 168

**Figura 95.** Sección transversal del tramo homogéneo 72



#### 3.5.5.6 Tramo homogéneo 86: Entre estacionamiento 38+530 – 38+820

El tramo homogéneo 86 inicia en el estacionamiento 38+530 y se extiende por 290 m hasta el estacionamiento 38+820, sector al este de la Radial Escobal.

El registro de choques viales del 2016 al 2022 presentó 22 incidentes, cuyos efectos representaron: 1 fallecido, 2 heridos graves, 5 heridos leves y 14 con sólo daños materiales. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, prioritariamente resalta un 32 % de ocurrencia de choques por alcance, un 23 % de vuelcos, un 18% por colisión frontal y un 14% por salida de la vía.

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 70 km/h para el flujo en sentido hacia San José y de 80 km/h para el flujo en sentido hacia Caldera, sin embargo, ante la presencia de 3 carriles en total para toda la vía, el tramo propicia la circulación a alta velocidad y maniobras de adelantamiento.

En el sector del espaldón externo, el ancho aproximado es de 1,8 m, sin embargo, este es insuficiente para que un vehículo se detenga de forma segura fuera de la vía.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 133 de 168

Adicionalmente, posterior al espaldón se evidencian taludes de pendiente positiva y negativa, barreras de contención sin las condiciones de zona libre apropiadas para contener y redireccionar un vehículo de forma segura y cunetas con sección transversal triangular no traspasable, condiciones visibles en la Figura 96.

**Figura 96.** Sección transversal del tramo homogéneo 86



### 3.5.5.7 Tramo homogéneo 112: Entre estacionamiento 47+810 – 48+180

El tramo homogéneo 112 inicia en el estacionamiento 47+810 y se extiende por 370 m sobre las aproximaciones y el puente sobre el río Salitral, hasta el estacionamiento 48+180.

El registro de choques viales del 2016 al 2022 presentó 32 incidentes, cuyos efectos representaron: 4 fallecidos y 28 con sólo daños materiales. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, prioritariamente resalta un 50 % de ocurrencia de choques por alcance, 13 % de choques frontales, y un 13 % debido a vuelcos.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 134 de 168

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 80 km/h, una geometría predominantemente rectilínea y 1 carril por sentido de circulación de aproximadamente 3,6 m de ancho. Condiciones que propician la circulación a altas velocidades de operación.

En el sector del espaldón externo fuera del puente, el ancho aproximado es de 1,8 m, pero sobre el puente el espaldón presenta anchos que rondan 1 m, valores insuficientes para que un vehículo se posicione completamente fuera del carril de circulación ante un imprevisto.

Cabe destacar que algunos tramos de aproximaciones a los puentes no cuentan con sistemas de contención vehicular apropiados con sus respectivas transiciones. Como se observa en la Figura 97, la aproximación del margen derecho, en sentido hacia Caldera, presenta un elemento de concreto que recibiría a un vehículo de forma abrupta en caso de colisionarlo, condición que, ante la utilización de un sistema de contención vehicular, permitiría reducir la severidad del evento.

**Figura 97.** Sección transversal del tramo homogéneo 112





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 135 de 168

### 3.5.5.8 Tramo homogéneo 142: Entre estacionamiento 62+220 – 62+640

El tramo homogéneo 142 inicia en el estacionamiento 62+220 y se extiende por 420 m hasta el estacionamiento 62+640.

El registro de choques viales del 2016 al 2022 presentó 13 incidentes, cuyos efectos representaron: 2 fallecidos, 2 heridos graves, 3 heridos leves y 6 con sólo daños materiales. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, prioritariamente resalta un 31 % de choques por salida de la vía, un 23 % de choques frontales y un 23% de choques por alcance.

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 80 km/h, con un alineamiento predominantemente rectilíneo, con 1 carril por sentido de circulación de aproximadamente 3,6 m de ancho. Adicionalmente, no cuenta con división física entre los flujos de circulación, presenta espaldones externos de 1,8 m de ancho y cunetas no traspasables con sección triangular, como se observa en la Figura 98.

**Figura 98.** Sección transversal del tramo homogéneo 142





### 3.5.6 Evaluación de tramos de concentración de choques viales sobre Radial CoyoI

Esta evaluación se basa en la metodología expuesta en la Sección 3.1.5.2 Identificación de tramos de concentración de choques viales y la Tabla 4, donde se expone la clasificación por riesgo de siniestralidad y su escala por colores, implementada en la Tabla 39 con los tramos homogéneos que presentan un riesgo de siniestralidad superior a 0.

**Tabla 39.** Tramos homogéneos en función del riesgo de siniestralidad en Radial CoyoI

Tramo homogéneo	Longitud (m)	Inicio (km)	Final (km)	Riesgo de siniestralidad
2	92,18	0,08	0,17	3
6	861,49	0,99	1,85	2
10	217,62	2,71	2,93	2
13	276,93	3,33	3,61	3
14	374,36	3,61	3,98	3
16	110,99	4,15	4,26	2

*Nota.* Se omitieron los tramos homogéneos con riesgo de siniestralidad de 0.

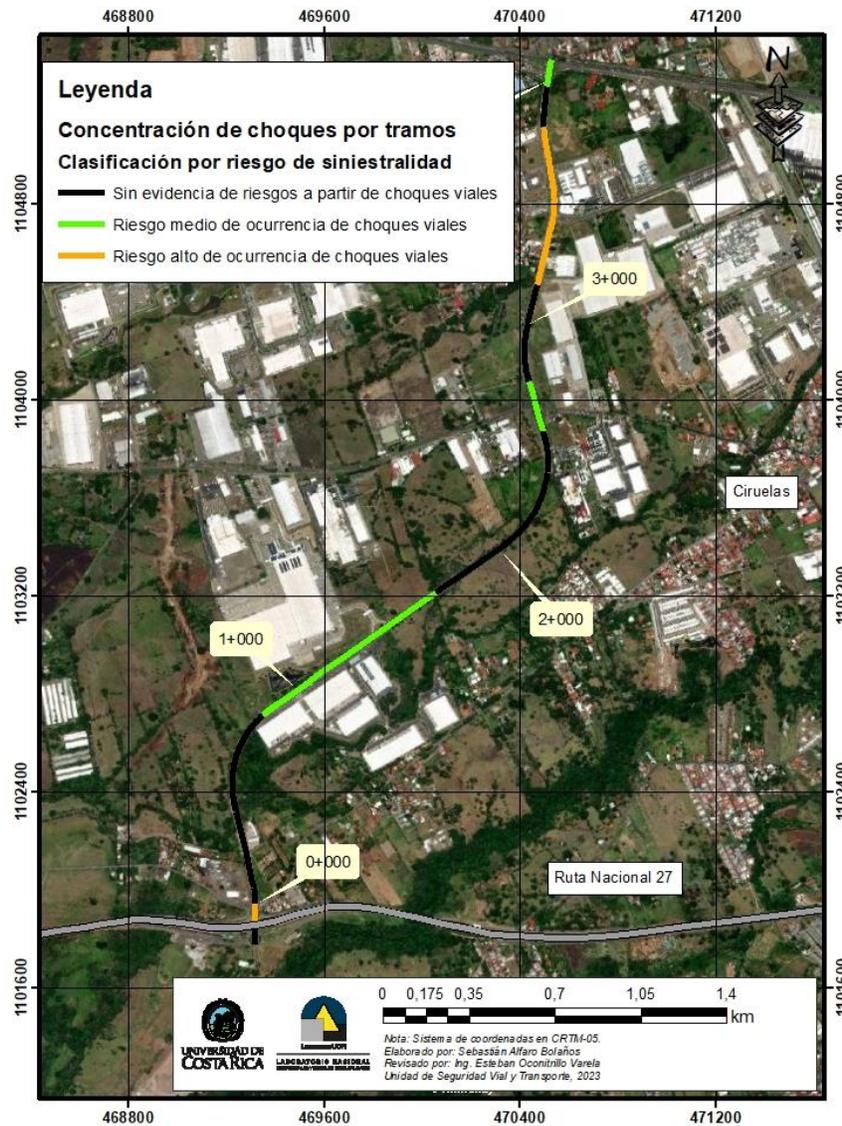
En la Figura 99 se observa a nivel de mapas la categorización del riesgo de siniestralidad por tramo homogéneo para la Radial CoyoI, junto con los tramos sin evidencias de riesgos a partir del análisis de choques viales. De esto, se observa la presencia de segmentos que varían entre un riesgo medio hasta riesgo alto de ocurrencia a través de toda la vía, condición que debe ser analizada en un estudio específico.

Los tramos con riesgo alto de siniestralidad se observan como segmentos en amarillo en los mapas, segmentos que son evaluados de forma detallada en las siguientes secciones.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 137 de 168

Figura 99. Riesgo de siniestralidad por tramo homogéneo Radial Coyoil





EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 138 de 168

### 3.5.6.1 Tramo homogéneo 2: Rotondas en paso a desnivel sobre R.N.27

El tramo homogéneo 2 inicia en el estacionamiento 0+080 y se extiende por 92 m hasta el estacionamiento 0+170, a través de las rotondas del paso a desnivel sobre la R.N.27.

El registro de choques viales del 2016 al 2021, de solo eventos con heridos y fallecidos, presentó 7 incidentes, cuyos efectos representaron: 1 herido grave y 6 heridos leves. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, prioritariamente resalta un 40 % de vuelcos y un 30% por colisión de motocicleta.

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 30 km/h, ya que corresponde a las aproximaciones de la rotonda, sin embargo, las velocidades de operación a las que se aproximan los vehículos a la rotonda podrían propiciar las colisiones y vuelcos.

### 3.5.6.2 Tramo homogéneo 13 - 14: Aledaño a Servicentro MiGas y MATRA

Los tramos homogéneos 13 y 14 inician en el estacionamiento 3+330 y se extienden por 651 m hasta el estacionamiento 3+980, aledaño al Servicentro MiGas y venta de maquinaria pesada MATRA.

El registro de choques viales del 2016 al 2021, de sólo eventos con heridos y fallecidos, presentó 18 incidentes cuyos efectos representaron: 2 fallecidos, 1 herido grave y 15 heridos leves. De forma complementaria, al analizar los choques por tipo, resalta la presencia de un 83 % de eventos asociados a colisiones entre usuarios (atropello a persona, atropello a animal, colisión con bicicleta, colisión con motocicleta y colisión entre vehículos), de los cuales un 70 % corresponden a colisión con motocicletas.

El tramo presenta una velocidad reglamentaria de 40 km/h, con un alineamiento predominantemente rectilíneo con curvas de radio amplio, con 1 carril por sentido de circulación de aproximadamente 3,6 m de ancho, un carril para canalizar las maniobras hacia las rampas y un carril exclusivo de giro en la zona central, por lo que presenta una sección transversal amplia. Las condiciones geométricas propician una circulación a mayor velocidad de la reglamentada y generan riesgos por las maniobras entre los accesos e intersecciones con la vía principal, las rampas y desarrollos comerciales e industriales, como se observa en la Figura 100.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 139 de 168

**Figura 100.** Sección transversal de los tramos 13-14



### 3.5.7 Evaluación de tramos de concentración de choques viales sobre Radial Atenas

Basado en la metodología expuesta en la Sección 3.1.5.2 Identificación de tramos de concentración de choques viales y la Tabla 4, donde se expone la clasificación por riesgo de siniestralidad y su escala por colores, implementada en la Tabla 40 con los tramos homogéneos que presentan un riesgo de siniestralidad superior a 0.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 140 de 168

**Tabla 40.** *Tramos homogéneos en función del riesgo de siniestralidad en Radial Atenas*

Tramo homogéneo	Longitud (m)	Inicio (km)	Final (km)	Riesgo de Siniestralidad
1	74,26	0,00	0,07	1
3	185,03	0,16	0,35	1
4	92,96	0,35	0,44	2
5	94,51	0,44	0,53	2
7	98,51	0,64	0,74	1
8	259,73	0,74	1,00	1
10	249,69	1,13	1,38	2
11	629,16	1,38	2,01	1
14	424,25	2,29	2,71	2
17	91,62	3,19	3,28	1
18	77,56	3,28	3,36	1

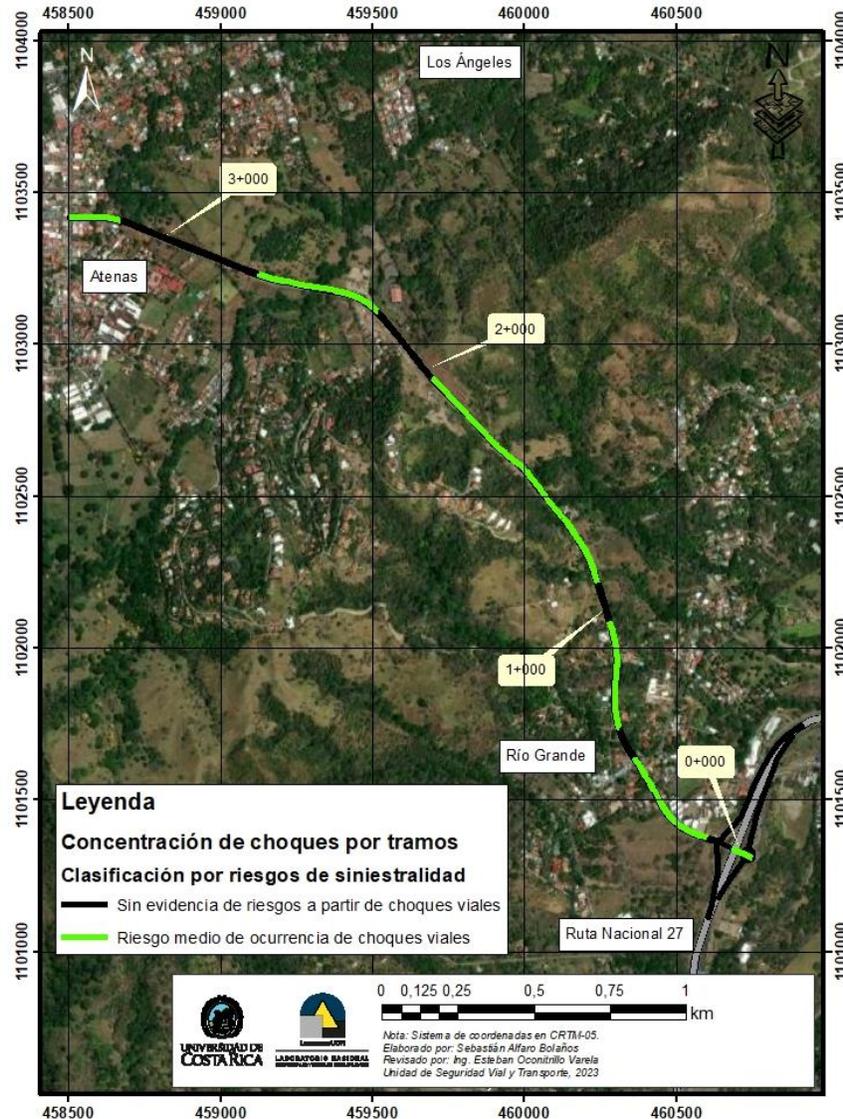
Nota: se omitieron los tramos homogéneos con riesgo de siniestralidad de 0.

En la Figura 101 se observa a nivel de mapas la categorización del riesgo de siniestralidad por tramo homogéneo para la Radial Atenas, junto con los tramos sin evidencias de riesgos a partir del análisis de choques viales. De esto se observa la presencia de algunos segmentos con riesgo medio. Dado que no se identificaron tramos con riesgo alto, no se incorporó un análisis específico de cada tramo homogéneo.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 141 de 168

**Figura 101.** Riesgo de siniestralidad por tramo homogéneo Radial Atenas



### 3.5.8 Posibilidades de mejora ante choques viales

Como se evidenció en la evaluación de cada uno de los tramos homogéneos, tanto de la troncal como de las radiales, las deficiencias son repetitivas y esto responde a una concepción deficiente del proyecto desde la recolección de información básica hasta las



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 142 de 168

consideraciones de diseño, por lo que de forma general el proyecto presenta deficiencias consistentes a lo largo de la vía.

Ante esta particularidad, se procede a identificar posibilidades de mejora a partir de las deficiencias identificadas en los tramos homogéneos para el corto plazo, así como para el escenario en el que se valora la ampliación de la vía. Adicionalmente, se presentan recomendaciones en la Sección 3.6 Observaciones complementarias.

A corto plazo:

- Implementar medidas efectivas que propicien la reducción de velocidad en las aproximaciones a los peajes y en la sección de la troncal donde se da la conexión a las radiales.
- Implementar medidas efectivas de precaución y alerta cerca de zonas urbanas principalmente, donde hay mayor presencia de usuarios vulnerables y de intercambio de flujos vehiculares.
- Implementar medidas que alerten a los conductores ante la salida de vía, como lo es el uso de bandas sonoras en el espaldón externo.
- Colocar señales o dispositivos tipo delineadores previo a las bifurcaciones de accesos a las radiales e inicio y final de las barreras medianeras para alertar a los usuarios ante la presencia de estos riesgos. El uso de hitos de vértice en las bifurcaciones es altamente recomendable, para favorecer mayormente la conducción de noche y con lluvia.
- Desincentivar las maniobras de adelantamiento e invasión del carril opuesto de circulación con dispositivos tal como delineadores, esto para las zonas de mayor ocurrencia de choques viales.

Escenario de posible ampliación de la vía:

- Para esta ampliación los responsables deben apegarse en materia de diseño geométrico al Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA (2011); específicamente, en temas asociados a anchos de espaldón y longitudes de carriles de aceleración y desaceleración, sin dejar de lado los demás parámetros que la norma establece.
- Mantener consistencia en el diseño geométrico de la vía.
- Elaborar estudios integrales de movilidad para un adecuado diseño de las facilidades peatonales y ciclistas especialmente.
- Implementar análisis de márgenes y diseños de sistemas de contención vehicular.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 143 de 168

- Implementar cunetas de sección transversal segura o traspasables mediante rejillas o un rediseño de la sección.
- Separar de forma física ambos flujos de circulación a lo largo de toda la troncal.

### 3.6 Observaciones complementarias

En aras de complementar oportunidades de mejora del proyecto existente y exponerlas para su consideración en la ampliación de la vía, se exponen observaciones generales del proyecto, en función de la presente evaluación y basadas en las observaciones planteadas en los informes anteriores:

- INF-PI-UGERVN-12-2020, correspondiente a la Evaluación del proyecto San José – Caldera, Ruta Nacional 27 del periodo 2019 - 2020.
- EIC-Lanamme-INF-0140-2021, correspondiente a la Evaluación del proyecto San José – Caldera, Ruta Nacional 27 del periodo 2020 - 2021.
- LM-PI-USVT-003-2021, correspondiente a la Revisión de aspectos de seguridad vial, movilidad y diseño geométrico del Anteproyecto para la ampliación de tramos específicos de la Carretera San José – Caldera.
- EIC-Lanamme-INF-0776-2022, correspondiente a la Evaluación del proyecto San José – Caldera, Ruta Nacional 27 del periodo 2021 - 2022.

#### 3.6.1 Movilidad segura e inclusiva

Las dinámicas de movilidad de los distintos usuarios deben atenderse de formas que permitan identificar sus necesidades específicas, por lo que se segmentan las observaciones según usuarios motorizados y no motorizados. Sin embargo, es importante entender la movilidad de forma integral y encontrar el punto que satisfaga las necesidades de todos los usuarios, sin minimizar las de los usuarios más vulnerables.

##### 3.6.1.1 Usuarios vulnerables (no motorizados)

El diseño de la actual Ruta Nacional 27 sugiere un entorno vial para el desplazamiento de vehículos automotores, de forma predominante; sin embargo, a lo largo de la ruta hay diferentes entornos urbanos y rurales, los cuales generan una necesidad de conectar con lados opuestos de esta vía principal. Es por ello que se requiere de estudios de movilidad de usuarios no motorizados para entender estas necesidades de desplazamiento y su interacción con la troncal principal de la carretera y proveer infraestructura y facilidades seguras para cruzar la vía y acceder al servicio de transporte público.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 144 de 168

Los requerimientos de los usuarios no motorizados suelen omitirse en los estudios viales, ya que se tiene la concepción de que una carretera es de uso único de los vehículos automotores, lo que propicia conflictos entre los distintos usuarios y genera una condición de riesgo para los usuarios más vulnerables.

Para evitar la invisibilización de los usuarios no motorizados, se deben realizar estudios de movilidad integrales, que contemplen a los peatones, ciclistas y otros usuarios no motorizados, donde se consideren parámetros como las trayectorias, los orígenes y destinos, características socioeconómicas y de género, percepción de los usuarios, funcionalidad, entre otros parámetros que permitirán una mejor concepción del entorno. De forma análoga, para entender mejor la necesidad de estos usuarios, es de vital importancia la participación ciudadana, de manera que los usuarios identifiquen sus necesidades propias y enriquezcan las propuestas.

Cabe destacar que, el proyecto, en términos generales canaliza a los usuarios no motorizados mediante puentes peatonales en diversos sectores de la vía, sin embargo, estos según Montero (2019) presentan algunas de las siguientes deficiencias:

- Ausencia de sistemas de contención vehicular laterales en accesos a puente.
- Ausencia de malla de protección.
- Ausencia de conexión a infraestructura ciclista o de transporte público.
- Ausencia de iluminación en accesos.

En diversos sectores, se evidenció la presencia de bahías de autobús en ambos márgenes de la vía, pero no se presentan condiciones seguras desde el punto de vista vial o social para conectar las trayectorias de los usuarios, por lo que se evidencia falencias en esta área.

Estas deficiencias representan riesgos para los usuarios no motorizados, tanto a nivel de seguridad vial, como de seguridad social, por lo que se insta a realizar los análisis necesarios para proveer entornos más seguros para los usuarios no motorizados.

### 3.6.1.2 Usuarios motorizados

Para estimar con mayor certeza la capacidad de la vía para los usuarios motorizados, es indispensable el uso de modelos de demanda de transporte urbano actualizados que permitan identificar los patrones de movilidad y los flujos de los usuarios.

Posterior a la estimación de la demanda de usuarios motorizados, es necesaria la simulación del tránsito, con un programa que permita evaluar las condiciones del proyecto, como peajes, bahías de autobús, interacción de distintos tipos de usuarios, condiciones de



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 145 de 168

congestión, radiales con rotondas, distintos niveles operativos de vías (autopista – entorno urbano), entre otros.

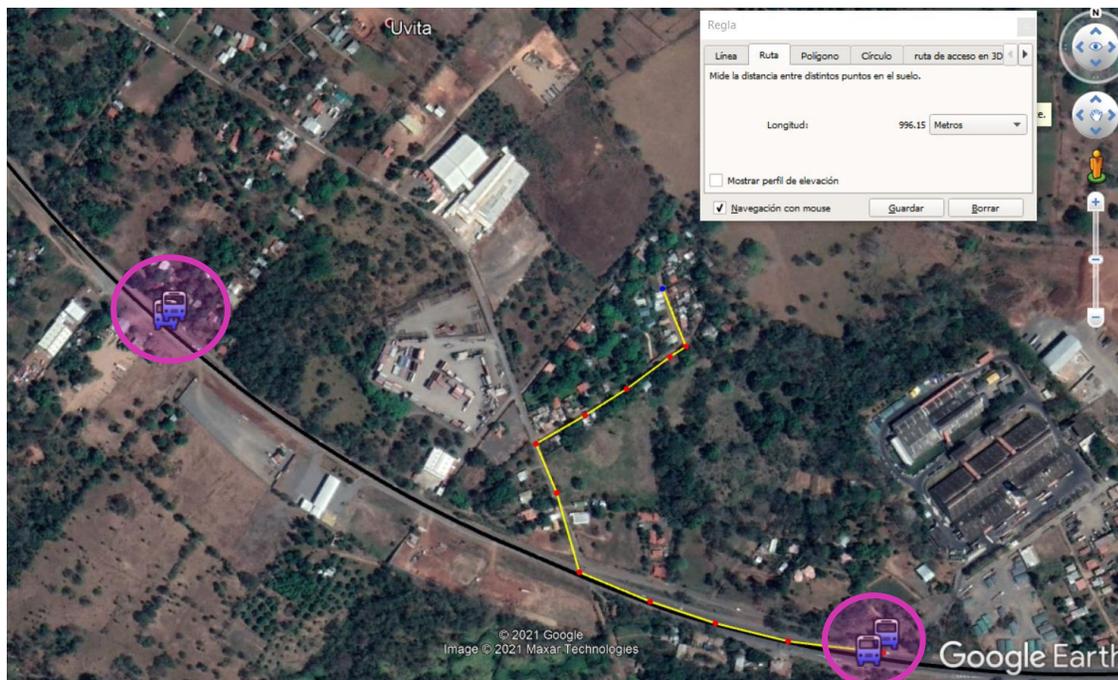
En caso necesario, la simulación debería alcanzar un nivel microscópico, modelo que permite analizar la interacción entre usuarios de forma detallada.

Estos análisis permitirán una mejor concepción de la vía, identificar la necesidad real de demanda, considerar la demanda latente y definir una geometría suficiente para operar con medidas de desempeño, esperados de una autopista, sin requerir implementar medidas paliativas como los carriles reversibles, lo cual genera altos riesgos a nivel de seguridad vial, o alcanzar su capacidad en corto plazo.

### 3.6.1.3 Transporte público

Adicionalmente a los tramos de mayor concentración de atropellos, se observó la ubicación de las bahías de autobús en la troncal principal de la Ruta Nacional 27 con respecto a las zonas residenciales. A manera de ejemplo, el caso del poblado de Uvita en La Ceiba de Orotina, tal como se observa en la Figura 102.

**Figura 102.** Ejemplo de recorrido de vecinos del poblado de Uvita, sector este



La Figura 102 muestra un ejemplo de la distancia de aproximadamente 1 km que una persona que vive en el sector este de Uvita debe de caminar para poder acceder a la



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 146 de 168

parada del autobús. Esto fue confirmado a través de conversaciones con vecinos de la zona que estaban esperando el autobús, como se observa en la Figura 103. Estas personas deben cruzar la vía principal y caminar por el espaldón al menos 500 metros, ya que no hay aceras (más allá del área que abarca la bahía de autobuses) ni calles marginales que canalicen los flujos locales. En muchos casos, en los tramos divididos de la carretera, los vecinos confirmaron que es común que las personas tengan que pasar por encima de la barrera central de concreto para cruzar, buscando siempre la menor distancia de caminata.

**Figura 103.** Vecinos de Uvita y otros poblados cercanos, esperando autobús



### 3.6.2 Seguridad vial

Tanto para el proyecto vigente, como para su futura ampliación, es necesario ampliar y detallar las necesidades en materia de seguridad vial del proyecto, en especial, ante lo limitado que fue su alcance en el Cartel de licitación (CNC, 2000a) y Contrato de concesión (CNC, 2000b).

Aparte de referirse a la señalización vertical y demarcación horizontal de forma detallada, la *Sección 2.13.4.8. Proyecto de seguridad vial del Contrato de concesión* y *Sección 2.3.2.1.9. Proyecto de seguridad vial del Cartel de licitación*, especifica:



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 147 de 168

*“El proyecto de seguridad vial también deberá establecer la necesidad de dispositivos que permitan dar seguridad al tránsito, tales como el uso de valla en la medianera para evitar el encandilamiento de los conductores, vallas peatonales y cierres de accesos para evitar el cruce de peatones y de animales hacia la vía principal, elementos de contención, amojonamiento, defensas New Jersey o similar, bordes alertadores, etc. Todo lo anterior, tomando en cuenta los estándares internacionales en lo referente a seguridad vial. (CNC, 2000ab)”*

A nivel de cartel y contrato, se evidencia la ausencia de especificidad en cuanto a los estándares internacionales necesarios para la selección de medidas que brinden seguridad a la vía y el diseño de las mismas, por lo que, ante la posibilidad de ampliación de la vía, es recomendable actualizar la normativa de referencia y definir documentos nacionales e internacionales específicos. A continuación, se enlistan algunos documentos que podrán ser de ayuda para esta labor en la versión indicada o en su versión vigente, cabe destacar que, esta no es una lista extensiva o completa de la normativa que debe regir al proyecto, y solo se aporta a manera de ejemplo:

- Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial (SIECA, 2011).
- Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA, 2014).
- Manual de especificaciones generales para la conservación de caminos, carreteras y puentes (MOPT, 2015).
- Guía para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial (Valverde, 2010).
- MOPT-03-05-01-0917-2019: Guía técnica de diseño para infraestructura ciclista (MOPT, 2019)
- Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).
- Ley N° 9976 Movilidad peatonal
- Ley N° 9660 Movilidad y seguridad ciclística
- Decreto N° 38799-MOPT Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías.
- Decreto N° 37347-MOPT Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, en la formulación y ejecución de las obras públicas pertinentes controladas por el MOPT y por el Estado costarricense, donde se incorpora el Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 148 de 168

- Decreto N° 40632-MOPT donde se establece la incorporación obligatoria del componente de seguridad vial en todas las labores de planificación y construcción de obras viales y su eventual conservación, mejoramiento y/o rehabilitación.

Adicionalmente, es importante que el Consejo Nacional de Concesiones, en aras de mejorar el registro de datos de choques viales, utilice los mismos estándares que el Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) aplica, ya que, al procesar la información de choques viales suministrados por el Consejo Nacional de Concesiones, se evidenciaron las siguientes deficiencias:

- Categoría de tipos de choques que no coinciden con las categorías establecidas por el COSEVI, por lo que no es viable comparar las estadísticas.
- Categorías asignadas de forma arbitraria: Al revisar la descripción del evento y la categoría asignada, no es clara la diferencia entre colisión por alcance, colisión triple por alcance y colisión posterior.
- Descripciones poco informativas: Al no contar con un registro estándar separado según el tipo de información que debe recopilarse en cada evento, la descripción de cada siniestro vial no es consistente en cantidad ni calidad de la información, ya que su contenido queda a criterio del personal a cargo del registro.
- Subregistro en radiales: Al solicitar el registro de choques viales de las radiales para el periodo 2016-2022 al CNC, se suministró vía oficio SJ-C 2022-0100-DO un total de 20 eventos para todas las severidades de choques viales y para las cuatro radiales, registro incompleto para un periodo de 7 años, al compararlo con los datos del COSEVI.
- Desglose en registro de atropellos: En los datos obtenidos del CNC, no se proporcionaron registros detallados de los atropellos por tipo de usuario, lo cual limita el análisis de accidentalidad para usuarios vulnerables.

Sumado a la necesidad de mejorar la normativa asociada al proyecto y las prácticas de gestión de datos de choques viales, es importante que se especifiquen procedimientos de análisis de los datos de choques viales que permitan identificar los sitios en los que sean más recurrentes los siniestros viales.

De forma complementaria y proactiva, se recomienda especificar procedimientos de evaluación periódica en la seguridad del proyecto, esto mediante evaluaciones de seguridad vial que permitan identificar posibilidades de mejora en el proyecto, previo a que ocurran choques viales. Adicionalmente, metodologías como el análisis de conflictos, permiten identificar zonas conflictivas para los usuarios, sin que estén registradas en



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 149 de 168

boletas de choques viales, por lo que amplía las posibilidades de análisis para resolver las deficiencias en materia de seguridad vial.

Cabe destacar que tanto en el cartel (CNC, 2000a) como en el contrato (CNC, 2000b) del proyecto, se detalla ampliamente el procedimiento para estimar el “Premio por seguridad vial”, sin embargo, este premio no especifica una sanción u obligaciones que deba realizar la empresa concesionaria ante el escenario opuesto, en el que la vía presenta condiciones deficientes en materia de seguridad vial, como las presenta en la actualidad.

### 3.6.3 Geometría

A nivel geométrico se repiten las mismas observaciones presentadas en los informes INF-PI-UGERVN-12-2020, EIC-Lanamme-INF-0140-2021, LM-PI-USVT-003-2021 y EIC-Lanamme-INF-0776-2022. En estos informes se evidenciaron deficiencias en la ubicación de bahías de autobús, el escaso espaldón y las distancias reducidas de carriles de aceleración y desaceleración. De forma complementaria, la presencia de cunetas con sección transversal triangular y la ausencia de una mayor consistencia en la sección transversal propician la ocurrencia de choques viales.

Adicionalmente, se presentan accesos a la vía principal que se realizan de forma directa, condición que se observa en la Figura 104, donde se evidencia un vehículo aledaño al puente sobre el río Caraña, en un acceso sin carril de aceleración. Esta condición propicia el ingreso y salida de vehículos a la vía, sin medida alguna de seguridad, donde el ángulo de las maniobras y los diferenciales de velocidad propician una alta severidad en los posibles choques viales.

En una vía con las condiciones de velocidad presentes en la Ruta Nacional 27, es inadmisibles la presencia de accesos no canalizados, por lo que se recomienda clausurar los accesos hasta que se pueda proveer de condiciones seguras para su operación.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 150 de 168

**Figura 104.** Accesos inseguros a Ruta Nacional 27, aledaño al puente sobre el río Caraña



### 3.6.3.1 Sistemas de contención vehicular

Las deficiencias en el diseño y construcción de los sistemas de contención vehicular de la Ruta Nacional 27 han sido alertados de forma recurrente en los informes LM-PI-USVT-017-019, INF-PI-UGERVN-12-2020, EIC-Lanamme-INF-0140-2021 y EIC-Lanamme-INF-0776-2022, así como en el oficio LM-IC-D-0946-2020, estos a manera de resumen detallan deficiencias en:

- Barreras de contención aisladas
- Terminales de barrera mediana en concreto
- Placas metálicas en barrera mediana
- Elementos de concreto en aproximaciones a peajes
- Barreras metálicas laterales con bordillo de concreto
- Transiciones no adecuadas entre sistemas de contención
- Discontinuidades en los sistemas de contención vehicular
- Anclajes entre barreras de concreto consecutivas y a la superficie de la vía



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 151 de 168

Ante la última deficiencia, se resaltaron los choques ocurridos en el sector de Escazú sobre la Ruta Nacional 27 durante el año 2020, donde las deficiencias en el anclaje de las barreras de concreto consecutivas y a la superficie de la vía aumentaron la severidad de los choques, condición presente en la Figura 105. Cabe destacar que los eventos evidenciados en la Figura 105, podrían presentarse en otros segmentos de la vía, ya que no se tiene certeza de la correcta instalación de los dispositivos de contención vehicular.

**Figura 105.** Choques viales contra sistemas de contención vehicular de concreto deficiente



Nota. Fotografía A tomada de <https://www.crhoy.com/nacionales/se-llevan-hasta-la-barrera-en-choque-multiple-en-la-ruta-27/>, CRHoy (2020) y fotografía B tomada de <https://www.facebook.com/Ruta-Alternativa-149642631716218>, Ruta Alternativa (2020).



## 4 CONCLUSIONES

### 4.1 Conclusión general

El presente es un informe técnico de evaluación, reiteramos, que se enmarca dentro de las funciones de ente fiscalizador que la Ley 8114 le confiere al *LanammeUCR*.

A nivel de movilidad y seguridad vial se evidenciaron deficiencias generalizadas tanto en la vía principal, como en sus radiales. Estas presentan posibilidades de mejora en el diseño geométrico, señalamiento vial, diseño de los márgenes de carretera, sistemas de contención vehicular, conectividad entre centros atractores y generadores de viajes peatonales, infraestructura peatonal en general e infraestructura destinada al transporte público.

De forma complementaria se logró evaluar el estado de la demarcación horizontal, señalamiento vertical, sistemas de contención vehicular con algún grado de deficiencia y las discontinuidades en los sistemas de contención vehicular, lo cual permite una comparación histórica a partir de las futuras evaluaciones anuales del proyecto.

También, al recopilar los registros de choques viales históricos sobre la Ruta Nacional 27 y sus Radiales, se identificaron y evaluaron los sitios con mayor ocurrencia de atropellos y ocurrencia de choques viales, información que permitió identificar los principales factores de riesgo de la infraestructura vial para la ocurrencia de los eventos.

### 4.2 Conclusiones específicas

#### 4.2.1 Sobre la movilidad y seguridad vial

##### 4.2.1.1 Sobre el señalamiento vertical

La evaluación sobre la Ruta Nacional 27 identificó un total de 1444 señales verticales, de las cuales un 87 % se clasificó como *Bueno*, 6 % como *Regular* y un 7 % como *Malo*. Cabe destacar que la evaluación fue por auscultación visual (cualitativa), por lo que no sustituye una evaluación que considere la retrorreflectividad de los viniles (cuantitativa), sin embargo, brinda insumos para estimar de forma generalizada el estado de las señales. Cabe resaltar que, a pesar del buen estado de las señales, se identificaron 48 señales informales y 32 señales indefinidas, estas representan señales que, por la ausencia del panel o vinil, no permiten identificar su tipo.

De forma análoga, la evaluación sobre las radiales identificó 257 señales en la Radial El Coyol, Turrúcares, Atenas y Escobal. De forma general su estado fue similar al



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 153 de 168

de la Ruta Nacional 27: 89 % clasificado como *Buena*, 4 % como *Regular* y un 7 % como *Mala*. De forma puntual por radial sobresalen los siguientes resultados:

- Radial El Coyol: se registraron 45 señales verticales y su estado se segrega por tipo en la Tabla 6 y la Figura 11, resalta que un 93 %, equivalente a 42 señales, presentan una condición *Buena*, sin embargo, un 7 % de todas las señales, correspondiente a 3 señales se clasificaron como *Regular*, condiciones que requieren atención por parte de la Concesionaria. Solamente 1 señal se identificó como informal.
- Radial Turrúcares: se registraron 51 señales verticales y su estado se segrega por tipo en la Tabla 7 y la Figura 12, de estas resalta un 16 % con condición *Mala*, correspondiente a 5 señales de tipo *Indefinido*, 2 señales reglamentarias y 1 señal informativa.
- Radial Atenas: se registraron 120 señales verticales y su estado se segrega por tipo en la Tabla 8 y la Figura 13. Según su estado se identificaron 7 % en condición *Mala* y 4 % en condición *Regular*, correspondiente a un 11 % de las señales. Sin embargo, al sumar las señales informales en estado *Buena*, se alcanza un total de 19 señales o un 16 % de las señales en condición que requieren atención por parte de la Concesionaria.
- Radial Escobal: se registraron 41 señales verticales y su estado se segrega por tipo en la Tabla 9 y la Figura 14, un 93 %, correspondiente a 38 señales, presenta un estado *Buena*.

#### 4.2.1.2 Sobre la demarcación horizontal

Posterior a la evaluación de la demarcación horizontal en estado *Malo* o deteriorado, se registraron 1321 tramos y sitios a través de toda la Ruta Nacional 27, lo cual se desglosa por tipo, color y ubicación, con necesidades de mantenimiento.

En función del tipo de demarcación horizontal lineal, se logró evidenciar que un total de 81 % de los sitios identificados con un estado *Malo* presentan deterioro en las líneas continuas (825 tramos y sitios) con una extensión de 11,3 km lineales equivalentes, seguido de un 19 % en líneas discontinuas (190 tramos y sitios). En función del tipo de demarcación horizontal de figuras por área, se observa un total de 46 % de las figuras identificadas que presentan deterioro en cuanto a líneas reductoras de velocidad (34 figuras), un 31 % corresponden a líneas de paro (23 figuras) y un 23 % de islas de canalización (17 figuras). Por último, en función del tipo de demarcación horizontal de figuras por unidad, se evidencia un total de 40 % de las figuras identificadas que presentan deterioros en cuanto a letreros



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 154 de 168

de velocidad máxima (95 figuras), asimismo se presenta un 35 % en flechas direccionales (82 figuras), como se desglosa en la Figura 23 y Tabla 12.

Asociado al color de la demarcación horizontal, se registró un deterioro similar en ambos colores, en el caso del color amarillo 49,9 % de deterioro correspondientes a 1167 tramos identificados y en el caso del color blanco con un 50,1 % se presentan en 1164 tramos identificados, como se desglosa en la Figura 24 y Tabla 13.

Con respecto a la ubicación de la demarcación horizontal, predominantemente se detectaron deterioros en la línea del borde externo de los carriles, con una ocurrencia del 68 % del total, equivalente a 611 tramos y sitios registrados y 9,57 km lineales equivalentes. La segunda ubicación con mayor ocurrencia fue la línea de carril, demarcación que genera la divisora entre los carriles del mismo sentido de circulación, con un 28 % de ocurrencia, correspondiente a 249 tramos y sitios y 6,38 km lineales equivalentes.

De forma análoga, la evaluación sobre la Radial El Coyol, Turrúcares, Atenas y Escobal registró 253 tramos y sitios con necesidades de mejora, lo cual se desglosa por tipo, color y ubicación, con necesidades de mantenimiento.

En función del tipo de demarcación horizontal lineal, se logró evidenciar que un total de 90 % de los tramos y sitios identificados con un estado *Malo* presentan deterioro en las líneas continuas (129 tramos) con una longitud equivalente a 4,63 km lineales, seguido de un 10 % para las líneas discontinuas (20 tramos) con una longitud equivalente de 0,39 km lineales. En función del tipo de demarcación vial horizontal de figuras de señalización por área, se observa un total de 52 % de las figuras identificadas que presentan deterioro en cuanto a islas de canalización (28 figuras), un 24 % corresponden a líneas de paro (13 figuras), un 15 % corresponde a líneas reductoras de velocidad (8 figuras), entre otros. Por último, en función del tipo de demarcación horizontal de figuras por unidad, se evidencia un total de 38 % de las figuras identificadas que presentan deterioros en cuanto a flechas direccionales (21 figuras), asimismo se presenta un 31 % en letreros de velocidad máxima (17 figuras).

Asociado al color de la demarcación vial horizontal, se registró un deterioro predominante en la demarcación color blanco, con una ocurrencia del 81 %, equivalente a 204 tramos y sitios con deterioros con una extensión de 4,44 km lineales equivalentes. De forma análoga, la demarcación color amarillo presentó un 19 % de ocurrencia, equivalente a 49 tramos con deterioros, con una extensión de 1,8 km lineales equivalentes.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 155 de 168

Con respecto a la ubicación de la demarcación vial horizontal, predominantemente se detectaron deterioros en la línea del borde externo de los carriles, con una ocurrencia del 62 % del total de sitios, equivalente a 89 tramos registrados y 3,14 km lineales equivalentes. La segunda ubicación con mayor ocurrencia fue al borde interno de los carriles, con un 15 % de ocurrencia, correspondiente a 22 sitios y 0,56 km lineales equivalentes.

#### 4.2.1.3 *Sobre los márgenes y sistemas de contención vehicular*

Se detectó que las deficiencias en los márgenes de carretera del proyecto son recurrentes y constantes a través de toda la vía y sus radiales, donde se presentan anchos de espaldón interno y externo insuficientes, cunetas con sección riesgosa, así como luminarias, pilas o postes de señales que representan riesgos para los usuarios.

En términos generales los sistemas de contención semirrígidos fueron anclados en los márgenes y la superficie fue cubierta de concreto o pavimento, condición que no permite evidenciar si el anclaje se realizó según las condiciones típicas en las que se ensayan estos dispositivos.

Las barreras semirrígidas y barreras de concreto presentan elementos que irrumpen la continuidad del dispositivo, condición que limita su funcionamiento como sistema y podría aumentar la severidad de un choque vial.

Sumado a las discontinuidades de las barreras, las bases de señales tipo pórtico y las pilas de puentes invaden el escaso espacio de espaldón, condición que propicia la colisión contra estos elementos, por lo que pone en riesgo a los usuarios y a las mismas estructuras.

Las aproximaciones a las casetas de peajes cuentan con elementos monolíticos de concreto que, en caso de ser colisionados, podrían desprender trozos de concreto, aumentar la severidad de los daños a los usuarios y personal del peaje.

Las cunetas en general presentan una sección transversal triangular, que, acompañada del escaso ancho de los espaldones y las bifurcaciones, representa un riesgo continuo a través de toda la vía. En algunas secciones se identificaron sistemas de contención vehicular colocados posteriores a una cuneta triangular, por lo que el dispositivo de seguridad se convierte en un obstáculo más en la vía.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 156 de 168

Se identificaron elementos que conectan las barreras metálicas con las de concreto, sin embargo, estas no son similares a los diseños típicos para estos elementos de transición, por lo que no se tiene certeza si son dispositivos apropiados para la función.

Según se especificó en la Sección 3.6.3.1 Sistemas de contención vehicular, se ha notificado a la CNC en diversos informes las deficiencias en material de sistemas de contención vehicular, los cuales se resumen, pero no se limitan a:

- Barreras de contención aisladas
- Terminales de barrera mediana en concreto
- Placas metálicas en barrera mediana
- Elementos de concreto en aproximaciones a peajes
- Barreras metálicas laterales con bordillo de concreto
- Transiciones entre sistemas de contención
- Anclajes entre barreras de concreto consecutivas y a la superficie de la vía

Estas deficiencias han propiciado choques viales o han incidido en aumentar su severidad, caso evidenciado en la Figura 105, donde se observan 2 choques viales que reflejan las deficiencias de los dispositivos de contención vehicular de concreto en mediana cuando se presentan las siguientes condiciones:

- Ancho de espaldón interno insuficiente.
- Elementos que irrumpen con la continuidad del sistema de contención vehicular, en este caso las luminarias en la mediana.
- Ausencia de vinculación entre las secciones de barrera y entre las barreras y la superficie del pavimento.

Las deficiencias antes mencionadas son recurrentes en la Ruta evaluada, lo cual se evidenció a través de la identificación de 512 sistemas de contención vehicular deficientes y colisionados y 300 discontinuidades sobre la Ruta Nacional 27.

De estos 512 sistemas de contención, un 5 % se clasificó como *Colisionados*, equivalente a 25 elementos y 95 % como *Deficientes*, equivalente a 487 elementos. Al segregar los dispositivos con condición *Deficiente* según el tipo y estado, sobresalen los *terminales* en estado *Crítico* representan un 43 % de los registros (221 elementos) y las transiciones que presentan en estado *Regular* un 21 % de ocurrencia (109 elementos) y un 7,0 % de ocurrencia en estado *Crítico* (35 elementos).



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 157 de 168

A nivel de discontinuidades en los sistemas de contención vehicular, se evidencian las falencias generalizadas en la conceptualización del proyecto, donde se registraron 300 condiciones que irrumpen la continuidad de los dispositivos de contención.

De estos, un 75 %, equivalente a 226 elementos, corresponden a luminarias que se alinean con las barreras de contención, condición que limita el correcto funcionamiento de los dispositivos. Como segunda categoría de discontinuidades, se identificó un 12 % de ocurrencia, equivalente a 35 registros, para discontinuidades con espacios vacíos entre sistemas de contención vehicular, por lo que estos espacios podrían generar el anclaje de un vehículo ante una colisión.

De forma análoga, la evaluación sobre las radiales registró 67 dispositivos en condición *Deficiente* y *Colisionado*, esto para la Radial El Coyol, Turrúcares, Atenas y Escobal. Al segregar los dispositivos según su condición el 98 % se clasificó como *Deficientes* y el 2 % como *Colisionado*. Al analizar por tipo de sistema de contención y de forma generalizada, resalta que un 82 % de los dispositivos corresponden a terminales en condición *Crítica* (55 elementos) y un 12 % en condición *Crítica*, corresponde a transiciones (8 elementos).

A nivel de discontinuidades de los sistemas de contención vehicular en las Radiales, se identificó de forma general 2 discontinuidades en la Radial Coyol, una discontinuidad por luminaria y otra por espacio vacío en el sistema de contención vehicular.

#### 4.2.1.4 Sobre los espaldones

A partir de las mediciones de anchos de espaldón a lo largo de la Ruta Nacional 27 y sus Radiales, se lograron identificar debilidades geométricas del proyecto, que deberán ser tomadas en consideración en la ampliación; esto ante la ausencia de requerimientos mínimos para los anchos de espaldón en el actual Contrato de Concesión.

Asociado a la Ruta Nacional 27, el 100 % de la vía incumple con los requerimientos mínimos de anchos de espaldón externo solicitados por el Manual de Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA (2011) y en un 81,9 % para la versión anterior del manual de la SIECA (2001), al categorizar la ruta como autopista. Los resultados son congruentes ante la presencia de un 59,9 % de tramos homogéneos analizados con anchos de espaldón externo que oscila entre 1,49 m y 1,82 m.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 158 de 168

Al valorar el espaldón interno para la Ruta Nacional 27, se identifica un incumplimiento del 88,4 % para SIECA (2011) y SIECA (2001), condición resultante de un 99,2 % de los tramos analizados con un ancho inferior a los 1,5 m.

En cuanto a las radiales, de forma general presentan espaldones que en un 69,2 % de los tramos homogéneos analizados miden entre 1,34 m y 2,1 m, por lo que un 76,92 % de las mediciones cumplen con SIECA (2011), al categorizar la vía como una arterial menor.

Las limitaciones geométricas que presentan los espaldones, predominantemente de la Ruta Nacional 27, generan los siguientes riesgos y condiciones:

- Ausencia de espacio seguro para que los usuarios de la vía detengan el vehículo fuera de los carriles, condición que expone a los usuarios a colisiones.
- Mayor ocurrencia de colisiones a las señales verticales, luminarias, postes, sistemas de contención vial u otros elementos que presenten corta separación con respecto al flujo de circulación. Esta condición provoca el aumento de ocurrencia de colisiones, costos y frecuencia de mantenimiento al mobiliario urbano.

#### 4.2.1.5 *Sobre los tramos con presencia de atropellos*

Las condiciones que propician la ocurrencia de atropellos a peatones y ciclistas se extienden de forma generalizada a través de toda la vía y coinciden con las evidenciadas según Montero (2019), donde afirma que el proyecto presenta deficiencias en los cruces peatonales como la ausencia de sistemas de contención vehicular laterales en accesos a puente, mallas de protección, conexiones con infraestructura ciclista y transporte público, ausencia de iluminación en accesos, entre otros. Estas condiciones coinciden con la evaluación realizada a las distintas zonas donde han ocurrido atropellos, cuyos factores de riesgo están asociados mayormente a la falta de conectividad entre los atractores y generadores de viajes peatonales, como lo son los comercios, poblados y las bahías de autobús.

El análisis realizado en los tramos de concentración de atropellos evidencia las necesidades de cruce de la carretera por parte de habitantes de diferentes poblados, así como también de trabajadores, tanto sobre la vía troncal, como sus radiales. Estas personas requieren acceder al servicio de transporte público directamente sobre la troncal principal, lo cual en la mayoría de los casos está fuera de las áreas de influencia de los puentes peatonales existentes sobre la Ruta Nacional 27. A través de mapas de áreas de influencia se constata esta carencia de infraestructura para cruzar la vía de forma segura y



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 159 de 168

caminar por sus costados, incrementando así la exposición al riesgo y la probabilidad de ocurrencia de atropellos.

#### 4.2.1.6 *Sobre los tramos de concentración de choques viales*

De forma general, para la Ruta Nacional 27, se han registrado un total de choques viales, según los registros de la CNC, que oscilan entre 670 – 800 choques por año para el periodo 2016 – 2019, con una reducción causada por la pandemia de la COVID-19 en el año 2020 con un registro de 329 eventos. La condición del 2021, evidencia un retorno a la tendencia de accidentabilidad del periodo 2016-2019, donde se registraron 726 choques viales. Mientras que, para el año 2022 se tiene el registro de choques totales más alto del periodo de estudio con 997 accidentes viales registrados. Cabe destacar, que, para todo el periodo analizado, 2016 – 2022, la causa principal de colisiones corresponde a “colisión por alcance”, condición que para el año 2022 presentó el valor histórico más alto con 548 eventos, correspondiente a un 55 % del total de choques registrados.

Al analizar para la Ruta Nacional 27, de forma generalizada la exposición al riesgo en función de la tasa de accidentabilidad por millón de vehículos – km, se evidenció de forma predominante un foco de accidentes entre los estacionamientos 0+000 m y 4+300 m y entre el estacionamiento 25+800 m y 59+500 m, zonas que coinciden con los tramos de concentración de choques viales identificados.

En cuanto a las Radiales, únicamente fue posible analizar los choques con heridos y fallecidos, base de datos suministrada por el COSEVI, ya que la CNC no cuenta con una base de datos completa de los accidentes de las radiales. Con lo cual, se identificó que los choques con heridos, para el periodo 2016-2021 han oscilado entre 20 y 30 eventos al año.

Al analizar los choques viales de las radiales por el tipo de colisión, se identifica que, de forma predominante, las colisiones con motocicletas, para el periodo 2016 – 2021, representan el 47,5 % del total de incidentes, con 69 registros. La segunda causa principal de colisiones para todo el periodo de análisis corresponde a las colisiones entre vehículos, con 40 registros, equivalente a un 28 % del total de choques con heridos registrados.

A partir del análisis de tramos de concentración de choques viales, basado en el registro histórico del periodo 2016 – 2021, se identificaron 8 sitios para la Ruta Nacional 27 con una categoría de siniestralidad de tipo “Riesgo muy alto de ocurrencia de choques viales”, y 3 sobre la Radial Coyol con una categoría de siniestralidad de tipo “Riesgo alto de ocurrencia de choques viales”, sitios que fueron evaluados de forma específica para



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 160 de 168

identificar las condiciones que podrían incidir en la ocurrencia de siniestros y en el aumento de la severidad de los mismos.

De forma general, los riesgos identificados que podrían incidir en la severidad, frecuencia de los choques y que son recurrentes en todo el proyecto son:

- Espaldón interno y externo de ancho reducido.
- Márgenes de vía con pendientes y objetos fijos riesgosos, así como sistemas de contención vehicular con posibilidades de mejora.
- Ausencia de consistencia de diseño en la sección transversal de la vía.
- Tramos de alta velocidad, sin división física entre flujos opuestos de circulación.
- Mezcla de infraestructura peatonal y de transporte público en una vía de alta velocidad.

## 5 RECOMENDACIONES

Como recomendaciones se plantea al Consejo Nacional de Concesiones (CNC) la necesidad que se evalúe y analice de forma oportuna la factibilidad y viabilidad técnica y legal de ejecutar las siguientes acciones:

### 5.1.1 *Sobre la evaluación de las radiales*

- Implementar un programa de mantenimiento rutinario a cada radial, de tal manera que cuente con una adecuada condición funcional y de seguridad vial, evitando deterioros prematuros y de forma acelerada de los elementos de seguridad vial.

### 5.1.2 *Sobre condiciones geométricas del trazado del proyecto*

- En términos generales se recomienda cumplir y de ser posible exceder los criterios del Manual Centroamericano de Normas y Diseño Geométrico de Carreteras, SIECA (2011).
- Reubicar las bahías de autobús en rutas marginales que respondan a las necesidades de los usuarios. En caso de que no sea viable, como mínimo dotar de carriles de aceleración y desaceleración de longitudes apropiadas para realizar las maniobras hacia y desde la bahía de forma segura ante las altas velocidades de la ruta.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 161 de 168

- Evitar traslapar los carriles de aceleración y desaceleración con bahías de autobús o accesos, ya que aumentan la probabilidad de colisiones y atropellos. Adicionalmente, dotar de estos carriles de las longitudes mínimas que especifica SIECA (2011).
- Cumplir los anchos de espaldón interno y externo planteados por la SIECA (2011), según la clasificación de vía y sus velocidades.
- En caso de que no sea viable ampliar el espaldón en un corto plazo, es recomendable implementar medidas como bandas sonoras en espaldón, las cuales permiten alertar a los vehículos ante posibles salidas de vía, tanto en el margen interno como externo.

#### 5.1.3 *Sobre la demarcación horizontal y señalamiento vertical*

- Tanto las radiales, como la vía principal, deben contar con demarcación horizontal y señalamiento vertical en buen estado. Estos elementos permiten alertar, prevenir e informar a los usuarios ante cambios en la vía y mejoran la seguridad vial de los usuarios en toda la vía. Por ello, se recomienda la evaluación de la retroreflectividad de la demarcación horizontal y señalamiento vertical, en especial en las secciones donde se identifiquen deterioros y deficiencias, y en caso necesario, gestionar su sustitución.
- Deben sustituirse las señales verticales en mal estado, de manera que se brinde la información correcta y oportuna a todos los usuarios de la vía.
- Deben removerse todas las señales informales que se ubican sobre la Ruta Nacional 27 y sus radiales, dado que no cumplen con el principio de brindar un mensaje claro y oportuno a las personas usuarias por generar información adicional no relevante en carretera.

#### 5.1.4 *Sobre los márgenes y sistemas de contención vehicular*

- Se recomienda realizar un análisis de los márgenes de la vía, esto para la condición actual y futuras ampliaciones, donde se consideren los criterios presentes en el Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011). Dicho análisis permitirá identificar los riesgos presentes en la vía, seleccionar la mejor alternativa para atenderlos y en caso de requerir un sistema de contención vehicular, el Manual SCV (Valverde, 2011) especifica los criterios para su diseño y adecuada implementación.
- A lo largo del proyecto se presentan obstáculos como luminarias, pilas de puentes, placas metálicas o bases de señales que irrumpen la continuidad de los sistemas de contención. Se recomienda utilizar dispositivos que permitan la incorporación de



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 162 de 168

las luminarias en el sistema de contención de forma segura, o la reubicación de estos elementos.

- En este proyecto los postes de las barreras semirrígidas se colocaron sobre una superficie cubierta de concreto o pavimento, por lo que se recomienda verificar las condiciones de instalación según fichas técnicas del fabricante y recomendaciones de los proveedores, en aras de asegurar el correcto funcionamiento de los dispositivos.
- Se recomienda instalar amortiguadores de impacto, debido a que las terminales de concreto al inicio y final de las barreras medianeras aumentan la probabilidad de choque y vuelco de vehículos, motivo por el que es indispensable el uso de amortiguadores de impacto para estas condiciones, en aras de proveer seguridad a los usuarios. Adicionalmente, el amortiguador de impacto también es necesario en las proximidades de las casetas de peajes, ya que el elemento monolítico de concreto no es un dispositivo ensayado para contener y redireccionar vehículos de forma segura y para proteger la vida de las personas que trabajan en las casetas de peajes.
- En las bifurcaciones entre la Ruta Nacional 27, radiales y rutas aledañas, se identificaron cunetas no traspasables con sección triangular que, ante la salida de vía de un vehículo, aumentarían la severidad de un choque. Se recomienda con base en el Manual SCV (Valverde, 2011), el uso de atenuadores de impacto cuando no se disponga de un área plana y libre de obstáculos de 60 m a partir del punto de apertura. De forma análoga, en caso de disponer de zonas planas y libres de obstáculos en las bifurcaciones, la norma INTE W82:2019 recomienda el uso de hitos de vértice para canalizar más apropiadamente a los conductores.
- El uso de barreras de concreto como dispositivos de control temporal es válido, siempre y cuando se cumpla con las condiciones de instalación de los dispositivos y se cuente con la suficiente zona libre disponible para que estos desarrollen su deflexión máxima y ancho de trabajo. Se recomienda valorar la presencia de las barreras de concreto para uso temporal en el proyecto, retirar los dispositivos que no sean necesarios y realizar mantenimiento o sustitución de los dispositivos necesarios.
- Ante la presencia de cunetas no traspasables con sección triangular a lo largo del proyecto, se recomienda el uso de cunetas con sección transversal traspasable y recuperable, esto según lo especificado por Valverde (2011). En caso de que el derecho de vía no permita una cuneta de sección traspasable y aceptable, se recomienda el uso de rejillas que permitan el tránsito sobre la cuneta, o en caso de que el análisis de márgenes lo justifique, el uso de sistemas de contención vehicular diseñados para el espacio disponible.



#### 5.1.5 *Sobre la movilidad en general*

- En materia de movilidad segura de usuarios, deben tomarse acciones para mejorar las condiciones de la vía, por lo que se insta a valorarlas tanto para la condición actual, como para la ampliación de la vía. Se recomiendan las siguientes consideraciones en materia de movilidad:
  - Realizar con inmediatez un estudio integral de movilidad de usuarios no motorizados, para la condición actual, dada la información de atropellos en diversos puntos de este corredor vial, de forma que se identifiquen los sitios de mayor interacción de usuarios vulnerables con la vía y se defina la infraestructura vial que responda a sus necesidades de movilidad. Estudios similares deberán también desarrollarse para una futura ampliación de la vía.
  - Verificar las observaciones realizadas por Montero (2019) a los puentes peatonales del proyecto y realizar las mejoras pertinentes en pro de una movilidad más segura e inclusiva.
  - Utilizar un modelo de demanda de transporte urbano actualizado que permita identificar los patrones de movilidad y los flujos de los usuarios, herramienta que permitirá identificar la cantidad de usuarios que utilizarían la infraestructura e identificar la cantidad de carriles necesarias por sección de la vía.
  - Realizar un análisis a nivel de simulación del tránsito, con un programa que permita la simulación de las condiciones del proyecto, como peajes, bahías de autobús, interacción de distintos tipos de usuarios, condiciones de congestión, radiales con rotondas, entre otros. En caso necesario, la simulación debería alcanzar un nivel micro, modelo que permite analizar la interacción entre usuarios de forma detallada.
  - Aplicar una auditoría de seguridad vial en todas las etapas del proyecto, en aras de propiciar una movilidad segura e identificar las posibilidades de mejora del proyecto en etapas previas a su finalización.

#### 5.1.6 *Sobre los tramos con presencia de atropellos y concentración de choques viales*

- Realizar un análisis de accidentabilidad, basado en modelos que identifiquen las zonas de concentración de choques viales, así como la aplicación de metodologías proactivas como el análisis de conflictos y las evaluaciones de seguridad vial, que permitan identificar zonas conflictivas para los usuarios, sin que estén registradas en boletas de choques viales.
- La mayoría de deficiencias que podrían potenciar la ocurrencia y severidad de los choques y atropellos se enfocaron en:



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 164 de 168

- Incumplimiento de los requerimientos geométricos mínimos especificados en la SIECA (2011).
- Ausencia de consistencia en el diseño geométrico.
- Ausencia de estudios de movilidad integrales que reflejen la necesidad de todos los usuarios, en especial las de los usuarios más vulnerables.
- Ausencia de conectividad entre la infraestructura peatonal y de transporte público.
- Ausencia de un análisis de márgenes de carreteras y del correcto diseño de los sistemas de contención vehicular basado en el Manual SCV (Valverde, 2011).
- De igual forma como se mencionó en la sección anterior 3.6.1, se recomienda realizar con inmediatez un estudio integral de movilidad de usuarios no motorizados para la condición actual, dada la información de atropellos en diversos puntos de este corredor vial, de forma que se identifiquen los sitios de mayor interacción de usuarios vulnerables con la vía y se defina la infraestructura vial que responda a sus necesidades de movilidad. Estudios similares deberán también desarrollarse para una futura ampliación de la vía.
- En el corto plazo, algunas alternativas que podrían solucionar o mitigar las deficiencias existentes en la vía son:
  - Ampliación de las secciones de malla presentes en la mediana para desincentivar los cruces peatonales a través de la calzada vehicular, en aquellos puntos donde esté la opción de cruce seguro a través de un puente peatonal.
  - Implementar medidas efectivas que propicien la reducción de velocidad en las aproximaciones a los peajes y en la sección de la troncal donde se da la conexión a las radiales.
  - Implementar medidas que alerten a los conductores ante la salida de vía, como lo es el uso de bandas sonoras en el espaldón externo.
  - Colocar señales o dispositivos tipo delineadores previo a las bifurcaciones de accesos a las radiales e inicio y final de las barreras medianeras para alertar a los usuarios ante la presencia de estos riesgos.
  - Desincentivar las maniobras de adelantamiento mediante la invasión del carril opuesto de circulación con dispositivos como delineadores, esto para las zonas de mayor ocurrencia de choques viales.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 165 de 168

- En el mediano plazo, en vista de la ampliación de la vía, se recomiendan medidas que van desde la recolección de información básica hasta criterios de diseño:
  - Identificar las necesidades de los usuarios más vulnerables y sus patrones de movilidad, esto mediante un estudio de movilidad integral que permitirá identificar la infraestructura necesaria y más adecuada para estos usuarios.
  - Utilizar un modelo de demanda de transporte urbano para las estimaciones de demanda de flujos vehiculares y analizar las proyecciones de forma complementaria mediante un programa de microsimulación que permita analizar la interacción entre los distintos usuarios. Ambos modelos deben ser calibrados para su uso en el país.
  - Ubicar las bahías de autobús en zonas que respondan a las necesidades de los usuarios y en rutas marginales de baja velocidad con infraestructura peatonal que conecte los centros atractores y generadores de viajes.
- Actualizar la normativa asociada al proyecto, donde a manera de ejemplo se enlistan:
  - Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial (SIECA, 2011).
  - Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA, 2014).
  - Guía para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial (Valverde, 2010).
  - Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).
- Acatamiento de las leyes y decretos vigentes en el país en materia de movilidad segura, donde a manera de ejemplo se enlistan:
  - Ley N° 9976 Movilidad peatonal
  - Ley N° 9660 Movilidad y seguridad ciclística
  - Decreto N° 38799-MOPT Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías.
  - Decreto N° 37347-MOPT Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, en la formulación y ejecución de las obras públicas pertinentes controladas por el MOPT y por el Estado costarricense, donde se incorpora el Manual



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 166 de 168

SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras (Valverde, 2011).

- Decreto N° 40632-MOPT donde se establece la incorporación obligatoria del componente de seguridad vial en todas las labores de planificación y construcción de obras viales y su eventual conservación, mejoramiento y/o rehabilitación.
- Mejorar registro de choques viales, en apego al estándar del COSEVI para estandarizar los datos a nivel país.
- Corregir el subregistro de choques viales en las radiales, en aras de documentar de forma fidedigna los eventos.
- A la Administración, a nivel de cartel, se le recomienda incorporar criterios claros de análisis de los datos de choques viales mediante metodologías validadas a nivel internacional, así como incorporar medidas proactivas como las evaluaciones de seguridad vial o el análisis de conflictos viales para atender de forma preventiva las deficiencias en materia de seguridad vial.
- Establecer sanciones u obligaciones a la concesionaria ante los incumplimientos en materia de seguridad vial, en concordancia con el escenario en el que el cumplimiento de los mismos, le otorga a esa instancia la posibilidad de optar por el “Premio por seguridad vial”, premio que se detalla ampliamente en el cartel (CNC, 2000a) y contrato (CNC, 2000b) del proyecto vigente.
- Separar de forma física ambos flujos de circulación, en los tamos en que no exista dicha separación .



## 6 BIBLIOGRAFÍA

- American Association of State Highway Transportation Officials. (2011). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 6th Edition. Washington, D. C, Estados Unidos de América.
- American Association of State Highway Transportation Officials. (2010). *Highway Safety Manual*, 1st Edition. Washington, D. C, Estados Unidos de América.
- Consejo Nacional de Concesiones (CNC). (2000a). Cartel de licitación: Concesión de obra con servicio público de la carretera San José – Caldera. Licitación pública internacional N°01-98. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Concesiones (CNC). (2000b). Contrato de concesión: Concesión de obra con servicio público de la carretera San José – Caldera. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
- INTECO. (2019). *INTE W82: 2019. Dispositivos de señalización temporal para el control del tránsito en obras. Hitos de vértice. Requisitos y métodos de ensayo*. San José, Costa Rica.
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2010, PITRA.
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2010, PITRA.
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2011, PITRA.
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2012, PITRA.
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2013, PITRA.
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2014-2015, PITRA
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2015-2016, PITRA
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2016-2017, PITRA
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2017-2018, PITRA
- LanammeUCR, *Informe de evaluación de la Ruta Nacional 27*, año 2019-2020, PITRA
- LanammeUCR. (2011). Guía de evaluación de seguridad vial en puentes. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.



EIC-Lanamme-INF-1464-2023 Página 168 de 168

- Montero, M. (2019). *Diagnóstico de utilización de puentes peatonales en la Gran Área Metropolitana* (Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica). San José, Costa Rica.
- Moya, L., Agüero, J., Zamora, J. y Jiménez, D. (2019). *Análisis de choques en la Ruta 27 usando modelos multivariados* (Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica). San José, Costa Rica.
- Permanent International Association of Road Congresses (PIARC). (2003). *Road Safety Manual, 1st Edition*. PIARC Technical Committee on Road Safety.
- Rodríguez, S., Agüero, J., Zamora, J. y Jiménez, D. (2019). *Análisis de sitios de concentración de choques viales mediante la utilización de sistemas móviles para el inventario de carreteras en la Ruta Nacional 1*. (Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica). San José, Costa Rica.
- Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (2014). *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: SIECA.
- Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (2011). *Manual Centroamericano de Normas y Diseño Geométrico de Carreteras*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: SIECA.
- Valverde, G. (2011). *Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras*. Vicerrectoría de Investigación. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Valverde, G. (2010). *Guía para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial*. San José, Costa Rica.