



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DE SAN CARLOS



LICITACIÓN REDUCIDA N°2023LD-000230-0003600001

Elaborado por:

Biol. Susana Gutiérrez Acuña

Biol. Pablo Morales Jiménez

JUNIO 2024



Índice

1	RESUMEN EJECUTIVO	9
2	INTRODUCCION	10
3	JUSTIFICACIÓN	12
4	OBJETIVO.....	13
4.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
5	AREA DE ESTUDIO.....	14
5.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA – ADMINISTRATIVA	14
5.2	ZONA DE VIDA.....	14
5.3	ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS	15
5.4	CORREDORES BIOLÓGICOS.....	16
6	METODOLOGIA.....	23
6.1	CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL Y ÁREAS AMBIENTALMENTE FRÁGILES (AAF)	23
6.2	RECORRIDOS.....	23
6.3	CÁMARAS TRAMPA	25
6.4	ENTREVISTAS	26
6.5	DETERMINACIÓN DE PUNTOS CALIENTES.....	26
7	RESULTADOS	27
7.1	ZONAS DE CONECTIVIDAD	27
7.1.1	Zonas de conectividad camino 2-10-961	27
7.1.2	Zonas de conectividad camino 2-10-177	29
7.1.3	Zonas de conectividad camino 2-10-009	31
7.1.4	Zonas de conectividad camino 2-10-122	33
7.2	ÁREAS AMBIENTALMENTE FRÁGILES (AAF)	35
7.2.1	Áreas ambientalmente Frágiles (AAF) camino 2-10-961.....	35
7.2.2	Áreas ambientalmente Frágiles (AAF) camino 2-10-177.....	39
7.2.3	Áreas ambientalmente Frágiles (AAF) camino 2-10-009.....	41
7.2.4	Áreas ambientalmente Frágiles (AAF) camino 2-10-122.....	44
7.3	FAUNA SILVESTRE	46
7.3.1	Fauna silvestre vulnerable al impacto vial	51
7.3.2	Recorridos	56
7.3.3	Cámaras trampa.....	80
7.4	ENTREVISTAS	106
7.4.1	Camino 2-10-177.....	108
7.4.2	Camino 2-10-961.....	112
7.4.3	Camino 2-10-009.....	114



7.4.4	Camino 2-10-122.....	118
7.5	PUNTOS CALIENTES.....	121
7.5.1	Puntos calientes camino 2-10-961.....	121
7.5.2	Puntos calientes camino 2-10-177.....	123
7.5.3	Puntos calientes camino 2-10-009.....	125
7.5.4	Puntos calientes camino 2-10-122.....	127
8	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA LAS MUERTES DE FAUNA SILVESTRE EN LOS CUATRO CAMINOS CANTONALES EN ESTUDIO	130
8.1	UBICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA LAS MUERTES DE FAUNA SILVESTRE EN LOS CUATRO CAMINOS CANTONALES EN ESTUDIO	130
8.2	DISEÑO PARA LOS PASOS DE FAUNA A PROPONER EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	140
8.2.1	Pasos inferiores (mixtos).....	140
8.2.2	Pasos superiores.....	141
8.2.3	Pasos inferiores exclusivos para la fauna.....	148
8.2.4	Pasos inferiores por puente	149
8.2.5	Especificaciones técnicas para la señalización de cruces de fauna	151
8.2.6	Especificaciones para dispositivos reductores de velocidad	152
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	153
10	BIBLIOGRAFIA.....	154
11	ANEXOS.....	156
	ANEXO 1. ENCUESTA ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN LAS RUTAS CANTONALES DEL CANTÓN DE SAN CARLOS	156
	ANEXO 3. CUADRO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA LAS MUERTES DE FAUNA SILVESTRE EN LOS CUATRO CAMINOS CANTONALES EN ESTUDIO	157

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica – administrativa del área de estudio, caminos 2-10-961 y 2-10-177.	17
Figura 2. Ubicación geográfica – administrativa del área de estudio, caminos 2-10-009 y 2-10-122.	18
Figura 3. Zonas de vida presentes en el área del proyecto, caminos 2-10-961 y 2-10-177.	19
Figura 4. Zonas de vida presentes en el área del proyecto, caminos 2-10-009 y 2-10-122.	20
Figura 5. Ubicación de las áreas silvestres protegidas y corredores biológicos más cercanos al área de estudio, caminos 2-10-961 y 2-10-177.	21
Figura 6. Ubicación de las áreas silvestres protegidas y corredores biológicos más cercanos al área de estudio, caminos 2-10-009 y 2-10-122.	22
Figura 7. Tipos de curva presentes en la carretera. Fuente: Langen y Sáenz, 2009; Pomareda et al, 2015	24

Figura 8. Topografía de los puntos de encuentro de los animales. Fuente: Pomareda <i>et al</i> , 2015.	25
Figura 9. Zonas de conectividad, camino 2-10-961.	28
Figura 10. Zonas de conectividad camino 2-10-177.	30
Figura 11. Zonas de conectividades, camino 2-10-009.	32
Figura 12. Zonas de conectividad, camino 2-10-122.	34
Figura 13. Área Ambientalmente Frágil 1, quebrada intermitente en camino 2-10-961.	36
Figura 14. Área Ambientalmente Frágil 2, río Arenal en camino 2-10-961.	36
Figura 15. Área Ambientalmente Frágil 3, quebrada intermitente en camino 2-10-961.	37
Figura 16. Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF), camino 2-10-961.	38
Figura 17. Área Ambientalmente Frágil 4, quebrada intermitente en camino 2-10-961.	39
Figura 18. Área Ambientalmente Frágil 5, Parque Nacional Volcán Arenal en camino 2-10-177.	39
Figura 19. Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF), camino 2-10-177.	40
Figura 20. Área Ambientalmente Frágil 6, quebrada intermitente en camino 2-10-009.	41
Figura 21. Área Ambientalmente Frágil 7, quebrada intermitente en camino 2-10-009.	42
Figura 22. Área Ambientalmente Frágil 8, quebrada intermitente en camino 2-10-009.	42
Figura 23. Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF), camino 2-10-009.	43
Figura 24. Área Ambientalmente Frágil 9, quebrada en camino 2-10-122.	44
Figura 25. Área Ambientalmente Frágil 10, área de protección de naciente en camino 2-10-122.	44
Figura 26. Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF), camino 2-10-122.	45
Figura 27. Fotografías de recorridos diurnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-961.	61
Figura 28. Fotografías de recorridos nocturnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-961.	61
Figura 29. Registro de atropello de terciopelo (<i>Bothrops asper</i>), izquierda y atropello de iguana (<i>Iguana iguana</i>), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-961.	62
Figura 30. Registro de atropello de tortuga negra (<i>Rhinoclemmys funerea</i>), izquierda y atropello de culebra de cafetal (<i>Ninia sebae</i>), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-961.	62
Figura 31. Registro de avistamiento de pavón (<i>Crax rubra</i>), izquierda y avistamiento de falsa terciopelo (<i>Xenodon angustirostris</i>), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-961.	63
Figura 32. Mapa de registros de fauna en recorridos, camino 2-10-961.	64
Figura 33. Fotografías de recorridos diurnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-177.	66
Figura 34. Fotografías de recorridos nocturnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-177.	66
Figura 35. Registro de atropello de gallito (<i>Tiaris olivaceus</i>), izquierda y atropello de pecho amarillo (<i>Tyrannus melancholicus</i>), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-177.	67
Figura 36. Registro de atropello de culebra (<i>Urotheca guentheri</i>), izquierda y rana taylori (<i>Lithobates taylori</i>), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-177.	68



Figura 37. Registro de avistamiento de culebra de café (<i>Ninia sebae</i>), mediante recorridos en el camino 2-10-177.	68
Figura 38. Mapa de registros de fauna en recorridos, camino 2-10-177.	69
Figura 39. Fotografías de recorridos diurnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-009.	71
Figura 40. Fotografías de recorridos nocturnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-009.	72
Figura 41. Registro de atropello de viudita (<i>Thraupis episcopus</i>), izquierda y atropello de sapo (<i>Rhinella horribilis</i>), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-009.	72
Figura 42. Registro de atropello de zorro pelón (<i>Didelphis marsupialis</i>), izquierda y ratón, derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-009.	72
Figura 43. Registro de avistamiento de sapo (<i>Rhinella horribilis</i>), mediante recorridos en el camino 2-10-009.	73
Figura 44. Mapa de registros de fauna en recorridos, camino 2-10-009.	74
Figura 45. Fotografías de recorridos diurnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-122.	76
Figura 46. Fotografías de recorridos nocturnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-122.	76
Figura 47. Registro de atropello de conejo (<i>Sylvilagus gabbi</i>), mediante recorridos en el camino 2-10-122.	77
Figura 48. Registro de atropello de sapos (<i>Rhinella horribilis</i>), mediante recorridos en el camino 2-10-122.	77
Figura 49. Registro de avistamiento de terciopelo (<i>Bothrops asper</i>), izquierda y martilla (<i>Potos flavus</i>), derecha mediante recorridos en el camino 2-10-122.	78
Figura 50. Mapa de registros de fauna en recorridos, camino 2-10-122.	79
Figura 51. Proceso de colocación y revisión de cámaras trampa en sotobosque para registro de fauna en el área de estudio.	81
Figura 52. Proceso de colocación y retiro de cámaras trampa en dosel para registro de fauna en el área de estudio.	82
Figura 53. Proceso de colocación y retiro de cámaras trampa en dosel para registro de fauna en el área de estudio.	83
Figura 54. Registro de (<i>Dicotyles tajacu</i>) y del jaguarundi (<i>Puma yagouarondi</i>). mediante cámaras trampa, camino 2-10-961.	87
Figura 55. Registro de toluco (<i>Eira barbara</i>) y del manigordo (<i>Leopardus pardalis</i>), mediante cámaras trampa, camino 2-10-961.	88
Figura 56. Mapa de cámaras trampa, camino 2-10-961.	91
Figura 57. Registro de manigordo (<i>Leopardus pardalis</i>) en cámaras trampa y del mono carablanca (<i>Cebus imitator</i>) en cámara de dosel, camino 2-10-177.	92
Figura 58. Registro de pizote (<i>Nasua narica</i>) en cámara trampa y del zorro de balsa (<i>Caluromys derbianus</i>) en cámara de dosel, camino 2-10-177.	93
Figura 59. Mapa de cámaras trampa, camino 2-10-177.	96
Figura 60. Registro de manigordo (<i>Leopardus pardalis</i>) y del grisón (<i>Galictis vittata</i>), mediante cámaras trampa, camino 2-10-009.	97



Figura 61. Registro de guatusa (<i>Dasyprocta punctata</i>) en cámara trampa y del puercoespín (<i>Coendou mexicanus</i>) en cámara de dosel, camino 2-10-009.....	98
Figura 62. Mapa de cámaras trampa, camino 2-10-009.....	101
Figura 63. Registro de mono carablanca (<i>Cebus imitator</i>) y de guatusa (<i>Dasyprocta punctata</i>), mediante cámaras trampa, camino 2-10-122.....	102
Figura 64. Registro de pavón (<i>Crax rubra</i>) y del armadillo (<i>Dasypus novemcinctus</i>), mediante cámaras trampa, camino 2-10-122.....	103
Figura 65. Mapa de cámaras trampa, camino 2-10-122.....	105
Figura 66. Porcentaje de avistamiento de atropellos en las carreteras	106
Figura 67. Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando las carreteras.	107
Figura 68. Animales silvestres cruzando las carreteras y/o atropellados, avistados por la población entrevistada.	107
Figura 69. Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada.....	108
Figura 70. Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad.....	108
Figura 71. Aplicación de entrevistas en el camino 2-10-177.	109
Figura 72. Aplicación de entrevistas en el camino 2-10-177	109
Figura 73. Porcentaje de avistamiento de atropellos en la carretera 2-10-177.....	109
Figura 74. Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando la carretera 2-10-177.	110
Figura 75. Animales silvestres cruzando la carretera y/o atropellados, avistados por la población entrevistada en el camino 2-10-177.....	110
Figura 76. Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada en el camino 2-10-177.	111
Figura 77. Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad.....	111
Figura 78. Aplicación de entrevistas en el camino 2-10-961.	112
Figura 79. Porcentaje de avistamiento de atropellos en la carretera 2-10-961.....	112
Figura 80. Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando la carretera 2-10-961.	113
Figura 81. Animales silvestres cruzando la carretera y/o atropellados, avistados por la población entrevistada en el camino 2-10-961.....	113
Figura 82. Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada en el camino 2-10-961.	114
Figura 83. Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad en el camino 2-10-961.	114
Figura 84. Aplicación de encuestas en el camino 2-10-009.....	115
Figura 85. Porcentaje de avistamiento de atropellos en las carreteras 2-10-009.....	115
Figura 86. Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando las carreteras 2-10-009.	116
Figura 87. Animales silvestres cruzando la carretera y/o atropellados, avistados por la población entrevistada en el camino 2-10-009.....	116
Figura 88. Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada en el camino 2-10-009.	117



Figura 89. Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad, camino 2-10-009.	117
Figura 90. Aplicación de entrevistas en el camino 2-10-122.	118
Figura 91. Porcentaje de avistamiento de atropellos en la carretera 2-10-122.	118
Figura 92. Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando la carretera 2-10-122. 119	
Figura 93. Animales silvestres cruzando la carretera y/o atropellados, avistados por la población entrevistada en la carretera 2-10-122.	119
Figura 94. Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada en el camino 2-10-122.	120
Figura 95. Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad en el camino 2-10-122.	120
Figura 96. Mapa de puntos calientes, camino 2-10-961.	122
Figura 97. Mapa de puntos calientes camino 2-10-177.	124
Figura 98. Mapa de puntos calientes, camino 2-10-009.	126
Figura 99. Mapa de puntos calientes, camino 2-10-122 primera sección del tramo.	128
Figura 100. Mapa de puntos calientes, camino 2-10-122 segunda sección del tramo.	129
Figura 101. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-961 primera sección del tramo en estudio.	131
Figura 102. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-961 segunda sección del tramo en estudio.	132
Figura 103. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-177 primera sección del tramo en estudio.	133
Figura 104. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-177 segunda sección del tramo en estudio.	134
Figura 105. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-009 primera sección del tramo en estudio.	135
Figura 106. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-009 segunda sección del tramo en estudio.	136
Figura 107. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-009 segunda sección del tramo en estudio.	137
Figura 108. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-122 primera sección del tramo en estudio.	138
Figura 109. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-122 segunda sección del tramo en estudio.	139
Figura 110. Ejemplo de malla de densidad progresiva.	141
Figura 111. Ejemplo de drenaje adaptado para el paso de fauna. Se observan las pasarelas a ambos lados del curso de agua. Izquierda: Chilamate- Vuelta Kooper (ruta 4), Derecha: Playa Naranjo-Paquera (ruta 160).	141
Figura 112. Ejemplo de materiales y construcción de pasos aéreos con material base mecate de polietileno y uniones de tubo PVC, carretera ruta 1 sección Cañas-Limonal.	143
Figura 113. Detalle de modelo de construcción de pasos aéreos con material base mecate de polietileno.	143



Figura 114. Fauna silvestre utilizando pasos aéreos con material base mecate de polietileno. Izquierda: con una sola cuerda. Derecha: tipo escalera vertical. 144

Figura 115. Fauna silvestre utilizando pasos aéreos, tipo escalera vertical construido a partir de cable eléctrico de desecho..... 144

Figura 116. Fauna silvestre utilizando pasos aéreos, tipo escalera vertical construido a partir de cable eléctrico de desecho..... 145

Figura 117. Ejemplo de pasos aéreos, se observan los postes con soporte, conexión hacia los árboles y anclaje de 3 tiroleras, carretera ruta 1 sección Cañas-Limonal. 146

Figura 118. Ejemplo de pasos aéreos, paso triangular con base de malla, carretera ruta 35, sección Florencia-La Abundancia y ruta1, sección Cañas-Limonal..... 147

Figura 119. Fauna silvestre utilizando pasos aéreos, paso triangular con base de malla, ruta 4, sección Chilamate- Vuelta Kooper. 148

Figura 120. Ejemplo de paso inferior seco 149

Figura 121. Ejemplo de esquema de paso inferior por puente 150

Figura 122. Detalle de ejemplo de la continuidad del mallado inmediatamente después de la baranda del puente. 150

Figura 123. Dispositivo de prevención nacional para el cruce de fauna 152

Figura 124. Ejemplo de reductor de velocidad instalado en Vías Públicas Terrestres. 152

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Tramos de rutas cantonales en el cantón de San Carlos para el estudio de cruces de fauna 10

Cuadro 2. Zonas de vida de las rutas cantonales en el cantón de San Carlos para el estudio de cruces de fauna 14

Cuadro 3. Variables de la alineación de la carretera en los puntos de encuentro con el animal. 24

Cuadro 4. Clasificación topográfica de los puntos de encuentro de los animales 24

Cuadro 5. Ubicación de puntos de intersección de los cuatro caminos cantonales de San Carlos con Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF). 35

Cuadro 6. Total de especies identificadas en el área de estudio y su estado de conservación. . 47

Cuadro 7. Lista de especies vulnerables ante el impacto vial, camino 2-10-177. 52

Cuadro 8. Lista de especies vulnerables ante el impacto vial, camino 2-10-009. 53

Cuadro 9. Lista de especies vulnerables ante el impacto vial, camino 2-10-009. 54

Cuadro 10. Lista de especies vulnerables ante el impacto vial, camino 2-10-122. 55

Cuadro 11. Cantidad de registros durante los recorridos y su tipo de registro para los cuatro caminos cantonales en estudio. 57

Cuadro 12. Individuos totales registrados durante los recorridos y su tipo de registro para los cuatro caminos cantonales en estudio. 58

Cuadro 13. Individuos registrados durante los recorridos y su tipo de registro para el camino cantonal 2-10-961. 60

Cuadro 14. Individuos registrados durante los recorridos y su tipo de registro para el camino cantonal 2-10-177. 65



Cuadro 15. Individuos registrados durante los recorridos y su tipo de registro para el camino cantonal 2-10-009.	70
Cuadro 16. Individuos registrados durante los recorridos y su tipo de registro para el camino cantonal 2-10-122.	75
Cuadro 17. Registro de especies observada mediante cámaras trampa por camino cantonal. . ..	84
Cuadro 18. Lista de especies registradas por cámara trampa en el camino 2-10-961.	89
Cuadro 19. Lista de especies registradas por cámara trampa en el camino 2-10-177.	94
Cuadro 20. Lista de especies registradas por cámara trampa en el camino 2-10-009.	99
Cuadro 21. Lista de especies registradas por cámara trampa en el camino 2-10-122.	104
Cuadro 22. Distribución de las medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre en rutas cantonales en el cantón de San Carlos	130



1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se realizó como producto de la licitación reducida denominada, “Contratación de servicios profesionales para realizar estudio de cruces de fauna en el cantón de San Carlos”, promovida por la municipalidad de San Carlos.

El informe tiene como objetivo determinar las posibles afectaciones de los caminos actuales hacia la fauna local, y ubicar posibles pasos de animales sobre la vía en conjunto con medidas ambientales para disminuir el impacto.

Para el trabajo de campo se utilizó la metodología especificada en el pliego cartelario suministrado por la Municipalidad de San Carlos referente a la identificación de cruces de vida silvestre. Como complemento se tomaron en consideración documentos desarrollados anteriormente y relacionados con estudios de pasos de fauna como: “Diseño de la rehabilitación (o reconstrucción) y mejoramiento de la ruta nacional No1, Carretera Interamericana norte” (Leiva, 2016), el estudio “Anteproyecto de Mejoramiento de Caldera-barranca, Ruta Nacional No 23 (Conexión Ruta No 27 e Interamericana Norte Ruta No 1): Estudio de Identificación de Pasos de Fauna” (MOPT y IDOM, 2022), y el documento “Diseño de Pasos de Fauna-Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera y Ambiental, así como el Pre-Diseño de la Ruta Nacional No35, Carretera a San Carlos Sección Bernardo Soto-Florencia” (Gutierrez para IDOM, 2023). De igual forma, se tomó como parte de los insumos en consideración la Guía Ambiental “Vías Amigables con la Vida Silvestre (Pomareda et al., 2015).

El periodo de muestreo se extendió entre los meses de enero y junio, en donde se abarcó parte de la época seca y también una parte de la época lluviosa. Durante estos meses, se realizaron recorridos en los cuatro caminos para documentar atropellos, avistamientos de fauna, revisión de cámaras trampa y percepción de las personas que habitan la zona sobre la presencia de vida silvestre.

Para la metodología de recorridos se registraron 111 individuos para los cuatro caminos, de los cuales 71 fueron atropellos, 36 avistamientos y 4 indirectos (aullidos o cantos); distribuidos en 31 especies en donde el registro de atropellos se mantuvo en un rango de 22-32 registros por camino.

Mientras tanto, para el caso de las cámaras trampa, se registraron 48 especies, en donde el camino 2-10-177 fue el que presentó la mayor riqueza específica con 33 especies, mientras que el camino 2-10-122 presentó la menor riqueza con 15 especies. Mediante esta metodología, se registraron 7 especímenes adicionales que no fue posible identificar debido a la calidad y ángulo del video o fotografía, lo que impidió determinar el género y epíteto de estos ejemplares

Con los datos anteriores se crearon mapas de puntos calientes para cada camino según grupo faunístico y se obtuvo la propuesta de pasos de fauna y medidas complementarias dirigidas a la conservación de la fauna silvestre. En total se proponen 24 pasos para los cuatro caminos, que se desglosan en 8 superiores, 16 inferiores. En el caso de los pasos inferiores, estos se distribuyen en 1 paso de escolleras en puente, 6 adaptaciones de alcantarillas para uso mixto, y 9 pasos inferiores exclusivos. Además de los pasos propuestos, se detallan la ubicación de otras medidas como franjas o bandas alertadoras y reductores de velocidad, las cuales complementan la propuesta de los pasos.

Tomando en consideración el tipo de camino, topografía, disponibilidad de recursos por parte de la municipalidad, entre otras variables; se proponen en este estudio medidas ambientales de prevención, mitigación y compensación de acuerdo con las condiciones del lugar y a la etapa del proyecto (construcción u operación).

2 INTRODUCCION

El área de estudio comprende cuatro caminos cantonales de San Carlos, seleccionados con el fin de satisfacer las necesidades del Departamento de Gestión Ambiental de la Municipalidad de San Carlos para la correcta ejecución de sus labores, así como la conservación de la biodiversidad y reducción de atropellos de animales en carreteras. De esta forma, el estudio comprende un total de 16.5 km trabajando por secciones de los cuatro caminos cantonales ya en operación.

Cuadro 1. Tramos de rutas cantonales en el cantón de San Carlos para el estudio de cruces de fauna

Camino	Longitud de tramo	Distritos
2-10-961	2.3 km	Monterrey - Fortuna
2-10-177	3.9 km	Fortuna
2-10-009	3.6 km	Florencia - Quesada
2-10-122	6.7 km	Florencia – Buenas Vista

Fuente: Municipalidad de San Carlos, 2023; Atlas, 2014.

Actualmente, tres de los cuatro caminos cantonales cuentan con una superficie de rodamiento establecida con cobertura ya sea asfalto, cemento o adoquines, utilizados para el flujo vehicular normal donde se identifica también una constante movilización de turistas en la zona, especialmente en los caminos 2-10-961 y 2-10-177, asimismo el camino 2-10-099 involucra una importante zona de conexión entre La Vieja de San Carlos a Ciudad Quesada y la ruta que se dirige a Zarceró. Por otra parte, para el caso del camino 2-10-122 este se encuentra con secciones de lastre en la mayoría de su extensión, por lo que el tránsito tiende a ser lento y es utilizado actualmente por personas propietarias de terrenos cercanos, paso de terceros y funcionarios de COOPELESCA al conectar con parte de la infraestructura operacional de esta cooperativa.

Tomando en consideración las condiciones naturales de la zona en donde se desarrolla el estudio, se tiene la amenaza de que la operación de los caminos genere atropellos de fauna silvestre. Se conoce que las carreteras facilitan generan múltiples atropellos y a la vez funcionan como barrera para los desplazamientos de las diferentes especies, generando el fenómeno conocido como fragmentación del hábitat, un factor que amenaza la conservación de la naturaleza (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015). De igual forma, pueden alterar los movimientos, el intercambio genético o bien, procesos fisiológicos de las especies presentes (Trombulak y Frissell, 2000). Además, se ve afectada la seguridad vial, ya sea por accidentes por colisión o bien por esquivar la fauna que transita estos ejes lineales (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Con el fin de prevenir o disminuir la alta mortalidad de fauna silvestre, es que se desarrollan medidas dirigidas a la fauna silvestre dentro de las cuales se encuentran los pasos de fauna, las cuales son estructuras que atraviesan la vía por encima o por debajo, permitiendo que los animales crucen la carretera sin riesgo.

Debido a lo anterior, y el esfuerzo por parte del Departamento de Gestión Ambiental de la Municipalidad de San Carlos, es que se llevó a cabo la contratación de un estudio para identificar posibles cruces de fauna silvestre en cuatro rutas cantonales del cantón de San Carlos con el fin de contribuir a la conservación de la biodiversidad, reducción de atropellos de animales en carreteras; mediante la valorización de la red vial mitigando impactos negativos de las infraestructuras humanas en los ecosistemas para la búsqueda de la coexistencia armoniosa entre la vida silvestre y las actividades humanas. Acorde a la legislación ambiental con énfasis en el Decreto Ejecutivo 40139-MOPT donde se detalla que “Las obras de mejoramiento y construcción de obra nueva que se desarrollen en la red vial



cantonal se deberán realizar con apego a la normativa vigente en materia ambiental y social, de forma que se garantice que dichos componentes se incorporen dentro de la gestión vial municipal a fin de contribuir con el desarrollo sostenible”; lo que involucra la implementación de medidas que faciliten la conectividad y desplazamiento de la fauna silvestre en rutas cantonales.

Para el presente informe, se presentan los resultados obtenidos durante el periodo de contratación que comprende los meses entre enero 2024 a junio del 2024, abarcando de esta forma parte de la época seca y parte de la época lluviosa en el área de estudio.



3 JUSTIFICACIÓN

La justificación del presente estudio se basa en diferentes ejes de importancia para el Departamento de gestión Ambiental de la Municipalidad de San Carlos entre los cuales se identifica la conservación de la biodiversidad, reducción de atropellos, generación de información científica, reducción de accidentes de tránsito, la valoración de parte de la red vial del cantón y mitigación de impactos negativos de la infraestructura humana al ecosistema, así como el cumplimiento con una serie de normativas ambientales a nivel nacional.

- Conservación de la biodiversidad: Los cruces de fauna ayudan a reducir el impacto negativo de las carreteras y otras infraestructuras en la vida silvestre, permitiendo que los animales se desplacen libremente y manteniendo sus poblaciones.
- Reducción de atropellos: Los atropellos de animales en carreteras son una causa importante de mortalidad de vida silvestre, por tanto, pueden ayudar a identificar las ubicaciones críticas donde los animales cruzan con mayor frecuencia, lo que permite colocar los cruces en los lugares adecuados y reducir la mortalidad por atropellos, así como evitar fragmentación y mantener conectividad biológica.
- Información científica: Los estudios de fauna proporcionan datos valiosos sobre patrones de movimiento de fauna, las especies presentes en la zona y sus hábitos migratorios.
- Reducción de accidentes en tránsito: A largo plazo puede generar beneficios económicos al prevenir accidentes de tránsito causados por atropellos de animales.
- Logar una valorización de la red vial del cantón al mitigar los impactos negativos de las infraestructuras humanas en los ecosistemas y permitir la coexistencia armoniosa entre la vida silvestre y las actividades humanas, siendo esta una estrategia para el desarrollo sostenible.



4 OBJETIVO

Identificar posibles cruces de fauna silvestre en cuatro rutas cantonales del cantón de San Carlos con el fin de contribuir a la conservación de la biodiversidad, reducción de atropellos de animales en carreteras; mediante la valorización de la red vial mitigando impactos negativos de las infraestructuras humanas en los ecosistemas para la búsqueda de la coexistencia armoniosa entre la vida silvestre y las actividades humanas.

4.1 **Objetivos específicos**

1. Ubicar y mapear las áreas ambientalmente frágiles y lista de las especies de vida silvestre a encontrar en el sitio de estudio.
2. Elaborar mapas con los puntos calientes o puntos de mayor cruce de vida silvestre (*hot spots*), identificando cada mapa de acuerdo con el grupo taxonómico.
3. Identificar los sitios para la construcción e instalación de los pasos de fauna.
4. Indicar medidas preventivas/mitigación a considerarse para minimizar la mortalidad y/o choque hacia la fauna silvestre, tomando en cuenta a las comunidades locales.
5. Presentar recomendaciones de los tipos de pasos que se deriven de los resultados finales del estudio.

5 AREA DE ESTUDIO

5.1 Localización geográfica – administrativa

El área de estudio corresponde a cuatro caminos cantonales del cantón de San Carlos, que abarcan parte de los distritos de Florencia, Quesada, Fortuna, Monterrey y Buena Vista, dentro de la provincia de Alajuela (Atlas, 2014). En la Figura 1 y 2 se muestra el detalle de la ubicación.

5.2 Zona de vida

Los cuatro caminos cantonales para el estudio se ubican dentro de cuatro distintas zonas de vida: Bosque Muy Húmedo Tropical Transición a Premontano, Bosque Muy Húmedo Premontano, Bosque Muy Húmedo Premontano Transición a Pluvial y Bosque Muy Húmedo Premontano Transición a Basal (Figura 3 y 4).

Cuadro 2. **Zonas de vida de las rutas cantonales en el cantón de San Carlos para el estudio de cruces de fauna**

Camino	Zona de vida ¹
2-10-009	BMHPTB, BMHPTP, BMHP
2-10-177	BMHTTP, BMHPTB
2-10-961	BMHTTP
2-10-122	BMHPTP, BMHP

Fuente: Municipalidad de San Carlos, 2023; Atlas, 2014.

De esta forma, en el Bosque Muy Húmedo Tropical Transición a Premontano el rango de precipitación es de 4000 a 5500 mm, con un ámbito de temperatura y biotemperatura equivalentes de 21.5 a 24°C, presentando un período efectivamente seco que puede variar entre 0 y 3.5 meses. En su estado inalterado, los bosques de este bioclima poseen una altura que varía entre 40 y 50 m, son bosques siempre verdes, donde las epífitas y lianas son abundantes. Esta zona bioclimática corresponde a una franja angosta localizada en la zona de transición topográfica, donde el relieve pasa de ser muy quebrado a plano o casi plano (Instituto Nacional de Aprendizaje, s.f).

La zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano presenta una condición favorable, pero no óptima, para el desarrollo de actividades del uso del suelo, debido a la abundante cantidad de precipitación. Los cultivos de tipo permanente y los pastos son las actividades que mejor se adaptan a este bioclima. Presenta un rango de precipitación entre 2000 y 4000 mm como promedio anual y su rango de biotemperatura varía entre 17 y 24°C. Esta zona de vida se extiende a lo largo de las cordilleras y en ambas vertientes, presentando así, una gran variedad de condiciones edáficas (Instituto Nacional de Aprendizaje, s.f).

Con respecto a la vegetación característica de esta zona de vida presenta una estructura vegetal con diferenciación de dos a tres estratos, donde los árboles de dosel alcanzan los 40 m de altura con presencia de gambas, por otra parte, el sotobosque por lo general presenta de 10 m a 20 m de altura y

¹Zonas de Vida: BMHPTB = Bosque Muy Húmedo Premontano Transición a Basal, BMHPTP= Bosque Muy Húmedo Premontano Transición a Pluvial, BMHP= Bosque Muy Húmedo Premontano, BMHTTP= Bosque Muy Húmedo Tropical Transición a Premontano

el estrato de arbustos es de 2 m a 3 m de alto, a menudo denso y con el suelo cubierto por helechos o carente de cobertura vegetal principalmente (Janzen, 1991).

La zona de Bosque Muy Húmedo Premontano Transición a Pluvial corresponde a una transición por lo que presenta algunas condiciones de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano, sin embargo, se diferencia por su se caracteriza por su rango de precipitación que oscila entre 4000 y 4500 mm (Instituto Nacional de Aprendizaje, s.f.).

Finalmente, el Bosque Muy Húmedo Premontano Transición a Basal presenta una precipitación anual promedio entre 3000 y 4000 mm, con biotemperaturas que oscilan entre los 24 y 25 °C y el periodo seco es poco marcado durante los meses de febrero y marzo, por lo que esta zona es considerada de las más favorables para el desarrollo diversificado de cultivos perennes y de pastizales. (Instituto Nacional de Aprendizaje, s.f.). En esta zona de vida, la vegetación se caracteriza por ser mayoritariamente perennifolia, pero con presencia de algunas especies brevemente caducifolias, se identifican de dos a cuatro estratos con alturas de dosel que pueden llegar hasta 30 m o 55 m y árboles que alcanzan hasta 200 cm de DAP, mientras que en el sotobosque se presentan palmeras con raíces adventicias a menudo abundantes (Janzen, 1991).

5.3 Áreas Silvestres Protegidas

Prácticamente los tramos de los cuatro caminos en estudio no se encuentran dentro de ningún Área Silvestre Protegida (ASP), de acuerdo con el Sistema Nacional de Área de Conservación (SINAC); con excepción de una pequeña sección de aproximadamente 230 m del camino 2-10-177 que ingresa al límite del Parque Nacional Volcán Arenal (PNVA) en su sección este, específicamente en la zona de la Catarata La Fortuna. Esta sección de 230 m del camino 2-10-177 se ubica entre las coordenadas CRTM05 X: 426942.653, Y:1154819.393 y coordenadas CRTM05 X: 426819.2662, Y:1154644.1032.

El Parque Nacional Volcán Arenal fue creado el 30 de septiembre de 1991 mediante Decreto Ejecutivo N. 20791-MIRENEM. Posteriormente, su superficie se amplió por medio de los Decretos Ejecutivos 21197-MIRENEM (23 de abril de 1992) y N. 23774 MIRENEM (22 de noviembre del 1994). Este último decreto justifica la creación del parque en la producción hídrica, la belleza escénica y la actividad volcánica. El mismo afirma que el área es de gran importancia para la conservación del régimen hídrico local, con lo que se garantiza el aporte constante de aguas al Embalse Arenal y a los asentamientos humanos cercanos. También considera la belleza escénica y la actividad volcánica, que son atractivos turísticos importantes para el desarrollo regional, la actividad económica y el aporte al sistema nacional de electrificación (SINAC, 2012).

El PNVA se localiza en la región norte de Costa Rica, dentro del Área de Conservación Arenal huetar Norte (ACAHN) y abarca una extensión de 12.080 ha. Según la división política del territorio, el PNVA se ubica entre las provincias de Guanacaste y Alajuela. En la primera, se encuentra dentro del distrito Tronadora, cantón Tilarán, con 2.227,5 ha que representan el 18% del área total. De la provincia de Alajuela, tiene parte dentro del distrito La Fortuna, cantón de San Carlos, con una extensión de 6.535,2 ha, que equivale a más de la mitad del área protegida. Finalmente, del distrito Peñas Blancas, cantón de San Ramón, abarca 3.317,3 ha, que es el restante 27 % del área (SINAC, 2012).

Entre los principales objetivos de conservación priorizados para el Parque se identifican el agua, bosques, historia (natural y cultural del volcán), aves (quetzal, gavilán blanco y pavón), felinos (jaguar y puma), el cerro Chato, tepezcuintle y los suelos. Entre los principales aspectos a destacar de los objetivos de conservación, se ha identificado en el Plan de Manejo del PNVA que el bosque que cubre un 75 % del Parque es un ecosistema paisaje y se cataloga como un sistema terrestre, generando

conectividad estructural con la Zona Protectora Monteverde y otras áreas protegidas. Además, los felinos, en este caso el puma y el jaguar, así como el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) son especies de escala regional, ya que las mismas migran distancias más allá de los propios límites del parque y, por tanto, su conservación requiere de una articulación de estrategias con otras áreas protegidas circundantes. Finalmente, se resalta en el Plan de Manejo el tema del recurso hídrico como uno de los objetivos que ha tomado gran importancia debido que en el Parque se genera protección, regulación y captación de este para diversos usos, entre ellos, ganadería, agua potable, abastecimiento del proyecto hidroeléctrico Arenal y uso en actividades recreativas para el turismo (SINAC, 2012).

En la Figura 5 y Figura 6 se muestra la ubicación del área del proyecto que comprende los cuatro caminos cantonales en estudio con respecto a las áreas silvestres protegidas más cercanas.

5.4 Corredores Biológicos

De acuerdo con el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y el Programa Nacional de Corredores Biológicos, se ubica al camino 2-10-009 dentro de los límites del Corredor Biológico Paso de las Nubes (CBPN), para el caso del resto de caminos, estos no se identifican dentro del CBPN, sin embargo, se encuentran cercanos a su delimitación. La sección del camino 2-10-009 que se ubica dentro del Corredor comprende 3.6 km y se encuentra entre las coordenadas CRTM05 X: 446585.45, Y:1142306.61 y coordenadas CRTM05 X: 449083.64, Y:1137095.46.

En la Figura 5 y Figura 6 se detalla la ubicación del área del proyecto que comprende los cuatro caminos cantonales en estudio en relación con los corredores biológicos cercanos.

Según información del Proyecto Corredores Biológicos (s.f), el CBPN presenta una extensión aproximada de 40.136,8147 hectáreas y su área se caracteriza por poseer un importante recurso hídrico, ya que en esta nacen 18 ríos y 8 quebradas que dan origen a dos de las principales cuencas del país: el Río San Carlos (2646 Km²) en la vertiente Caribe que drena sus aguas a la Cuenca del Río San Juan en el vecino país de Nicaragua y la segunda cuenca corresponde a un pequeño sector del Río Barranca en la vertiente Pacífica. Debido a esto, entre sus principales componentes de conservación se identifican la gran belleza paisajística y de importancia para la captación de agua; tanto para consumo humano, como para las actividades de generación de hidroelectricidad, donde además destacan una serie de actividades socioeconómicas como la producción asociada a sistemas agrosilvopastoriles, el ecoturismo y la acuicultura, entre otras.

Además, el Corredor presenta como objetivo gestionar la conectividad de hábitats entre el Parque Nacional del Agua Juan Castro Blanco y la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes con la inclusión de las comunidades en la conservación de los servicios ecosistémicos a largo plazo (Proyecto Corredores Biológicos, s.f.).

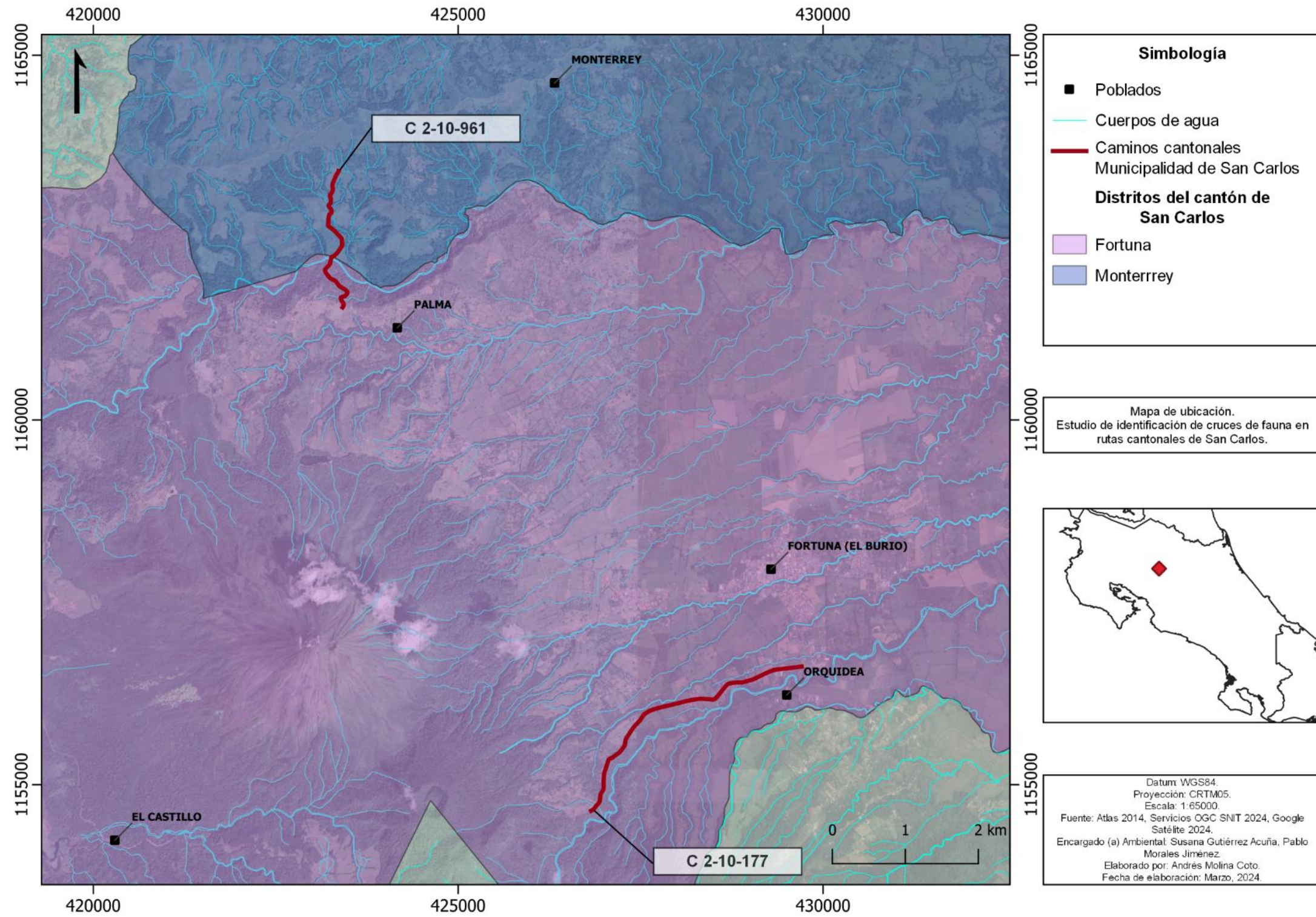


Figura 1. Ubicación geográfica – administrativa del área de estudio, caminos 2-10-961 y 2-10-177.

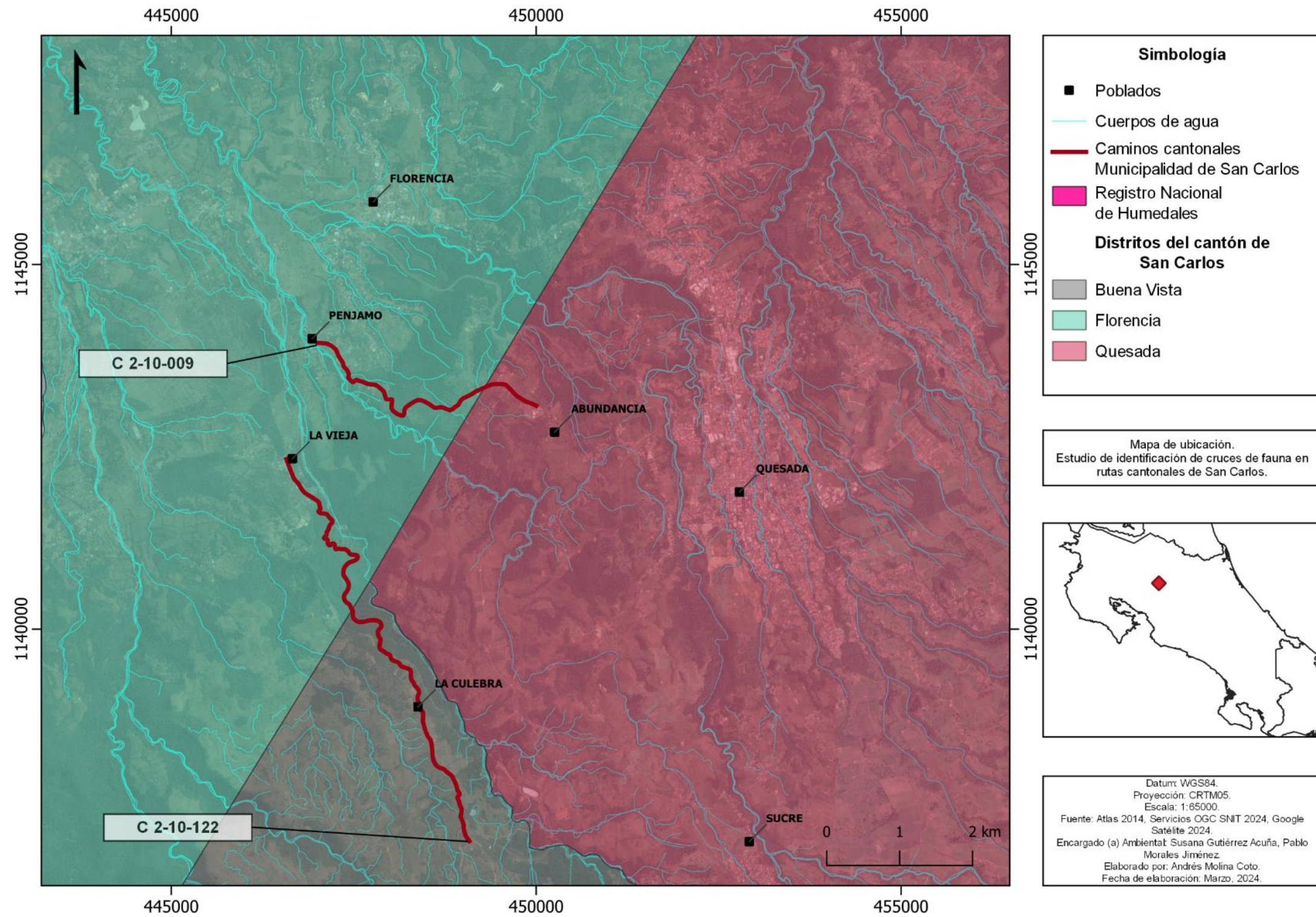


Figura 2. Ubicación geográfica – administrativa del área de estudio, caminos 2-10-009 y 2-10-122.

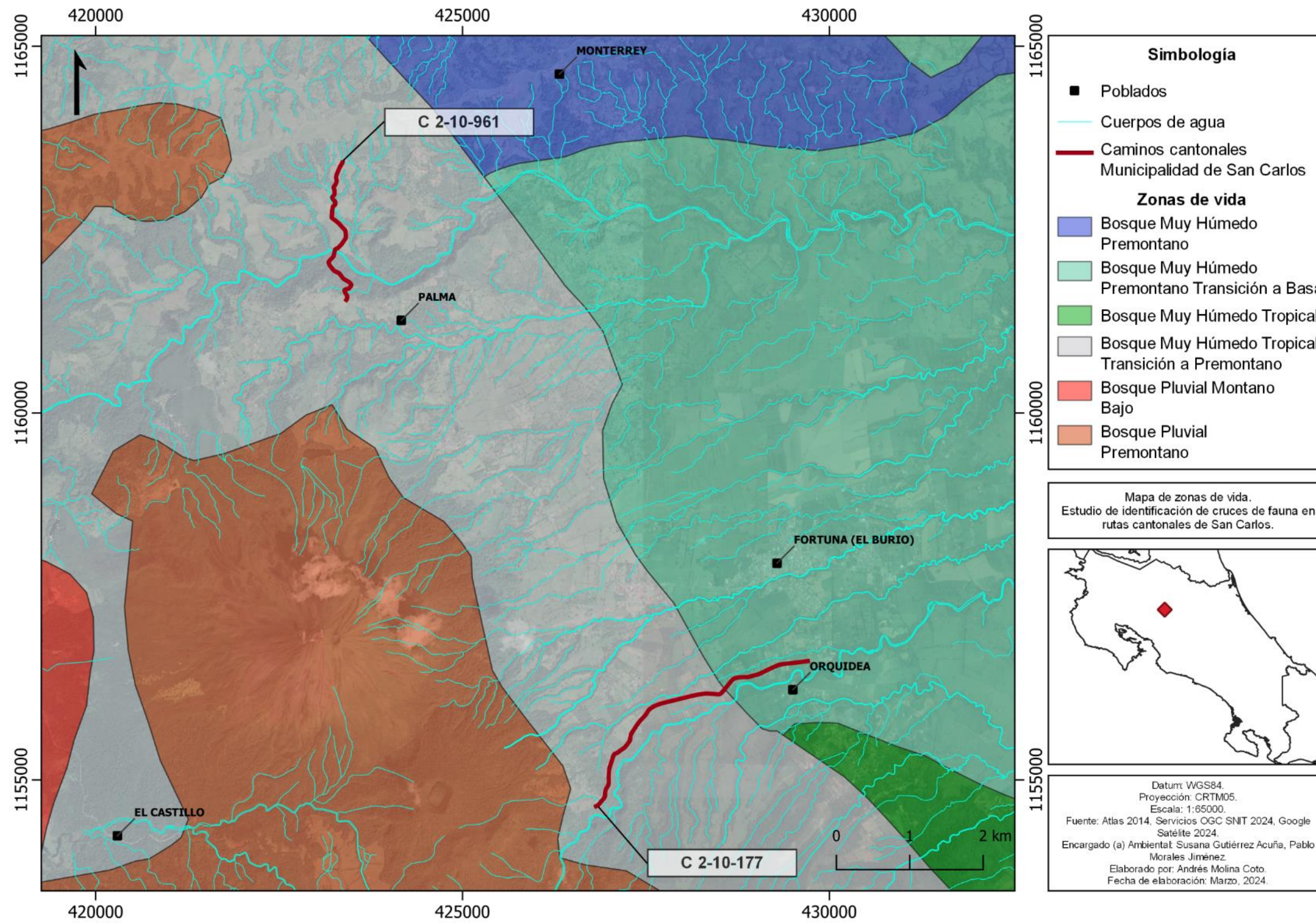


Figura 3. Zonas de vida presentes en el área del proyecto, caminos 2-10-961 y 2-10-177.

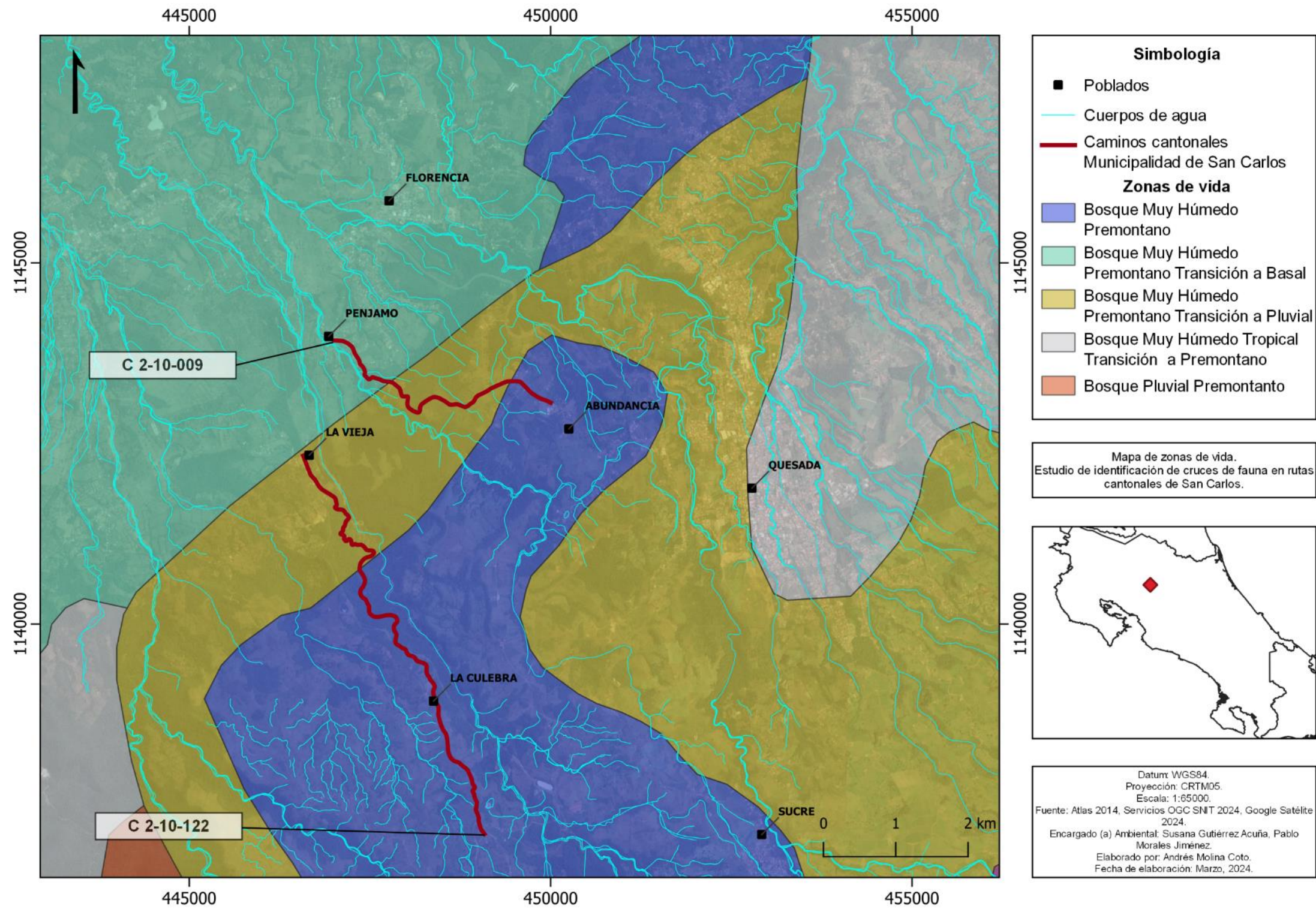


Figura 4. Zonas de vida presentes en el área del proyecto, caminos 2-10-009 y 2-10-122.

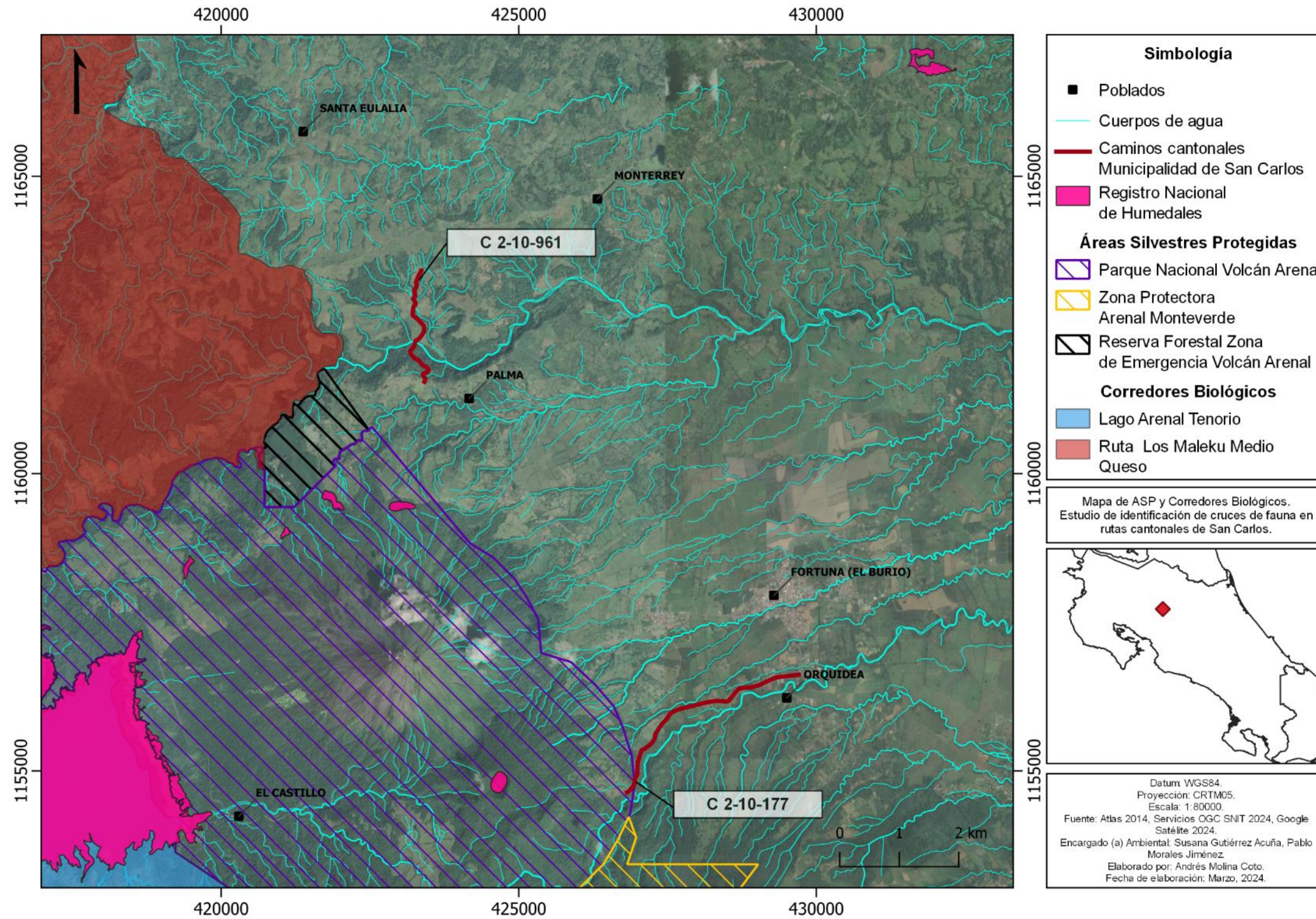


Figura 5. Ubicación de las áreas silvestres protegidas y corredores biológicos más cercanos al área de estudio, caminos 2-10-961 y 2-10-177.

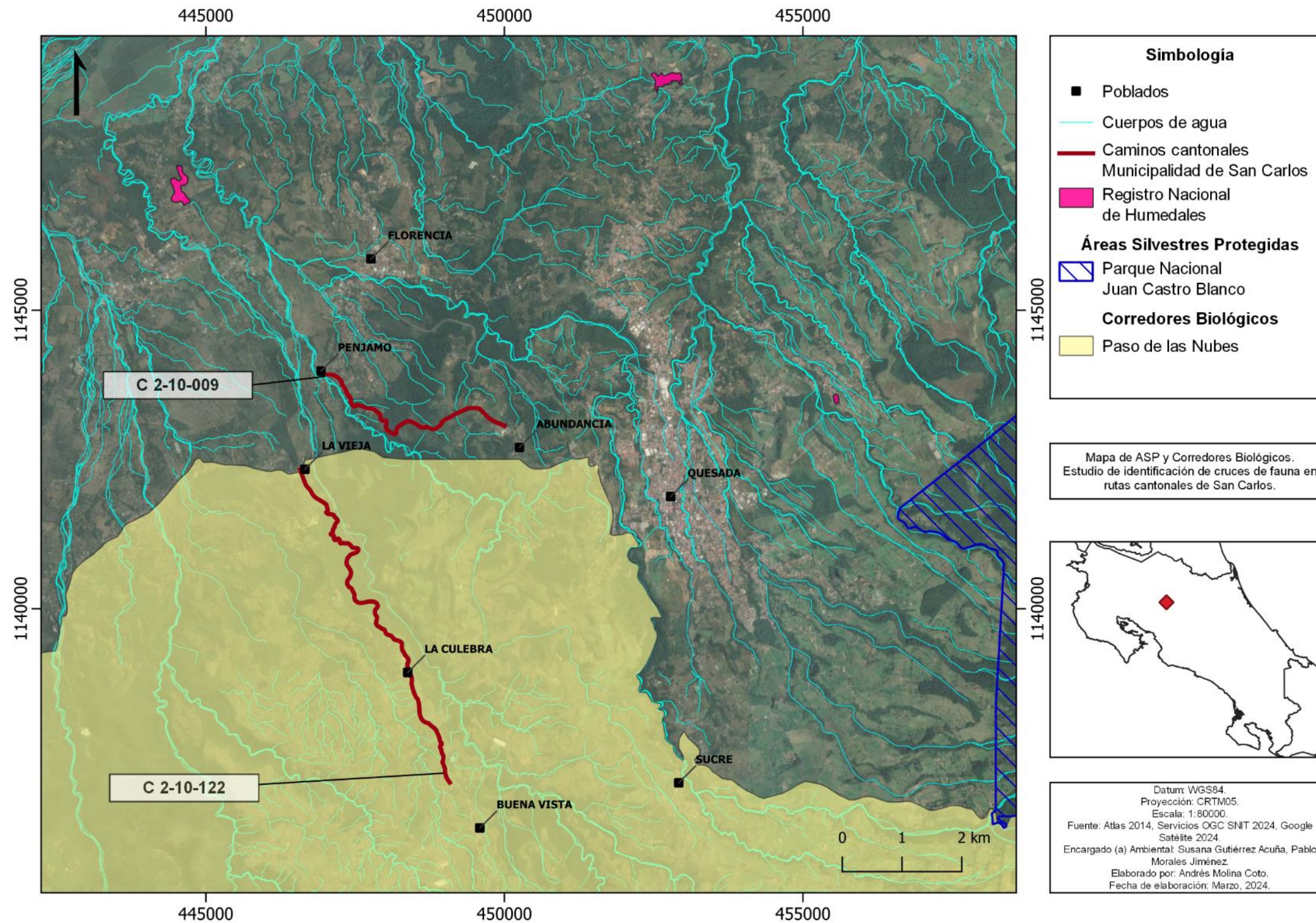


Figura 6. Ubicación de las áreas silvestres protegidas y corredores biológicos más cercanos al área de estudio, caminos 2-10-009 y 2-10-122.

6 METODOLOGIA

Se utilizó como base la metodología especificada en el pliego cartelario suministrado por la Municipalidad de San Carlos referente a la identificación de cruces de vida silvestre. Como complemento se tomaron en consideración documentos desarrollados anteriormente y relacionados con estudios de pasos de fauna como: “Diseño de la rehabilitación (o reconstrucción) y mejoramiento de la ruta nacional N°1, Carretera Interamericana norte” (Leiva, 2016), el estudio “Anteproyecto de Mejoramiento de Caldera-barranca, Ruta Nacional N° 23 (Conexión Ruta N° 27 e Interamericana Norte Ruta N° 1): Estudio de Identificación de Pasos de Fauna” (MOPT y IDOM, 2022), y el documento “Diseño de Pasos de Fauna-Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera y Ambiental, así como el Pre-Diseño de la Ruta Nacional N°35, Carretera a San Carlos Sección Bernardo Soto-Florencia” (IDOM, 2023). De igual forma, se tomó como parte de los insumos en consideración la Guía Ambiental “Vías Amigables con la Vida Silvestre (Pomareda *et al.*, 2015)

El periodo de muestreo comprende los meses entre enero 2024 a junio del 2024, abarcando de esta forma parte de la época seca y parte de la época lluviosa en el área de estudio. El trabajo de campo se llevó a cabo por parte de los biólogos Susana Gutiérrez Acuña y Pablo Morales Jiménez, quienes coordinaron el apoyo de tres asistentes técnicos de campo para el desarrollo de diversas actividades en la contratación; correspondientes a: Andrés Esteban Molina Coto, Dérick Herrera Solano y Pablo Cascante.

Para cumplir con los objetivos de la contratación, se planteó una metodología basada en varios componentes que se describen a continuación. Aplicados para el área de estudio que comprende cuatro caminos cantonales de San Carlos 2-10-961, 2-10-177, 2-10-122 y 2-10-009.

6.1 Conectividad estructural y áreas ambientalmente frágiles (AAF)

Para la determinación de la conectividad en los tramos de estudio se analizaron fotografías aéreas en conjunto con la verificación de campo. Con la utilización del software Q-Gis se generarán mapas de la zona para determinar la presencia de sectores que, de acuerdo con las asociaciones vegetales presentes, permitan la posible movilización de especies de fauna. Además, se identificarán las Área Ambientalmente Frágil (AAF) en cada tramo, según la definición por la legislación vigente, abarcando el Decreto Ejecutivo Número N° 43898 -MINAE-S- MOPT-MAG-MEIC, Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, en donde se define un AAF como “Espacio geográfico que en función de sus condiciones de geopotencia, de capacidad de uso del suelo, de ecosistemas que lo conforman y su particularidad socio-cultural; presenta una capacidad de carga restringida y con algunas limitantes técnicas que deberán ser consideradas para su uso en actividades humanas. También comprende áreas para las cuales, el Estado, en virtud de sus características ambientales ha emitido un marco jurídico especial de protección, reserva, resguardo o administración”.

6.2 Recorridos

Para el periodo total del trabajo de campo, se realizaron 10 recorridos por cada tramo en estudio (10 diurnos entre 5:30 am a 6:30am y 10 nocturnos entre 7:00 pm a 9:00 pm), a una velocidad aproximada de 5-20 km/h entre el periodo que abarca de enero a mayo del 2024. Los muestreos se efectuaron en estos horarios tomando en cuenta un mayor pico de actividad de los animales, ya que la mayoría son de hábitos nocturnos o crepusculares y al mismo tiempo existe un menor peligro para el personal, debido al menor volumen de tránsito (Collinson *et al.* 2014). De igual forma se evita que sean removidos los animales muertos de la carretera por carroñeros o personas.

En los recorridos se registraron animales muertos, avistamientos directos de animales vivos o bien, rastros como huellas, pelos o heces. Cada registro se identificó con las coordenadas en CRTM05, el tipo de evento, especie (nombre científico y nombre común) y grupo faunístico, así como hora, día, fotografía y características de la carretera donde se encuentra el evento. Para la colecta de información en campo se utilizaron dispositivos móviles y aplicaciones para colecta de información georreferenciada WS Maps (dispositivos Android) y MyTracks (dispositivos iOS), en complemento de caracterización de los registros presentada en la Guía Ambiental Vías Amigables con la Vida Silvestre de Pomareda *et al*, (2015), así como de las especificaciones del pliego cartelario de la Municipalidad de San Carlos.

Para la toma de datos en carretera, se tomaron las siguientes consideraciones, según se estipula en la Guía de Vías Amigables con la Vida Silvestre.

Curvatura de la carretera: se refiere al tipo de curva específico que corresponde al lugar en donde se tomó el dato, para lo cual se tienen las alternativas que se plantean en el Cuadro 3.

Cuadro 3. **Variables de la alineación de la carretera en los puntos de encuentro con el animal**

Descripción	Tipo
No existe evidencia de curvas horizontales cerca del área de encuentro del animal	A
Existe evidencia de curva a una distancia mayor a 100 metros y menor a 200 metros	B
Existe una curva horizontal directamente en el punto de encuentro del animal	C

Fuente: Langen y Sáenz, 2009, Pomareda, et al, 2015.



Figura 7. **Tipos de curva presentes en la carretera.** Fuente: Langen y Sáenz, 2009; Pomareda et al, 2015

Topografía. Se toma en consideración el perfil topográfico del sitio en donde se observó el animal, para lo cual se cuenta con la nomenclatura descrita en el Cuadro 4.

Cuadro 4. **Clasificación topográfica de los puntos de encuentro de los animales**

Descripción	Nomenclatura
Carretera por encima de la vegetación	CEV
Carretera al ras de la vegetación	CRV
Carretera con depresión a un lado	CCD
Carretera con paredón	C1P
Carretera escalonada	CE
Carretera con dos paredones	C2P
Carretera bajo la línea de vegetación	CDV

Fuente: Pomareda *et al*, 2015.

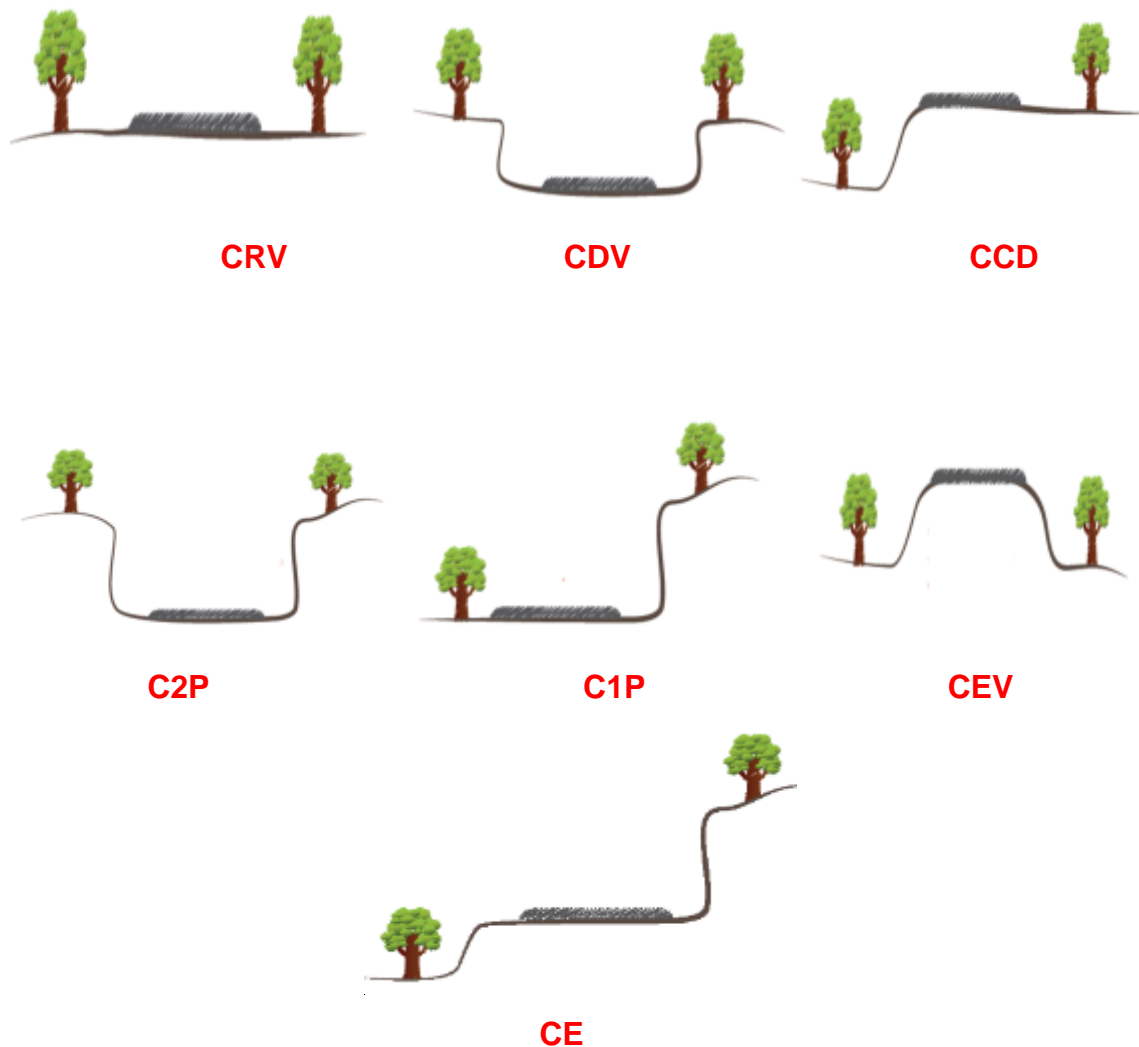


Figura 8. Topografía de los puntos de encuentro de los animales. Fuente: Pomareda *et al*, 2015.

6.3 Cámaras trampa

Se colocaron 16 cámaras trampa a nivel del suelo o sotobosque en 16 puntos distintos dentro del área de estudio (4 cámaras en cada camino cantonal). Para la selección de los sitios en donde se ubicaron las cámaras se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Estudio de fotografías aéreas para determinar conectividad aparente.
- Verificación en campo de cada punto.
- Consulta a pobladores cercanos a la carretera para saber en qué puntos habían observado que los animales cruzaban.
- Alcantarillas existentes para evaluar su uso.

Sumado a esto, se establecieron 3 cámaras a nivel de dosel para los caminos 2-10-177, 2-10-961 y 2-10-009 (una por cada camino); para un total de 19 cámaras trampa establecidas en toda el área de estudio que abarca los 4 caminos cantonales. Cabe destacar que para el caso de la cámara de dosel instalada en

el camino 2-10-961, no fue posible la recuperación de los datos por este dispositivo de fototrampeo ya que, por una posible acción de vandalismo, la cámara fue retirada del árbol donde se instaló y no fue posible recuperarla. Basado en los puntos anteriores, se dejaron sectores en los cuales no se colocaron cámaras debido a que eran zonas de un uso de suelo urbano-comercial a orillas de la carretera o en donde la cobertura vegetal no concordaba con las características esperadas para un sector de paso de fauna silvestre.

Las cámaras se ubicaron a un máximo de 5 metros después de la línea de derecho de vía, en su mayoría colocadas en árboles o estacas a una altura promedio de 40 cm con el fin de tener un ángulo de captura para mamíferos pequeños (roedores) y animales de mayor tamaño, así como en sectores de dosel cuando las condiciones del sitio lo permitían. Considerando que, durante el periodo de muestreo, se generan lluvias de distinta intensidad, las cámaras se adaptaron para no verse afectadas por la humedad y la caída directa de agua. La revisión del equipo se realizó cada dos semanas en el caso de cámaras al nivel del suelo o sotobosque con el fin de verificar su estado, revisar baterías y recolectar la información, mientras que, las cámaras de dosel fueron revisadas una vez debido a la dificultad de acceso al dispositivo con un intervalo de más de un mes de encontrarse activas. El proceso de monitoreo se llevó a cabo, abarcando la época seca y la época lluviosa en el área de estudio.

Posteriormente, la sistematización de los datos se generó a partir del software TimeLapse el cual permite organizar la información referente a fotografías y videos de cámaras trampa, utilizando coordenadas de instalación y el etiquetado asistido de especies mediante nombres científicos. Finalmente, los datos fueron procesados mediante hojas de Excel para la generación de análisis de riqueza de especies.

6.4 Entrevistas

Se realizaron 44 entrevistas semi-estructuradas en las cuales se identificó información de importancia por parte de las comunidades en el área de influencia directa de cada tramo en estudio, con el objetivo de registrar reportes de fauna silvestre en la zona y sitios de interés; según las disposiciones del pliego cartelario de la Municipalidad de San Carlos (Anexo 1).

Además, se incluyó un ítem de comentario abierto donde se le consulta al entrevistado si estaría anuente a aceptar la colocación de un paso de fauna inferior o superior (arborícola) dirigido a su propiedad, con la salvedad de no saber si el entrevistado es el dueño registral del terreno. Las entrevistas fueron aplicadas a usuarios de la vía y vecinos del lugar o propietarios de terrenos que colindan con los caminos cantonales.

6.5 Determinación de Puntos Calientes

A partir de los datos totales de los recorridos realizados, mediante la utilización del software QGIS, y la extensión “Kernel density” se generaron mapas de calor utilizando una escala de colores donde una mayor densidad de puntos geográficos da como resultado colores más cálidos (rojos – anaranjados), con un radio de 50 m entre los datos. Este análisis presenta los grupos faunísticos o grupos funcionales identificados en los tramos de estudio. Para la elaboración de los mapas se consideraron los registros tomados por atropellos, avistamientos y registros indirectos (excretas, huellas, huesos, entre otros). Con el insumo de los puntos calientes, se incorporaron las condiciones de topografía, diseño geométrico, entre otros para elegir la mejor ubicación de pasos de fauna, teniendo como resultado lo presentado en el apartado 7.5.

7 RESULTADOS

7.1 Zonas de conectividad

El área de estudio presenta un mosaico de asociaciones vegetales a ambos lados de los tramos de los caminos cantonales 10-2-961, 10-2-177, 2-10-009, 10-2-122, además, presenta un uso de suelo predominantemente agropecuario, con pequeñas zonas urbanizadas. Se identifica una dominancia de vegetación tipo potreros arbolados y regeneración a manera general, con sectores de vegetación arbórea densa y vegetación riparia en menor extensión. Por lo anterior, se considera que la zona de estudio comprende un ambiente intervenido, presentando zonas de conectividad que se concentran principalmente al margen de cuerpos de agua y zonas en donde existe una cobertura vegetal densa.

Los efectos de la fragmentación de hábitat se desarrollan cuando un hábitat grande y continuo se reduce y se subdivide en dos o más fragmentos; siendo este fenómeno casi siempre ligado a la tala de bosques para su conversión en otros usos del suelo, pero también ocurre cuando el área es atravesada por una carretera, canal, línea de transmisión u otra obra de infraestructura que divida el área (Arroyave *et al.*, 2006). Las consecuencias ecológicas de la fragmentación del hábitat incluyen los efectos directos de pérdida de hábitat y el aislamiento de las poblaciones que contienen (Murrieta *et al.*, 2007), por lo que la conservación de las zonas de conectividad identificadas es básica para la conservación de las especies observadas y esperadas en la zona de estudio.

Para efectos del presente trabajo se tomaron en consideración las zonas que presentaran vegetación arbórea a ambos lados de la carretera, y que esa vegetación continuara homogénea hasta una zona más grande bajo las mismas o mejores condiciones. De esta manera, se identificaron un total de 5 zonas de conectividad en los cuatro caminos en estudio, en las cuales existe una mayor probabilidad de que la fauna terrestre local realice desplazamientos. A continuación, se presenta una descripción específica de las zonas de conectividad por camino cantonal.

7.1.1 Zonas de conectividad camino 2-10-961

En el tramo del camino 2-10-961, se identificó una zona de conectividad que se concentra en la primera mitad del camino, vinculada a cuerpos de agua; una quebrada intermitente y el río Arenal (Figura 9). En este segmento predomina la vegetación riparia y vegetación arbórea densa, ligada a una topografía variable de pendientes pronunciadas donde la estructura vertical presenta de dos a cuatro estratos y el dosel está dominado por vegetación leñosa, incluyendo especies arbóreas como el cedro amargo (*Cedrela odorata*), mientras que el sotobosque se presenta denso con especies herbáceas y arbustivas como el cafecillo (*Psychotria sp.*).

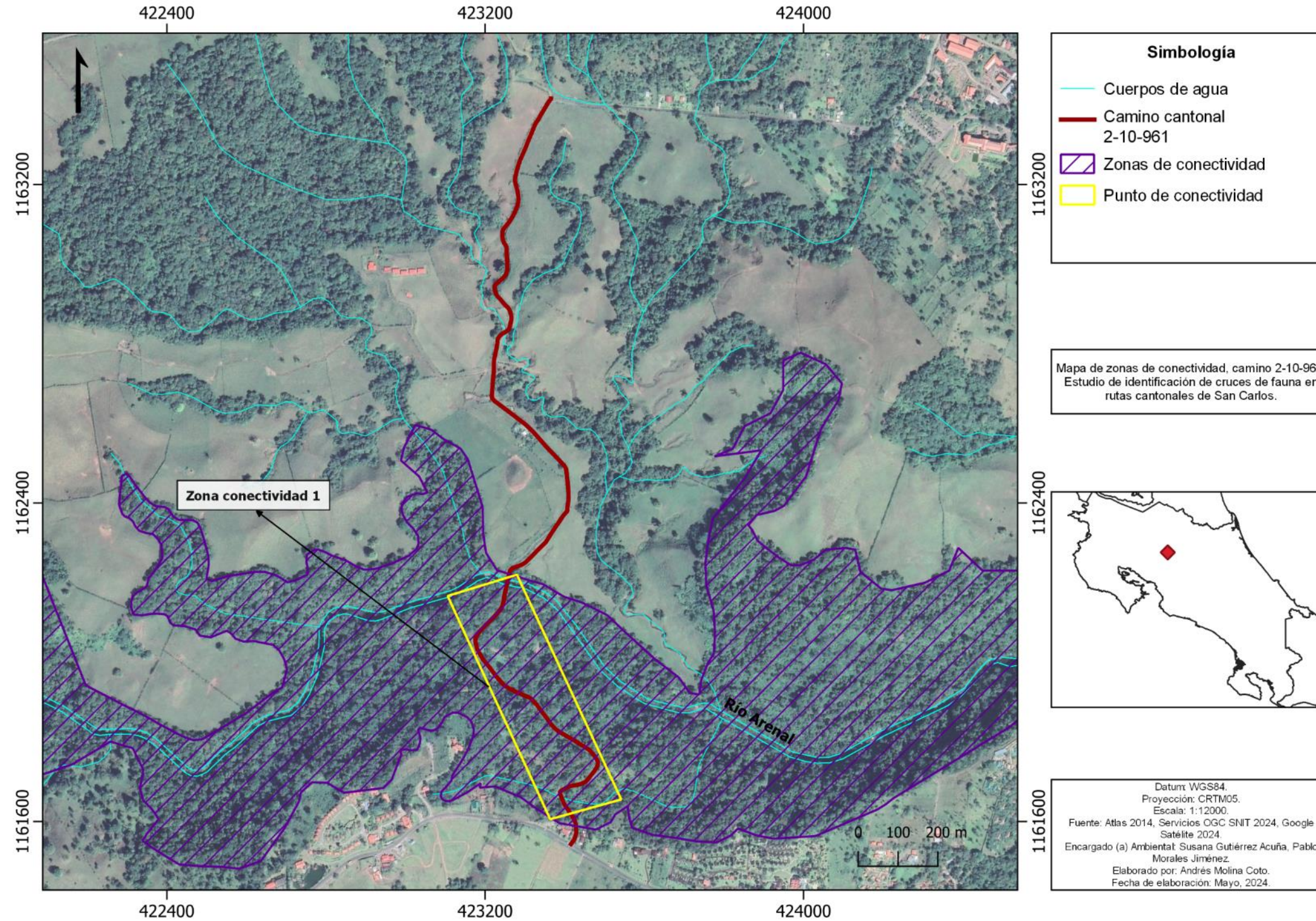


Figura 9. Zonas de conectividad, camino 2-10-961.



7.1.2 Zonas de conectividad camino 2-10-177

En el camino 2-10-177 se identificó una zona de conectividad vinculada a un parche de masa boscosa en la sección sur del camino, cercano a la colindancia con el Parque Nacional Volcán Arenal (Figura 10). Este sector se caracteriza por presentar vegetación arbórea densa con una estructura vegetal de dos a cuatro estratos verticales y presencia de especies arbóreas dominantes como el hule (*Castilla elastica*), mientras que el sotobosque se presenta denso. Además, se identifica una topografía variable con pendiente pronunciada en dirección al cauce del río Fortuna. La zona de conectividad 1 se encuentra justo antes de la infraestructura del centro turístico de Catarata Río Fortuna, por lo que es usual la movilización constante de persona y vehículos en este punto. Además, se presenta en la Figura 10, la ubicación de una zona de conectividad para el camino cantonal 2-10-504; el cual no se encuentra dentro de las rutas en estudio de la presente contratación, sin embargo, se ubica en el entronque con el camino 2-10-177 por lo que es próximo al área de estudio. La zona de conectividad camino 2-10-504 representa un sitio con cobertura boscosa y vegetación riparia ligada a la quebrada Habana, siendo un sector donde la fauna local se moviliza y que podría desplazarse al camino 2-10-177 debido a la cercanía existente.

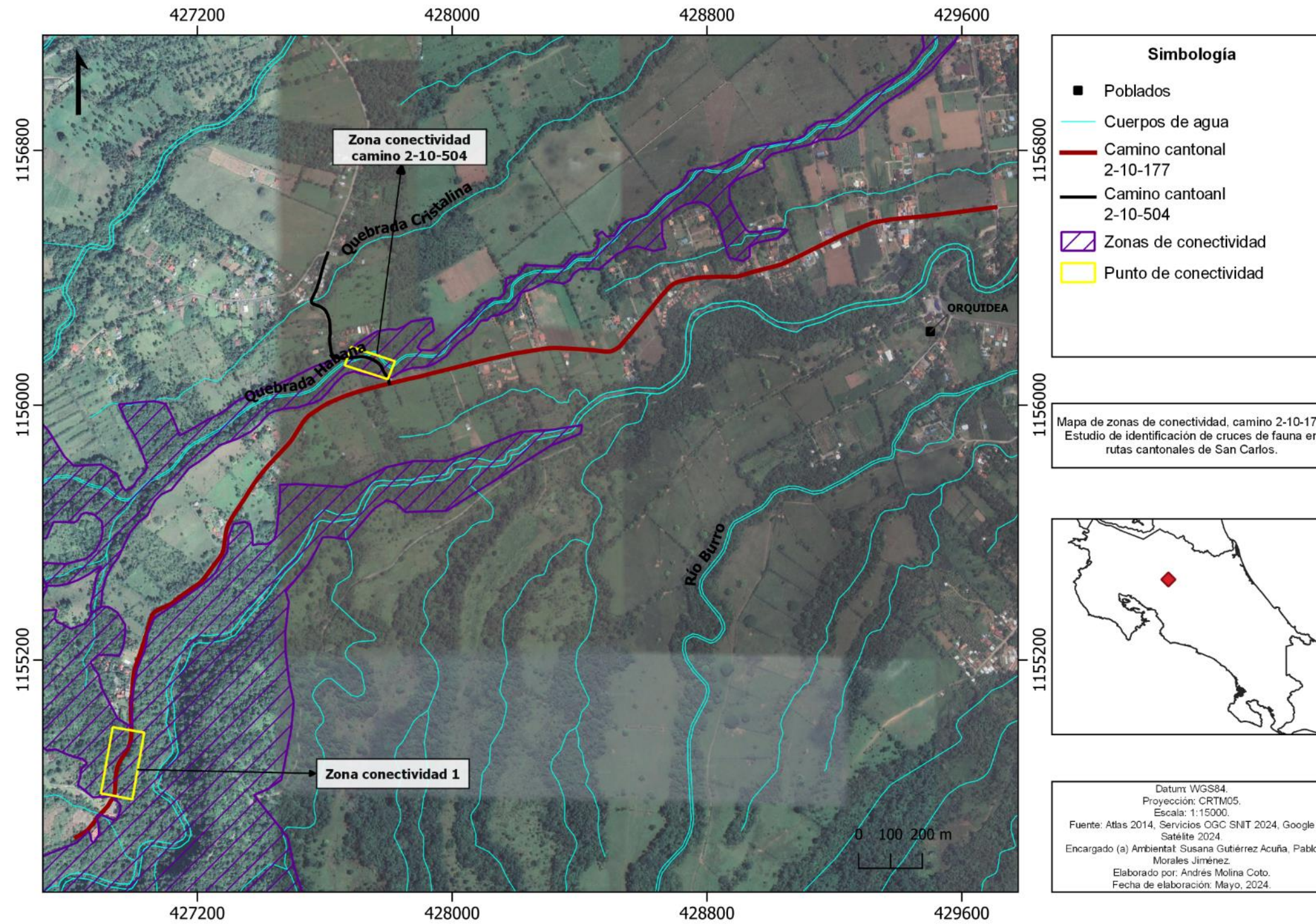


Figura 10. Zonas de conectividad camino 2-10-177.



7.1.3 Zonas de conectividad camino 2-10-009

Para el caso del camino 2-10-009 se identificaron dos zonas de conectividad, que se concentran en la primera mitad del camino, vinculadas en primera instancia, para la zona de conectividad 1 a un cuerpo de agua quebrada intermitente, mientras que la zona de conectividad 2 a una masa boscosa densa (Figura 11). La quebrada intermitente presenta cobertura de regeneración a ambos lados del cauce, siendo una vegetación poco densa e intervenida, mientras que la zona de conectividad 2 presenta una estructura vertical de dos a cuatro estratos con sotobosque denso, donde destacan especies arbóreas que dominan el dosel como el jobo (*Spondias mombin*), además se identifica la presencia de una pendiente pronunciada en dirección al río Ron Ron.

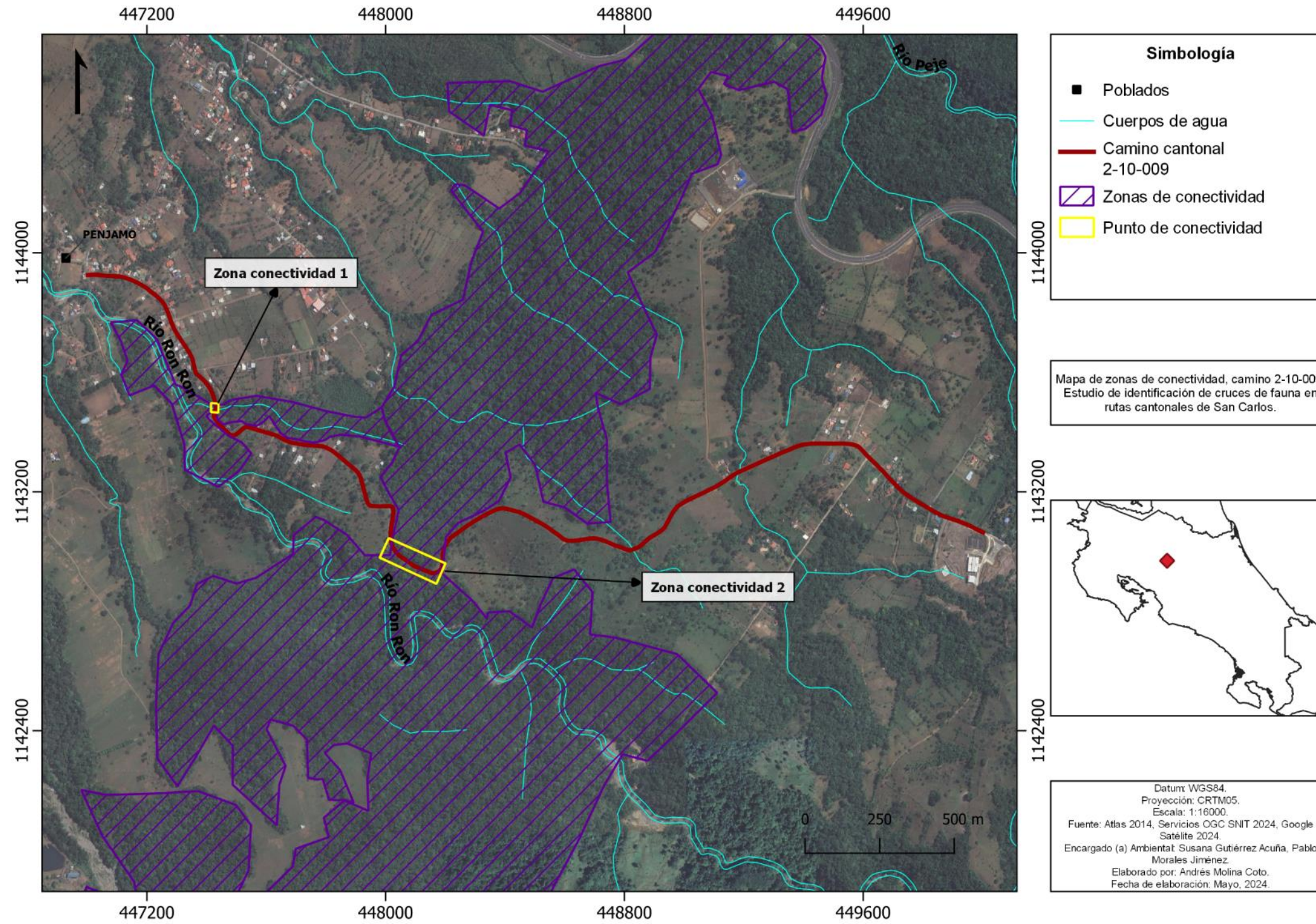


Figura 11. Zonas de conectividad, camino 2-10-009.



7.1.4 Zonas de conectividad camino 2-10-122

Para el caso del camino 2-10-122, se identificó una zona de conectividad que se concentra en la primera mitad del camino, vinculada a una masa de vegetación arbórea densa, con una estructura vertical de dos a cuatro estratos y dominancia de especies leñosas como el espavel (*Anacardium excelsum*), mientras que en los estratos inferiores se presentan arbustos como el tuico (*Ardisia revoluta*) (Figura 12). Cabe destacar que por la cercanía del camino 2-10-122 con el camino 2-10-009 se presenta colindancia de zonas de conectividad de ambas rutas por lo que es de importancia este sector para el flujo de fauna al abarcar zonas más extensas.

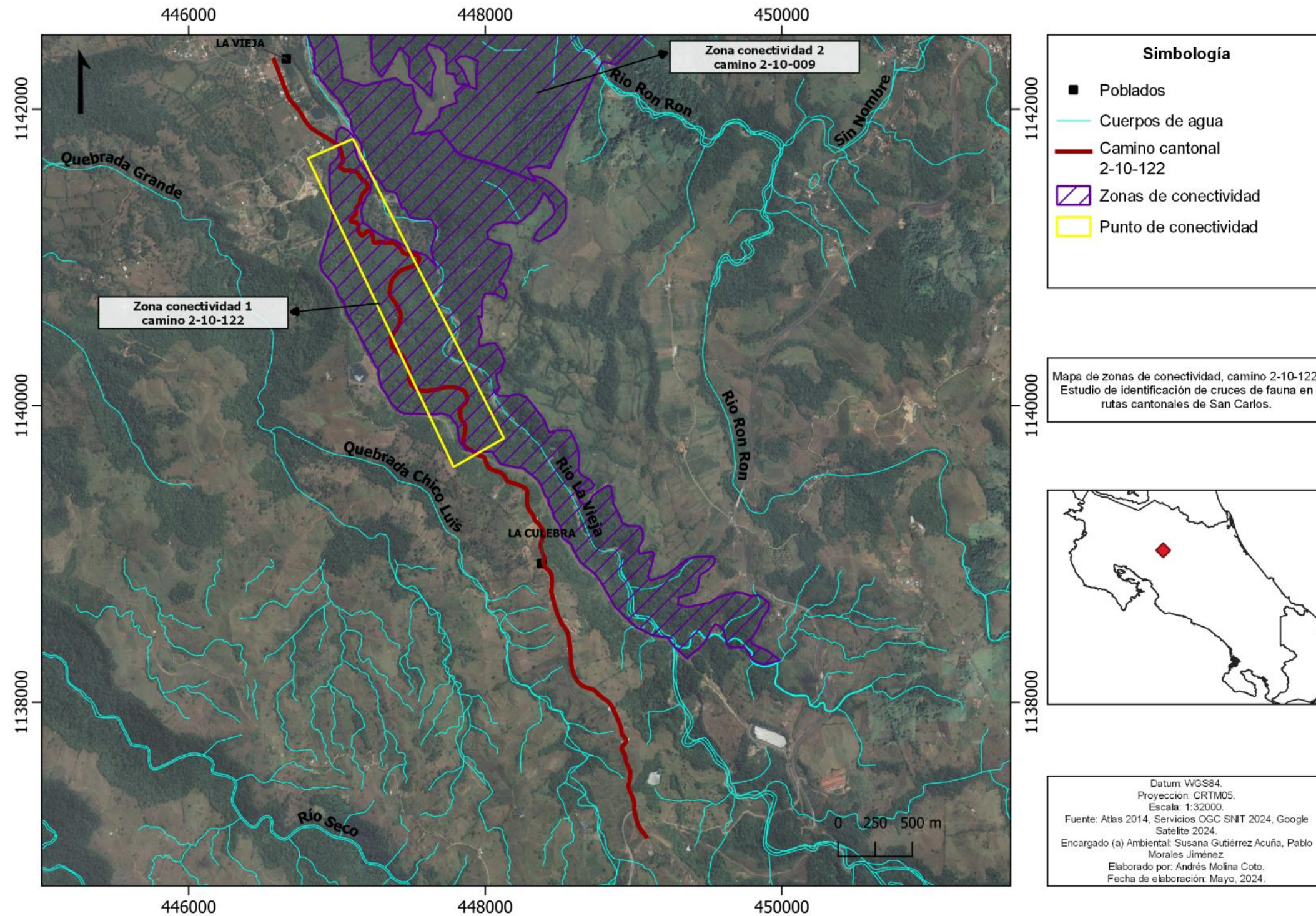


Figura 12. Zonas de conectividad, camino 2-10-122.

7.2 Áreas ambientalmente Frágiles (AAF)

Según el Decreto Ejecutivo Número N° 43898 -MINAE-S- MOPT-MAG-MEIC, Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, en donde se define un Área Ambientalmente Frágil (AAF) como “Espacio geográfico que en función de sus condiciones de geoaptitud, de capacidad de uso del suelo, de ecosistemas que lo conforman y su particularidad socio-cultural; presenta una capacidad de carga restringida y con algunas limitantes técnicas que deberán ser consideradas para su uso en actividades humanas. También comprende áreas para las cuales, el Estado, en virtud de sus características ambientales ha emitido un marco jurídico especial de protección, reserva, resguardo o administración”, se identificaron un total de 10 puntos en donde los cuatro caminos en estudio atraviesan un AAF; entre los cuales se diferencian 8 cuerpos de agua, una sección de área de protección de nacimiento y una sección del Parque Nacional Volcán Arenal.

Los cuerpos de agua, que representan la mayoría de los puntos de intersección del área de estudio con AAF tendrán una afectación prácticamente nula debido a que los cuatro caminos se encuentran actualmente construidos, al igual que en las secciones de los restantes sitios de intersección con AAF. Por lo tanto, la condición actual de los parches de cobertura vegetal en áreas de protección no será intervenida directamente por efecto de una posible construcción o adaptación de pasos de fauna en estas zonas. La ubicación de las AAF, así como sus respectivos puntos de intersección se detalla en el Cuadro 5.

La ubicación y detalle de cada una de las áreas ambientalmente frágiles se presenta en la Figura 16, 19, 23, 26.

Cuadro 5. Ubicación de puntos de intersección de los cuatro caminos cantonales de San Carlos con Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF).

Camino	Nº AAF	Tipo de AFF	Nombre de AFF	Punto de intersección con camino cantonal	
				Coordenadas X CRTM05	Coordenadas Y CRTM05
2-10-961	1	Quebrada intermitente	Sin nombre	423250.43	1162829.67
	2	Río	Río Arenal	423255.6	1162201.63
	3	Quebrada intermitente	Sin nombre	42339.54	116166.12
2-10-177	4	Quebrada intermitente	Sin nombre	426895.57	1154716.91
	5	Parque Nacional	Parque Nacional Volcán Arenal	42684.91	115466.10
2-10-009	6	Quebrada intermitente	Sin nombre	447430.13	1143477.5
	7	Quebrada intermitente	Sin nombre	448827.83	1143007.3
	8	Quebrada intermitente	Sin nombre	449184.04	1143267.15
2-10-122	9	Quebrada	Sin nombre	447167.49	1141146.71
	10	Área de protección de nacimiento	Sin nombre	447486.17	1140251.54

Fuente: **Equipo consultor, 2024.**

7.2.1 Áreas ambientalmente Frágiles (AAF) camino 2-10-961

Para el caso del camino 2-10-961 se identificaron un total de 3 AAF, las cuales corresponden principalmente a cuerpos de agua; por ende, áreas de protección definidas por la legislación vigente (Figura 16). Se presenta en primera instancia una quebrada intermitente con vado, siendo una zona escasa de vegetación con dominancia de poteros a ambos márgenes del cauce (Figura 13). En segundo lugar, se ubica al río Arenal, que presenta una dominante vegetación riparia a ambos márgenes del cauce; la cual se caracteriza por presentar una composición vegetal mayormente conservada, con una estructura vertical de dos a cuatro estrados; ubicándose en este sector un puente vehicular de aproximadamente 15 m de altura al espejo de agua por lo que se identifica un cauce tipo cañón en este sector (Figura 14). Finalmente, se presenta otra quebrada intermitente, por donde transita el camino sobre una alcantarilla circular de aproximadamente 1.5 m radio, en este sector la vegetación dominante es de tipo riparia a ambos márgenes del cauce (Figura 15).



Figura 13. Área Ambientalmente Frágil 1, quebrada intermitente en camino 2-10-961.



Figura 14. Área Ambientalmente Frágil 2, río Arenal en camino 2-10-961.



Figura 15. Área Ambientalmente Frágil 3, quebrada intermitente en camino 2-10-961.

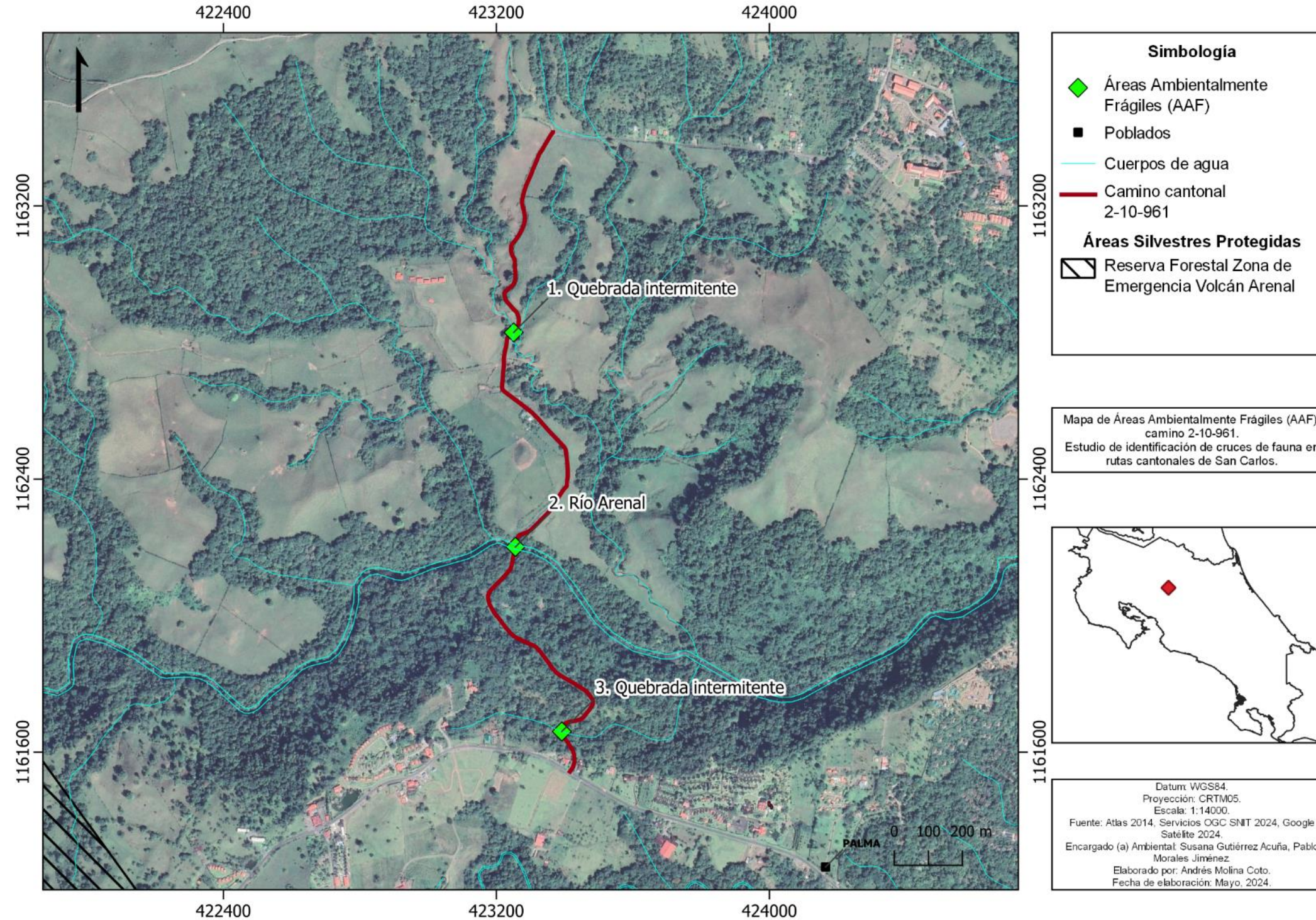


Figura 16. Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF), camino 2-10-961.

7.2.2 Áreas ambientalmente Frágiles (AAF) camino 2-10-177

En el camino 2-10-177 se identificaron un total de 2 AAF, las cuales corresponden a una quebrada intermitente y a una sección del Parque Nacional Volcán Arenal (Figura 19). Se presenta en primera instancia una quebrada intermitente pequeña con vegetación de regeneración a ambos márgenes, dentro de una superficie de rodamiento en asfalto (Figura 17). En segundo lugar, la sección dentro del Parque Nacional Volcán Arenal en este camino presenta parte del parqueo y recepción del centro turístico Catarata La Fortuna, la cual es administrada por la asociación de desarrollo; en la sección del Parque que comprende el tramo en estudio presenta un constante flujo turístico y de vehículos por lo que se identifica un ambiente intervenido con infraestructura para este tipo de actividad en la zona (Figura 18).



Figura 17. Área Ambientalmente Frágil 4, quebrada intermitente en camino 2-10-961.



Figura 18. Área Ambientalmente Frágil 5, Parque Nacional Volcán Arenal en camino 2-10-177.

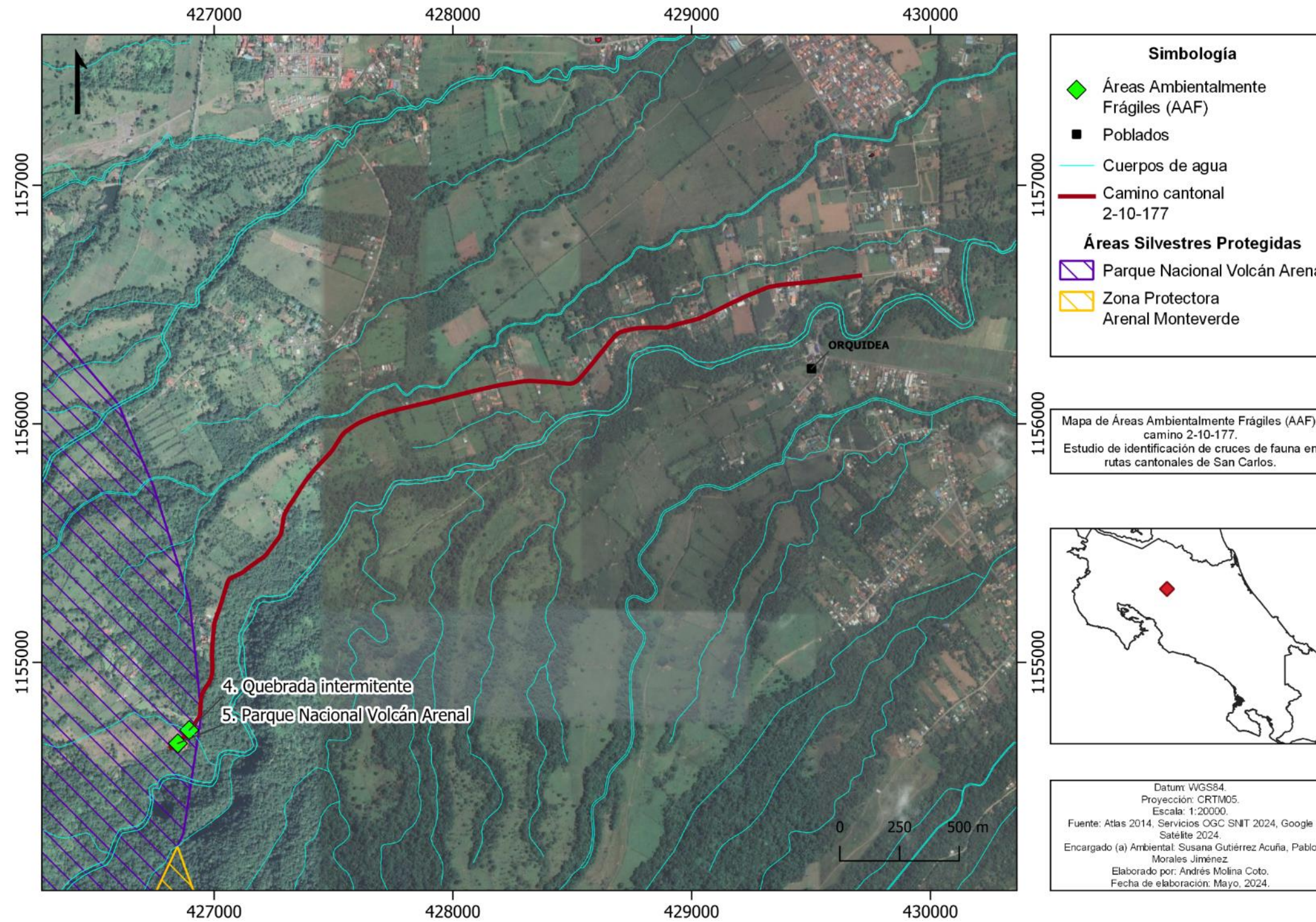


Figura 19. Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF), camino 2-10-177.

7.2.3 Áreas ambientalmente Frágiles (AAF) camino 2-10-009

Para el caso del camino 2-10-009 se identificaron un total de 3 AAF, las cuales corresponden a cuerpos de agua intermitentes en su totalidad (Figura 23). Se presenta en primera instancia una quebrada intermitente con cobertura de regeneración a ambos lados del cauce, siendo una vegetación poco densa e intervenida, donde se ubica una recubierta asfáltica del camino que pasa sobre una alcantarilla circular (Figura 20). Para la segunda quebrada intermitente se presenta un flujo del agua bajo o prácticamente nulo, predominando la vegetación tipo potreros arbolados a ambos márgenes del cauce con una cubierta de asfalto sobre el camino en estudio (Figura 21). El tercer cuerpo de agua presenta vegetación dominante tipo tacotal, la cual se considera como el primer estadio sucesional en procesos de regeneración, con dominancia de especies pioneras y sotobosque en baja densidad o con cobertura de vegetación herbácea (Figura 22).



Figura 20. Área Ambientalmente Frágil 6, quebrada intermitente en camino 2-10-009.



Figura 21. Área Ambientalmente Frágil 7, quebrada intermitente en camino 2-10-009.



Figura 22. Área Ambientalmente Frágil 8, quebrada intermitente en camino 2-10-009

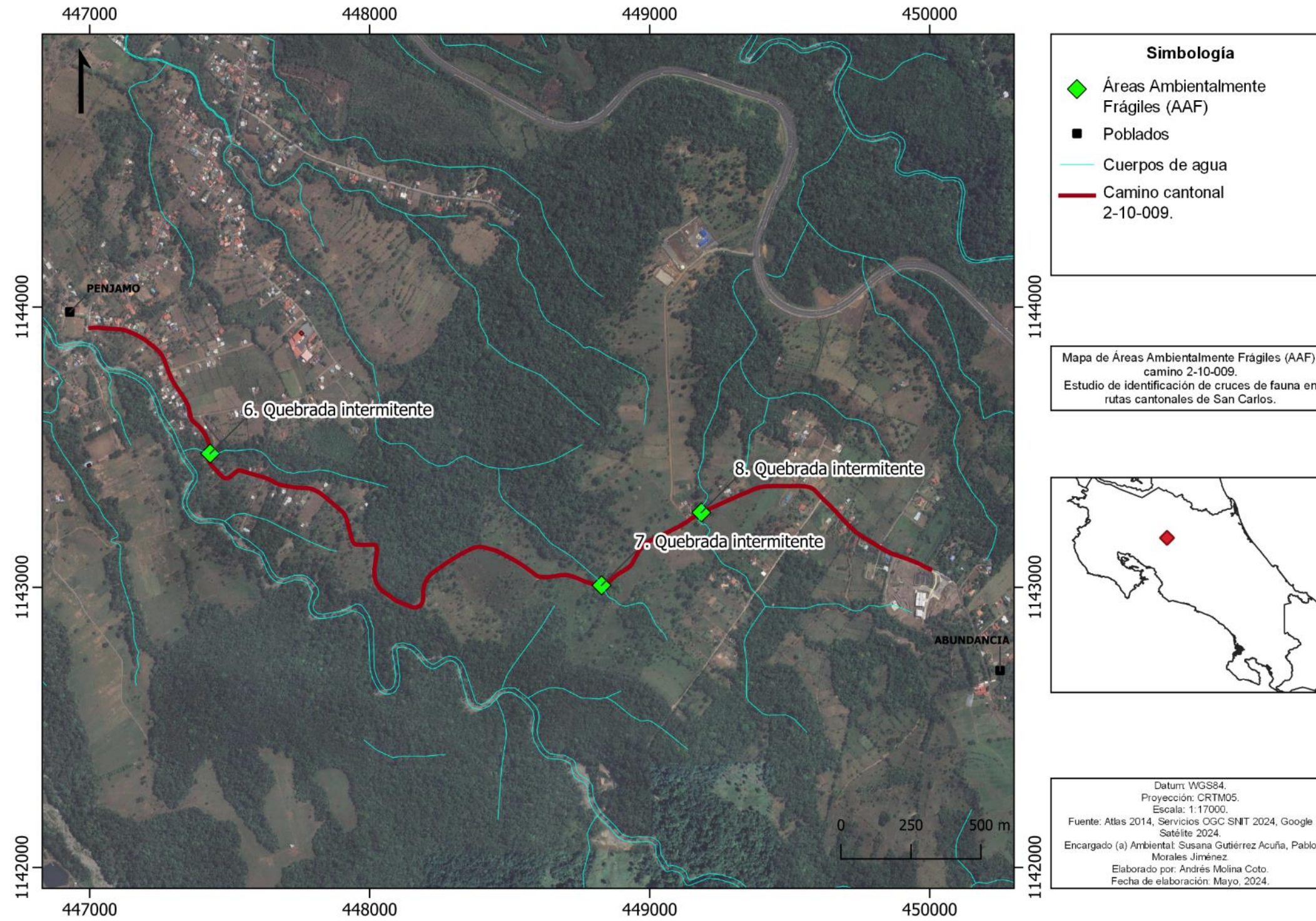


Figura 23. Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF), camino 2-10-009.

7.2.4 Áreas ambientalmente Frágiles (AAF) camino 2-10-122

Dentro del camino cantonal 2-10-122 se identificaron un total de 2 AAF, las cuales corresponden a una quebrada y un área de protección de nacimiento (Figura 26). En cuanto a la quebrada, esta presenta vegetación riparia intervenida ya que tiende a ser poco densa conforme se acerca al camino en estudio; el cual se encuentra recubierto por una superficie de rodamiento en lastre para esta sección (Figura 24). En el caso del área de protección de nacimiento, esta se ubicó mediante los servicios OGC del Sistema Costarricense de Información Territorial referentes a la Dirección de Aguas (2024), en cuanto a dictámenes de nacientes; este sector presenta una pendiente pronunciada y cobertura de vegetación arbórea densa al lado del camino en estudio que, de igual forma para el AAF anterior se encuentra con una cubierta de lastre (Figura 25).



Figura 24. Área Ambientalmente Frágil 9, quebrada en camino 2-10-122.



Figura 25. Área Ambientalmente Frágil 10, área de protección de nacimiento en camino 2-10-122..

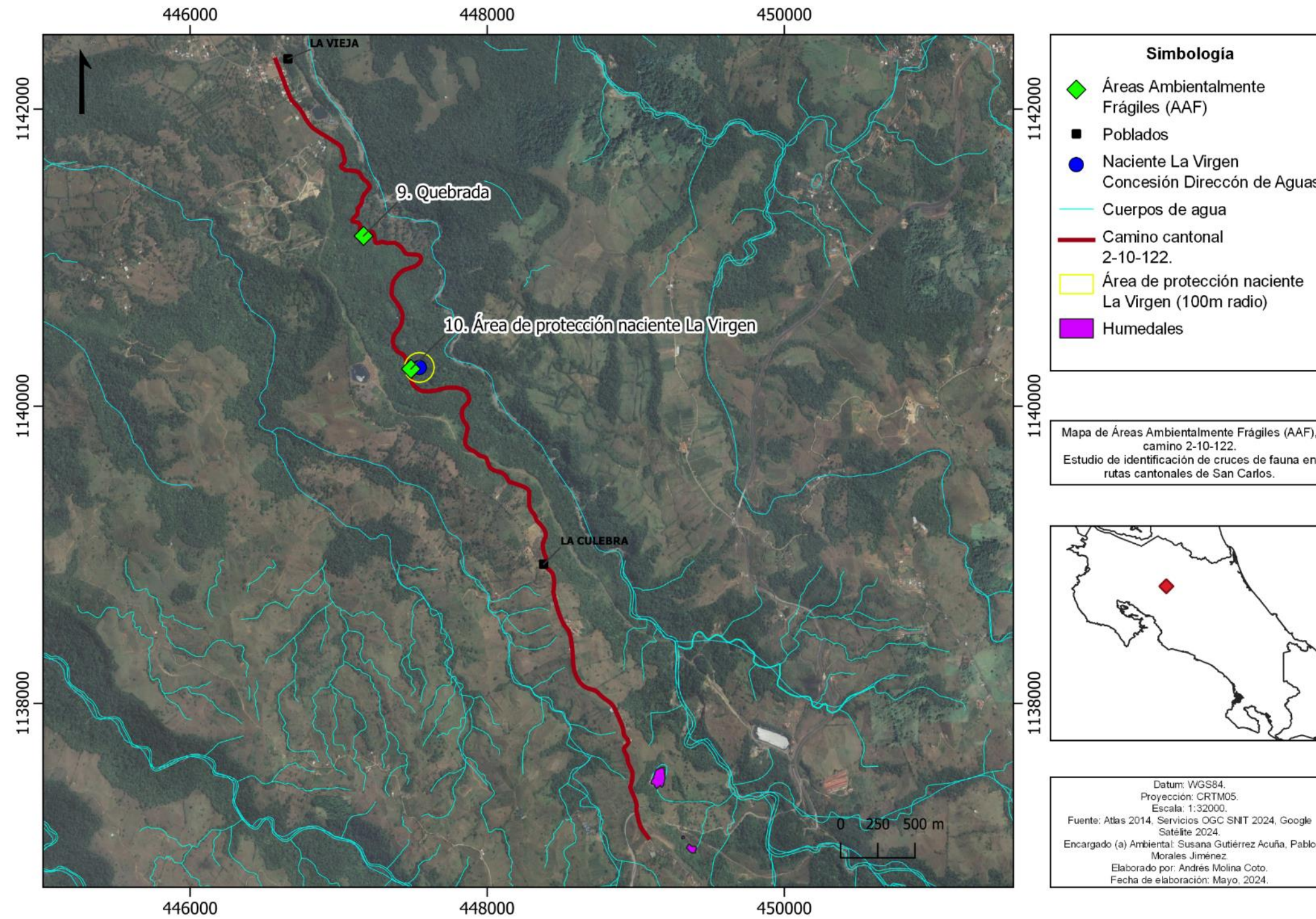


Figura 26. Áreas Ambientalmente Frágiles (AAF), camino 2-10-122.



7.3 Fauna silvestre

Durante el periodo de muestreo, que comprende de enero 2024 a junio del 2024, abarcando de esta forma parte de la época seca y parte de la época lluviosa se registraron un total de 72 especies determinadas hasta el menor nivel taxonómico posible (género y epíteto), para los cuatro caminos cantonales en estudio; las cuales se distribuyen en 41 familias presentando 30 especies de aves, 24 especies de mamíferos, 10 especies distintas de anfibios y 8 especies de reptiles. La lista de especies identificadas con su respectivo estado de conservación se presenta en el Cuadro 6.



Cuadro 6. Total de especies identificadas en el área de estudio y su estado de conservación.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ²	Estatus Lista Roja (UICN) ³	Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE ⁴
Anfibios	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	R	LC	-
	Bufonidae	<i>Rhaebo haematiticus</i>	Sapito de hojarasca	R	LC	-
	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo	R	LC	-
	Craugastidae	<i>Craugastor fitzingeri</i>	Rana de lluvia común	R	LC	-
	Hylidae	<i>Smilisca manisorum</i>	Rana arbórea	R	LC	-
	Hylidae	<i>Smilisca sordida</i>	Rana arborícola parda	R	LC	-
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus savagei</i>	Rana toro	R	LC	-
	Ranidae	<i>Lithobates warszewitschii</i>	Rana de bosque	R	LC	-
	Ranidae	<i>Lithobates taylori</i>	Rana taylori	R	LC	-
	Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana común	R	LC	-
Aves	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón cuelligris	R	LC	-
	Passerellidae	<i>Arremon aurantirostris</i>	Pinzón piquinaranja	R	LC	-
	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Gavilan Gris	R	LC	-
	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	R-M	LC	-
	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Cuyeo	R	LC	-
	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azulada	R	LC	-
	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma-perdiz rojiza	R	LC	-
	Columbidae	<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Paloma coronigrís	R	LC	-

² Estatus: Residente (R), Migratorio (M), Endémico (END), Residente Endémico (R-END).

³ UICN: Preocupación Menor (LC), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT).

⁴ Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE: Poblaciones Reducidas o Amenazadas (PRA), Peligro de Extinción (PE).



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DEL
CANTÓN DE SAN CARLOS

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ²	Estatus Lista Roja (UICN) ³	Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE ⁴
	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma coliblanca	R	LC	-
	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	R-M	LC	-
	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón	R	VU	PRA
	Cracidae	<i>Ortalis cinereiceps</i>	Chachalada	R	LC	-
	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada	R	NT	PRA
	Momotidae	<i>Baryphthengus martii</i>	Momoto canelo mayor	R	LC	-
	Momotidae	<i>Momotus lessonii</i>	Momoto coroniazul	R	LC	-
	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Reinita cachetinegra	M	LC	-
	Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	Reinita guardaribera	R	LC	-
	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Reinita hornera	M	LC	-
	Thraupidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tangara hormiguera gorjirroja	R	LC	-
	Thraupidae	<i>Sporophila corvina</i>	Semillero variable	R	LC	-
	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Viudita	R	LC	-
	Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Gallito	R	LC	-
	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	R	LC	PRA
	Troglodytidae	<i>Cantorchilus thoracicus</i>	Soterrey pechirrayado	R-END	LC	-
	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Soterrey de selva pechiblanco	E	LC	-
	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal de bosque	M	LC	-
	Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo gorgiblanco	R	LC	-
	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro	R	LC	-
	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	R	LC	-
	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Pecho amarillo	R	LC	-
Mamíferos	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	R	VU	PE
	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	R	LC	-



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DEL
CANTÓN DE SAN CARLOS

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ²	Estatus Lista Roja (UICN) ³	Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE ⁴
	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca	R	VU	PRA
	Chlamyphoridae	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo zopilote	R	DD	PRA
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	R	LC	-
	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	R	LC	-
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	R	LC	-
	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	Zorro de balsa	R	LC	-
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	R	LC	-
	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Zorro de cuatro ojos	R	LC	-
	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín	R	LC	-
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	R	LC	PE
	Felidae	<i>Puma yagouarondi</i>	Jaguarundi	R	LC	PE
	Leporidae	<i>Sylvilagus gabbi</i>	Conejo	R	LC	-
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tolomuco	R	LC	-
	Mustelidae	<i>Galictis vittata</i>	Grisón	R	LC	PRA
	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	R	LC	-
	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	R	LC	-
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	R	LC	-
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla	R	LC	-
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	R	LC	-
	Sciuridae	<i>Echinosciurus variegatoides</i>	Ardilla chiza	R	LC	-
	Sciuridae	<i>Syntheosciurus granatensis</i>	Ardilla	R	LC	-
	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Saíno	R	LC	-
Reptiles	Colubridae	<i>Oxyrhopus petolarius</i>	Gargantilla falsa	R	LC	-
	Colubridae	<i>Urotheca guentheri</i>	Culebra	R	LC	-



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DEL
CANTÓN DE SAN CARLOS

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ²	Estatus Lista Roja (UICN) ³	Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE ⁴
	Dipsadidae	<i>Ninia sebae</i>	Culebra de café	R	LC	-
	Dipsadidae	<i>Xenodon rabdocephalus</i>	Falsa terciopelo	R	LC	-
	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys funerea</i>	Tortuga negra	R	NT	-
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	R	LC	-
	Viperidae	<i>Porthidium nasutum</i>	Tamagá	R	LC	-
	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo	R	LC	-

Fuente: Equipo consultor, 2024.



7.3.1 Fauna silvestre vulnerable al impacto vial

Para identificación de especies de vida silvestre vulnerable ante el impacto vial se tomó como base lo indicado por Pomareda *et al.* (2015), donde se genera una selección de especies bajo esta categoría según una serie de variables:

- Especies de fauna en peligro de extinción o amenazadas.
- Especies endémicas para Costa Rica.
- Especies migratorias.
- Especies con alta mortalidad.
- Grupo con alta mortalidad.

De esta manera se identificaron las especies de vida silvestre vulnerable ante el impacto vial para cada camino cantonal, contemplando la información colectada mediante el desarrollo del trabajo de campo (recorridos, cámaras trampa, entrevistas).



7.3.1.1 Fauna silvestre vulnerable al impacto vial camino 2-10-177

Para el caso del camino 2-10-177, se registraron un total de 4 especies de fauna silvestre vulnerable ante el impacto vial, seleccionadas de acuerdo con las disposiciones Pomareda *et al.* (2015), (Cuadro 7).

Cuadro 7. Lista de especies vulnerables ante el impacto vial, camino 2-10-177.

Grupo faunístico	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ⁵	Estatus Lista Roja (UICN) ⁶	Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE ⁷
Aves	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón grande	R	VU	PRA
	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada	R	NT	PRA
Mamíferos	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono cariblanca	R	VU	PRA
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	R	LC	PE

Fuente: **Equipo consultor, 2024.**

⁵ Estatus: Residente (R), Migratorio (M), Endémico (END), Residente Endémico (R-END).

⁶ UICN: Preocupación Menor (LC), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT).

⁷ Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE: Poblaciones Reducidas o Amenazadas (PRA), Peligro de Extinción (PE).



7.3.1.2 Fauna silvestre vulnerable al impacto vial camino 2-10-961

Para el caso del camino 2-10-961, se registraron un total de 7 especies de fauna silvestre vulnerable ante el impacto vial, seleccionadas de acuerdo con las disposiciones Pomareda *et al.* (2015), (Cuadro 8).

Cuadro 8. Lista de especies vulnerables ante el impacto vial, camino 2-10-009.

Grupo faunístico	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ⁸	Estatus Lista Roja (UICN) ⁹	Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE ¹⁰
Aves	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón grande	R	VU	PRA
	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada	R	NT	PRA
	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	R	LC	PRA
Mamíferos	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	R	VU	PE
	Chlamyphoridae	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo zopilote	R	DD	PRA
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	R	LC	PE
	Felidae	<i>Puma yagouarondi</i>	Jaguarundí	R	LC	PE

Fuente: **Equipo consultor, 2024.**

⁸ Estatus: Residente (R), Migratorio (M), Endémico (END), Residente Endémico (R-END).

⁹ UICN: Preocupación Menor (LC), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT).

¹⁰ Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE: Poblaciones Reducidas o Amenazadas (PRA), Peligro de Extinción (PE).



7.3.1.3 Fauna silvestre vulnerable al impacto vial camino 2-10-009.

Para el caso del camino 2-10-009, se registraron un total de 6 especies de fauna silvestre vulnerable ante el impacto vial, seleccionadas de acuerdo con las disposiciones Pomareda *et al.* (2015), (Cuadro 9).

Cuadro 9. Lista de especies vulnerables ante el impacto vial, camino 2-10-009.

Grupo faunístico	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ¹¹	Estatus Lista Roja (UICN) ¹²	Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE ¹³
Aves	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada	R	NT	PRA
	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón grande	R	VU	PRA
	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	R	LC	PRA
Mamíferos	Chlamyphoridae	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo zopilote	R	DD	PRA
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	R	LC	PE
	Mustelidae	<i>Galictis vittata</i>	Grisón	R	LC	PRA

Fuente: **Equipo consultor, 2024.**

¹¹ Estatus: Residente (R), Migratorio (M), Endémico (END), Residente Endémico (R-END).

¹² UICN: Preocupación Menor (LC), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT).

¹³ Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE: Poblaciones Reducidas o Amenazadas (PRA), Peligro de Extinción (PE).



7.3.1.4 Fauna silvestre vulnerable al impacto vial camino 2-10-122.

Para el caso del camino 2-10-122, se registraron un total de 4 especies de fauna silvestre vulnerable ante el impacto vial, seleccionadas de acuerdo con las disposiciones Pomareda *et al.* (2015), (Cuadro 10).

Cuadro 10. Lista de especies vulnerables ante el impacto vial, camino 2-10-122.

Grupo faunístico	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ¹⁴	Estatus Lista Roja (UICN) ¹⁵	Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE ¹⁶
Aves	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón grande	R	VU	PRA
	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	R	LC	PRA
Mamíferos	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo	R	VU	PE
	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono cariblanca	R	VU	PRA

Fuente: **Equipo consultor, 2024.**

¹⁴ Estatus: Residente (R), Migratorio (M), Endémico (END), Residente Endémico (R-END).

¹⁵ UICN: Preocupación Menor (LC), Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT).

¹⁶ Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE: Poblaciones Reducidas o Amenazadas (PRA), Peligro de Extinción (PE).

7.3.2 Recorridos

En el siguiente apartado se presentan los resultados totales obtenidos para los cuatro caminos cantonales baja estudio (2-10-961, 2-10177, 2-10-009 y 2-10-122), durante el periodo de muestreo definido para la contratación entre enero 2024 y mayo 2024, con un total de 10 recorridos por camino (10 diurnos y 10 nocturnos); por tanto, se describen de forma general los principales hallazgos para los cuatro caminos y posteriormente se presenta un análisis específico para cada uno de estos.

En total se registraron para los cuatro caminos cantonales en estudio (2-10-961, 2-10177, 2-10-009 y 2-10-122), 111 individuos mediante los recorridos realizados por el equipo de trabajo, de los cuales 71 fueron atropellos, 36 avistamientos y 4 indirectos (aullidos o cantos), para un total de 31 especies identificadas bajo esta metodología. Existen ejemplares atropellados que no pudieron identificarse a nivel de especie, debido al estado del cuerpo que se encontraba sobre la carretera o porque fueron avistamientos rápidos de fauna, sin embargo, si fue posible categorizarlos a nivel de grupo; para este caso se contabilizan 5 individuos (Cuadro11). Sumado a esto, se presentaron 4 registros incidentales, referentes a registros observados fuera del periodo de realización de recorridos pero que se ubicaron dentro de alguno de los cuatro caminos en estudio; correspondientes a 2 atropellos (un mamífero y un anfibio) y 2 avistamientos (un mamífero y un anfibio).

El grupo mayormente registrado corresponde al de los anfibios con 75 ejemplares, los cuales se distribuyen en 54 atropellos, 19 avistamientos y 2 indirectos (ranas croando), siendo la especie sapo (*Rhinella horribilis*) la mayormente afectada en cuanto a atropellos con 43 individuos registrados y con mayor cantidad de avistamientos 12.

Seguidamente, las aves presentaron un total de 16 individuos registrados, con la mayoría de los individuos avistados 9 ejemplares y 7 atropellos. Entre los principales hallazgos para este grupo, se identifican 7 avistamientos de la especie pavón (*Crax rubra*) y atropellos de distintas especies de aves con un ejemplar, tal es el caso del semillero variable (*Sporophila corvina*), viudita (*Thraupis episcopus*), gallito (*Tiaris olivaceus*) y pecho amarillo (*Tyrannus melancholicus*).

El grupo representado por reptiles presentó un total de 12 ejemplares registrados, distribuidos en 7 avistamientos y 5 atropellos; registrándose avistamientos de un ejemplar de varias especies como la culebra de café (*Ninia sebae*), la terciopelo (*Bothrops asper*) y la falsa terciopelo (*Xenodon angustirostris*). Además, se registran varias especies de reptiles con un ejemplar atropellado, tal es el caso de la terciopelo (*Bothrops asper*), iguana (*Iguana iguana*), gargantilla falsa (*Oxyrhopus petola*), tamagá (*Porthidium nasutum*), culebra (*Urotheca guentheri*) y la tortuga negra (*Rhinoclemmys funerea*).

Por otra parte, el grupo que presentó la menor cantidad de registros durante los recorridos realizados corresponde al de los mamíferos con 8 ejemplares, que se distribuyen en 3 avistamientos, 3 atropellos y 2 indirectos; aullidos de mono congo (*Alouatta palliata*). La especie con mayor cantidad de registros se identifica como martilla (*Potos flavus*), con dos ejemplares, mientras que se identificaron varias especies de mastofauna atropelladas todas con un ejemplar, como es el caso del conejo (*Sylvilagus gabbi*) y el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*).



Cuadro 11. Cantidad de registros durante los recorridos y su tipo de registro para los cuatro caminos cantonales en estudio.

Camino	Atropellado	Avistamiento	Indirecto	Total
2-10-961	13	8	1	22
2-10-177	24	3	2	29
2-10-009	21	7	0	28
2-10-122	13	18	1	32
Total	71	36	4	

Fuente: **Equipo consultor, 2024.**



Cuadro 12. Individuos totales registrados durante los recorridos y su tipo de registro para los cuatro caminos cantonales en estudio.

Grupo faunístico	Familia	Especie	Nombre común	Atropellado	Avistamiento	Indirecto
Anfibio	Bufo	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	4		
	Bufo	<i>Rhaebo haematiticus</i>	Sapito de hojarasca	1		
	Bufo	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo	43	12	
	Craugastidae	<i>Craugastor fitzingeri</i>	Rana de lluvia común		3	
	Hylidae	<i>Smilisca manisorum</i>	Rana arbórea	1		
	Hylidae	<i>Smilisca sordida</i>	Rana arborícola parda	1		
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus savegei</i>	Rana toro	1		
	Ranidae	<i>Lithobates warszewitschii</i>	Rana de bosque		2	
	Ranidae	<i>Lithobates taylori</i>	Rana taylori	1	2	
	Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana común	1		
	No id.	No id.	Rana	1		2
Ave	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Cuye		1	
	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón		7	
	Cracidae	<i>Ortalis cinereiceps</i>	Chachalaca		1	
	Thraupidae	<i>Sporophila corvina</i>	Semillero variable	1		
	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Viudita	1		
	Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Gallito	1		
	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	1		
	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Pecho amarillo	1		
	No id.	No id.	No id.	2		
Mamífero	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono Congo		1	2
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	1		
	Leporidae	<i>Sylvilagus gabbi</i>	Conejo	1		
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla		2	
	No id.	No id.	Ratón	1		
Reptil	Colubridae	<i>Oxyrhopus petola</i>	Gargantilla falsa	1		
	Colubridae	<i>Urotheca guentheri</i>	Culebra	1		



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DEL
CANTÓN DE SAN CARLOS

Grupo faunístico	Familia	Especie	Nombre común	Atropellado	Avistamiento	Indirecto
	Dactyloidae	<i>Anolis sp.</i>	Lagartija		1	
	Dipsadidae	<i>Xenodon angustirostris</i>	Falsa terciopelo		1	
	Dipsadidae	<i>Ninia sebae</i>	Culebra de café	1	1	
	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys funerea</i>	Tortuga negra	1		
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	1		
	Viperidae	<i>Porthidium nasutum</i>	Tamagá	1		
	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo	1	1	
	No id.	No id.	No id.		1	
Total				71	36	4

Fuente: **Equipo consultor, 2024**

7.3.2.1 Recorridos camino 2-10-961

Para el caso de los registros obtenidos en el camino cantonal 2-10-961 ubicado entre los distritos de Monterrey y Fortuna; se obtuvieron un total de 22 registros distribuidos entre 13 atropellos, 8 avistamientos y 1 registro indirecto. En este caso la herpetofauna presenta la mayor cantidad de registros; representándose para el caso de reptiles 8 individuos que se distribuyen en 6 atropellos y 2 avistamientos, mientras que los anfibios presentaron 7 registros todos de atropellos. Se identifican al sapo costero (*Incilius valliceps*) y el sapo (*Rhinella horribilis*), como las especies mayormente afectadas en cuanto a atropellos con 2 ejemplares cada una (Cuadro 13).

Seguidamente, se presenta al grupo de aves con 6 registros; todos de avistamientos donde destaca la especie pavón (*Crax rubra*) con 5 ejemplares, esta especie se observó cruzando varios sectores del camino cantonal donde se visualizaron tanto ejemplares machos como hembras. Para el caso del camino 2-10-961 y el grupo de las aves el pavón, se identifica como una especie de importancia debido a su estado de conservación como especie con poblaciones reducidas o amenazadas según el Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE, así como por sus hábitos de desplazamiento ya que se moviliza principalmente a nivel del suelo, volando con mayor esfuerzo a ramas bajas o con pocos aletazos y planeo largo (Stiles y Skutch, 2007). Además, se presentó un registro indirecto de mamífero; correspondiente a aullido de mono congo (*Alouatta palliata*), el cual se cataloga como una especie en peligro de extinción por el Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE.

Cuadro 13. Individuos registrados durante los recorridos y su tipo de registro para el camino cantonal 2-10-961.

Grupo faunístico	Familia	Especie	Nombre común	Atropellado	Avistamiento	Indirecto
Anfibio	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	2		
	Bufonidae	<i>Rhaebo haematiticus</i>	Sapito de hojarasca	1		
	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo	2		
	Hylidae	<i>Smilisca manisorum</i>	Rana arbórea	1		
	Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana común	1		
Ave	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón		5	
	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Cuyeo		1	
Mamífero	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo			1
Reptil	Colubridae	<i>Oxyrhopus petola</i>	Gargantilla falsa	1		
	Dipsadidae	<i>Ninia sebae</i>	Culebra de café	1		
	Dipsadidae	<i>Xenodon angustirostris</i>	Falsa terciopelo		1	
	Geoemydidae	<i>Rhinoclemmys funerea</i>	Tortuga negra	1		
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	1		

Viperidae	<i>Porthidium nasutum</i>	Tamagá	1		
Vipiridae	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo	1		
No id.	No id.	Serpiente		1	
Total			13	8	1

Fuente: Equipo consultor, 2024.



Figura 27. Fotografías de recorridos diurnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-961.



Figura 28. Fotografías de recorridos nocturnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-961.



Figura 29. Registro de atropello de terciopelo (*Bothrops asper*), izquierda y atropello de iguana (*Iguana iguana*), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-961.



Figura 30. Registro de atropello de tortuga negra (*Rhinoclemmys funerea*), izquierda y atropello de culebra de cafetal (*Ninia sebae*), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-961.



Figura 31. Registro de avistamiento de pavón (*Crax rubra*), izquierda y avistamiento de falsa terciopelo (*Xenodon angustirostris*), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-961.

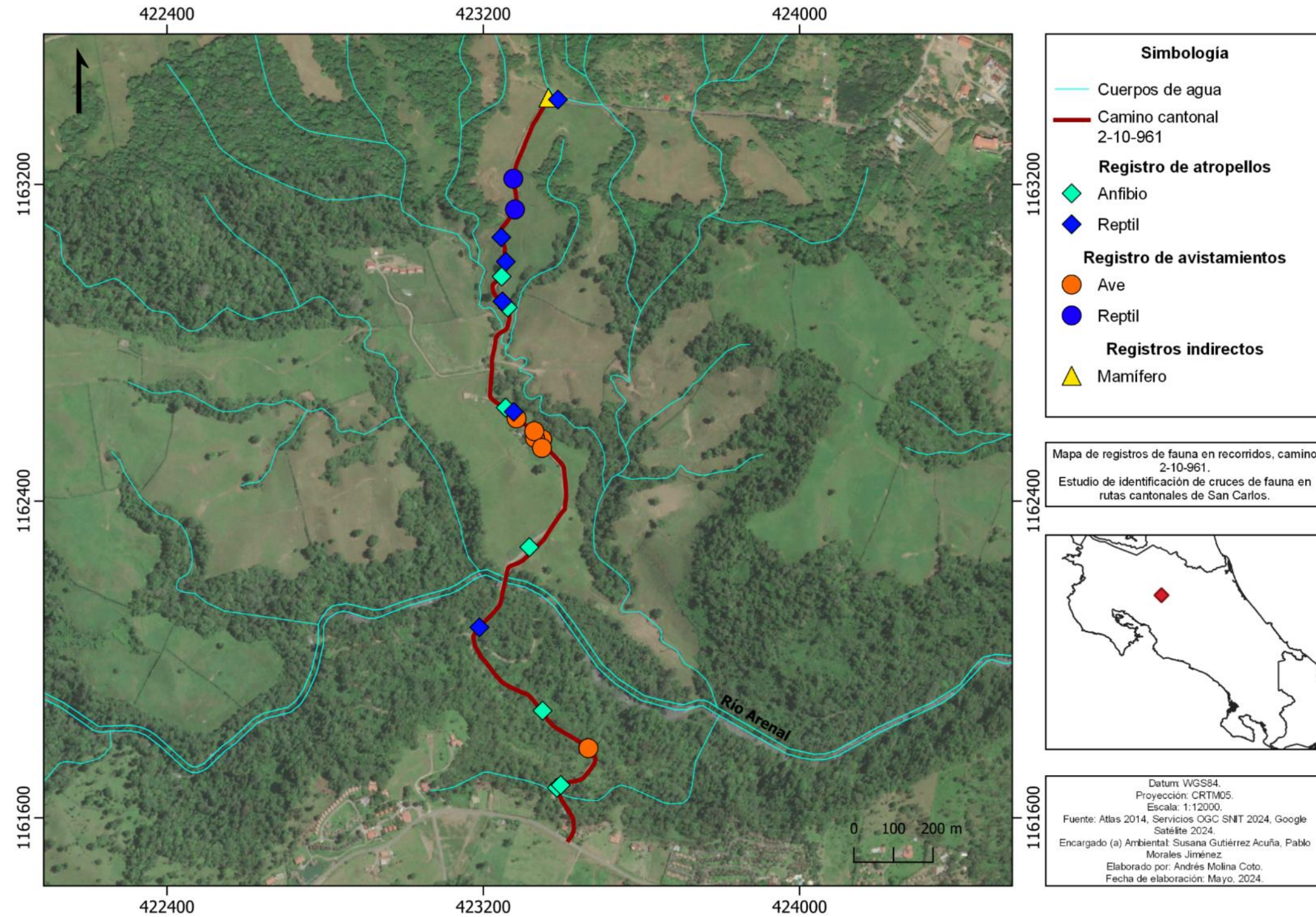


Figura 32. Mapa de registros de fauna en recorridos, camino 2-10-961.

7.3.2.2 Recorridos camino 2-10-177

En el camino cantonal 2-10-177 ubicado en el distrito de Fortuna; se obtuvieron un total de 29 registros distribuidos entre 24 atropellos, 3 avistamientos y 2 registros indirectos. Se presenta al grupo de anfibios con la mayor cantidad de registros, distribuidos en 17 atropellos y 2 registros indirectos (ranas croando). La especie mayormente afectada por atropellos se identifica como sapo (*Rhinella horribilis*), con 12 ejemplares bajo esta condición.

El grupo de avifauna se ubica en el segundo lugar en cuanto a cantidad de registros con 8 en total que se dividen en 6 atropellos y 2 avistamientos, presentándose un ejemplar de distintas especies atropelladas, por ejemplo, atila (*Attila spadiceus*), gallito (*Tiaris olivaceus*), semillero variable (*Sporophila corvina*) y pecho amarillo (*Tyrannus melancholicus*). Además, se presentaron 2 avistamientos de la especie pavón (*Crax rubra*), que atravesaron la carretera. Finalmente, el grupo con menor cantidad de registros fueron los reptiles con 2 ejemplares; uno atropellado y un avistamiento (Cuadro 14).

Al igual que en el camino 2-10-961 se comparte para el grupo de avifauna al pavón como especie de interés por su estado de conservación y hábitos de movilización.

Cuadro 14. Individuos registrados durante los recorridos y su tipo de registro para el camino cantonal 2-10-177.

Grupo faunístico	Familia	Especie	Nombre común	Atropellado	Avistamiento	Indirecto
Anfibio	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	2		
	Ranidae	<i>Lithobates taylori</i>	Rana taylori	1		
	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo	12		
	Hylidae	<i>Smilisca sordida</i>	Rana arborícola parda	1		
	No id	No id	Rana	1		2
Ave	Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	1		
	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón		2	
	Thraupidae	<i>Sporophila corvina</i>	Semillero variable	1		
	Thraupidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Gallito	1		
	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Pecho amarillo	1		
	No id	No id	No id	2		
Reptil	Dipsadidae	<i>Ninia sebae</i>	Culebra de café		1	
	Colubridae	<i>Urotheca guentheri</i>	Culebra	1		
Total				24	3	2

Fuente: Equipo consultor, 2024.



Figura 33. Fotografías de recorridos diurnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-177.



Figura 34. Fotografías de recorridos nocturnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-177.



Figura 35. Registro de atropello de gallito (*Tiaris olivaceus*), izquierda y atropello de pecho amarillo (*Tyrannus melancholicus*), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-177.



Figura 36. Registro de atropello de culebra (*Urotheca guentheri*), izquierda y rana taylori (*Lithobates taylori*), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-177.



Figura 37. Registro de avistamiento de culebra de café (*Ninia sebae*), mediante recorridos en el camino 2-10-177.

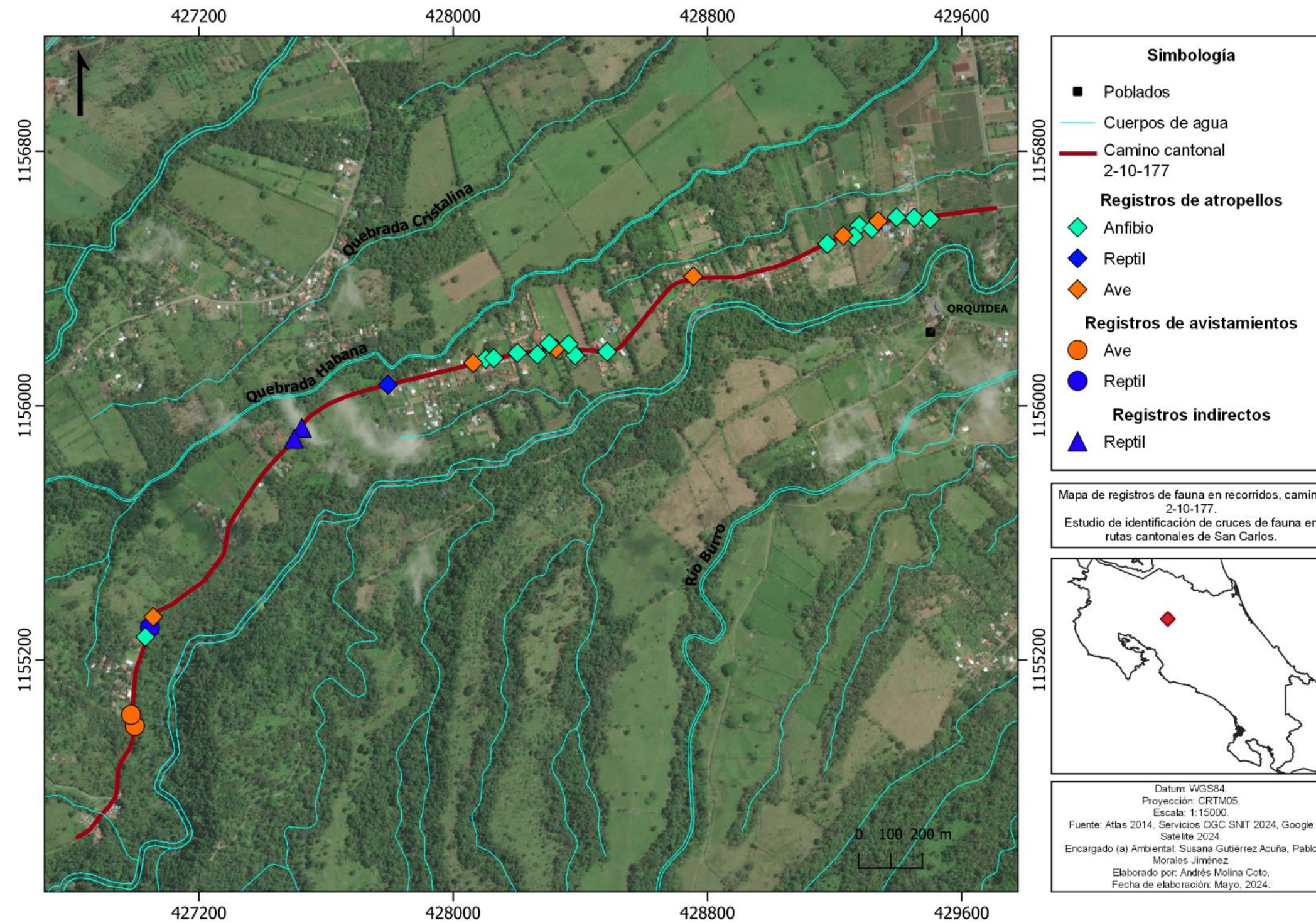


Figura 38. Mapa de registros de fauna en recorridos, camino 2-10-177.

7.3.2.3 Recorridos camino 2-10-009

En camino 2-10-177 ubicado entre los distritos de Florencia y Quesada, presentó un total de 28 registros, que se distribuyen en 21 atropellos y 7 avistamientos, sin registros indirectos. El grupo con mayor cantidad de registros fue el de los anfibios con 24 ejemplares, 18 atropellos y 6 avistamientos; siendo el sapo (*Rhinella horribilis*), la especie con mayor impacto en cuanto a eventos de atropello con 17 individuos, así como con la mayor cantidad de avistamientos con 5 ejemplares.

Seguidamente, se presenta al grupo de mamíferos con dos atropellos, un zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), y un ratón no identificado. Este camino representa uno de los pocos sitios donde fue posible registrar atropellos de mastofauna, para los cuatro caminos en estudio. Finalmente, se presenta el grupo de reptiles con un avistamiento y el grupo de aves con un atropello (Cuadro 15).

Cuadro 15. Individuos registrados durante los recorridos y su tipo de registro para el camino cantonal 2-10-009.

Grupo faunístico	Familia	Especie	Nombre común	Atropellado	Avistamiento
Anfibio	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo	17	5
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus savegei</i>	Rana toro	1	
	Ranidae	<i>Lithobates taylori</i>	Rana taylori		1
Ave	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Viudita	1	
Mamífero	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	1	
	No id.	No id.	Ratón	1	
Reptil	Dactyloidae	<i>Anolis sp.</i>	Lagartija		1
Total				21	7

Fuente: Equipo consultor, 2024.



Figura 39. Fotografías de recorridos diurnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-009.



Figura 40. Fotografías de recorridos nocturnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-009.



Figura 41. Registro de atropello de viudita (*Thraupis episcopus*), izquierda y atropello de sapo (*Rhinella horribilis*), derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-009.



Figura 42. Registro de atropello de zorro pelón (*Didelphis marsupialis*), izquierda y ratón, derecha, mediante recorridos en el camino 2-10-009.



Figura 43. Registro de avistamiento de sapo (*Rhinella horribilis*), mediante recorridos en el camino 2-10-009.

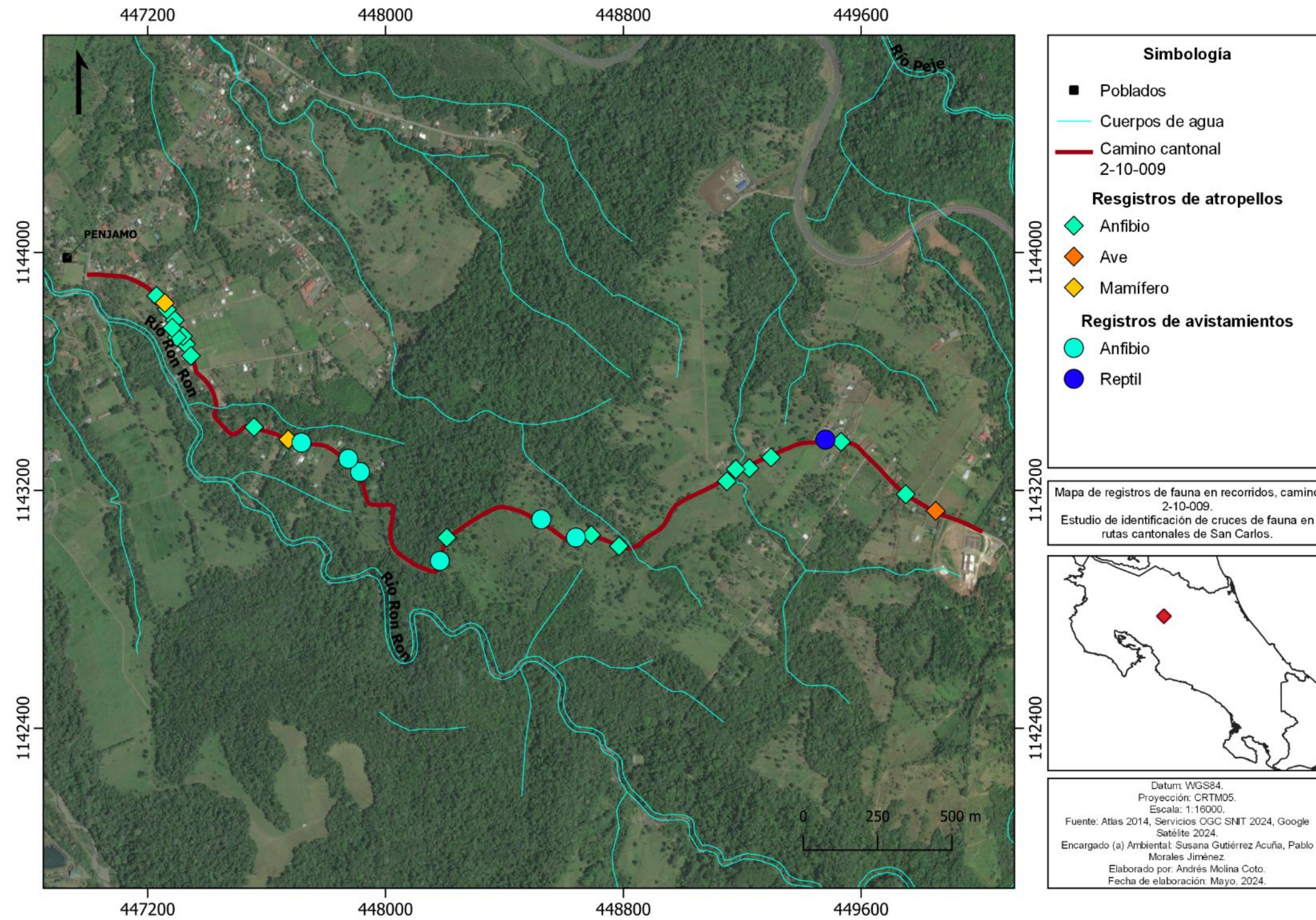


Figura 44. Mapa de registros de fauna en recorridos, camino 2-10-009.

7.3.2.4 Recorridos camino 2-10-122

Para el caso del camino cantonal 2-10-177 ubicado entre los distritos de Florencia y Buena Vista, se presentaron un total de 32 registros, que se distribuyen en 13 atropellos, 18 avistamientos y un registro indirecto. Al igual que en el caso del resto de caminos, el grupo con mayor cantidad de registros fue el de los anfibios con 25 ejemplares, 12 atropellos y 13 avistamientos; siendo el sapo (*Rhinella horribilis*), la especie con mayor impacto en cuanto a eventos de atropello con 12 individuos, así como con la mayor cantidad de avistamientos con 7 ejemplares.

En segundo lugar, se ubica el grupo de los mamíferos con 4 registros en total; un atropello, 3 avistamientos y un registro indirecto. El camino 2-10-122 presenta la mayor cantidad de registros, asimismo presenta un registro de atropello de mamífero, el conejo (*Sylvilagus gabbi*); este dato se destaca debido a que las condiciones del camino son mayoritariamente con una superficie de rodamiento en lastre, lo que contribuye a que muchos vehículos reduzcan la velocidad con la que transitan, esto en comparación con otros caminos en estudio donde la superficie de rodamiento es asfalto o adoquines de cemento. Para el grupo de mamíferos también se destaca el registro de ejemplares visualizados a la orilla del camino de un mono congo (*Alouatta palliata*) y 2 martillas (*Potos flavus*). Ambas especies presentan hábitos de desplazamiento arborícola, por lo que existencia del camino podría impedir el paso de este tipo de animales para cruzar, esto al cortarse la conectividad a pesar de ser una zona con cobertura arbórea densa y la mayoría del tramo de estudio. Además, cabe resaltar que el mono congo (*Alouatta palliata*), se cataloga como una especie en peligro de extinción por el Reglamento Ley de Conservación de la Vida Silvestre N° 32633-MINAE.

Finalmente, los grupos con menos representatividad fueron los reptiles y las aves con un avistamiento en cada caso, en primera instancia de la serpiente terciopelo (*Bothrops asper*) y en segundo lugar de la chachalaca (*Ortalis cinereiceps*) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Individuos registrados durante los recorridos y su tipo de registro para el camino cantonal 2-10-122.

Grupo faunístico	Familia	Especie	Nombre común	Atropellado	Avistamiento	Indirecto
Anfibio	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo	12	7	
	Craugastidae	<i>Craugastor fitzingeri</i>	Rana de lluvia común		3	
	Ranidae	<i>Lithobates warszewitschii</i>	Rana de bosque		2	
	Ranidae	<i>Lithobates taylori</i>	Rana taylori		1	
Ave	Cracidae	<i>Ortalis cinereiceps</i>	Chachalaca		1	
Mamífero	Atelidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mono congo		1	1
	Leporidae	<i>Sylvilagus gabbi</i>	Conejo	1		
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla		2	
Reptil	Vipiridae	<i>Bothrops asper</i>	Terciopelo		1	
Total				13	18	1

Fuente: Equipo consultor, 2024.



Figura 45. Fotografías de recorridos diurnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-122.



Figura 46. Fotografías de recorridos nocturnos realizados para levantamiento de datos por atropello y avistamientos de fauna en el camino 2-10-122.



Figura 47. Registro de atropello de conejo (*Sylvilagus gabbi*), mediante recorridos en el camino 2-10-122.



Figura 48. Registro de atropello de sapos (*Rhinella horribilis*), mediante recorridos en el camino 2-10-122.



Figura 49. Registro de avistamiento de terciopelo (*Bothrops asper*), izquierda y martilla (*Potos flavus*), derecha mediante recorridos en el camino 2-10-122.

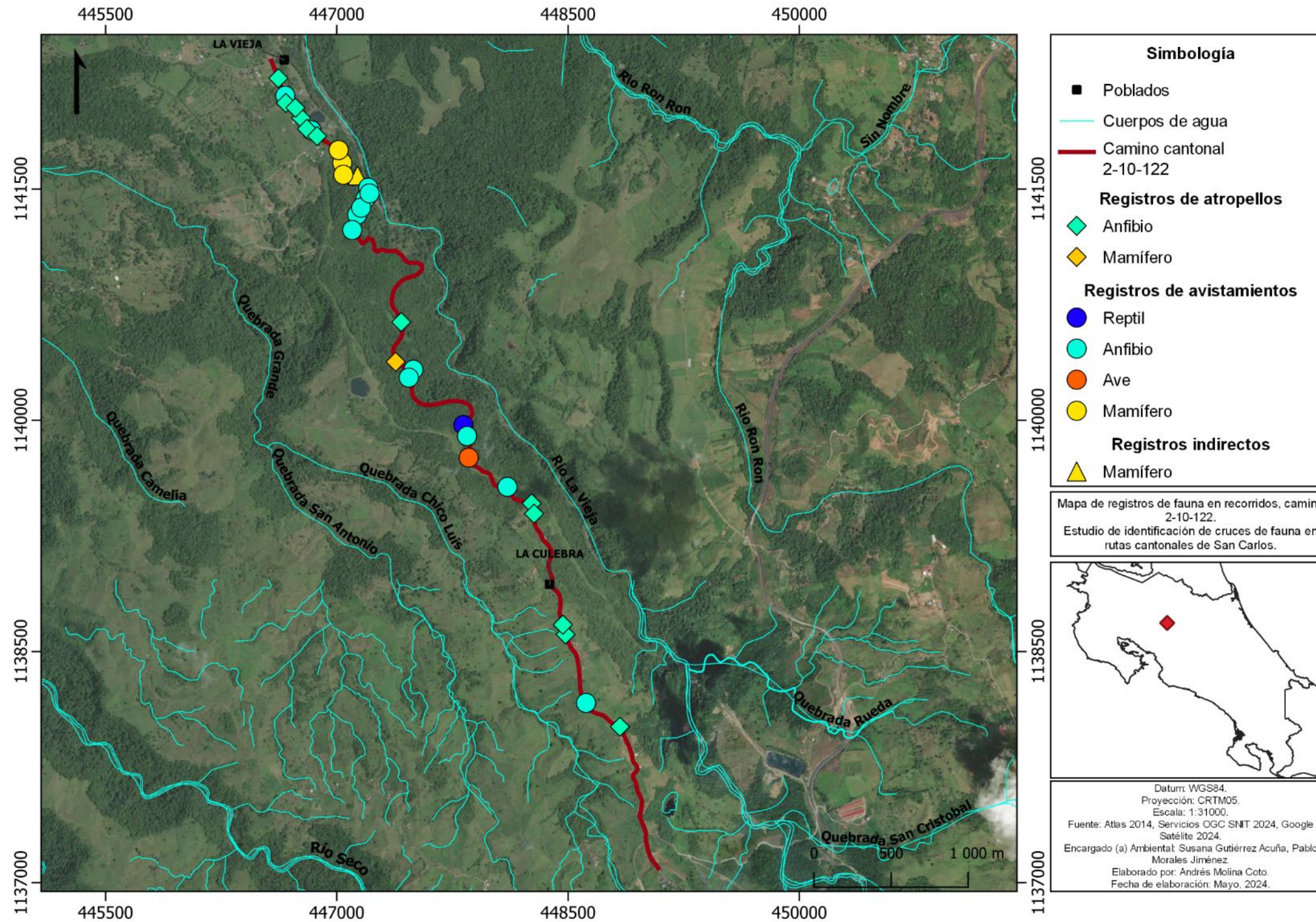


Figura 50. Mapa de registros de fauna en recorridos, camino 2-10-122.



7.3.3 Cámaras trampa

Durante el periodo de muestreo, se instalaron 16 cámaras trampa en total a nivel de sotobosque para los cuatro caminos cantonales, sumado a esto se instalaron 3 cámaras trampa a nivel de dosel, teniendo en total 19 cámaras trampa instaladas. Cabe destacar que en el caso de una de las cámaras de dosel (C961 CTD1) se efectuó un evento de vandalismo por lo que la cámara fue retirada por terceros y no fue posible recuperar los datos de este dispositivo de fototrampeo. Las cámaras trampa se distribuyeron en 4 cámaras de sotobosque por camino cantonal, con un esfuerzo total de muestreo de 36216 horas cámaras. Además, se instaló una cámara de dosel en el camino 2-10-177, camino 2-10-009 y el camino 2-10-961 (cámara vandalizada); con un esfuerzo de muestreo total de 1608 horas cámara.

Para efectos de análisis de información y datos de cámaras se utilizó el software TimeLapse el cual permite organizar la información referente a fotografías y videos de cámaras trampa, así como presencia de especies por camino mediante la riqueza calculada en hojas de Excel. En total se obtuvieron 48 especies observadas mediante esta metodología, así como 7 especímenes adicionales que no fue posible identificar debido a la calidad y ángulo del video o fotografía, lo que impidió determinar el género y epíteto de estos ejemplares. El grupo con mayor número de especies registradas fue el de las aves con 24 especies, seguido por el grupo de los mamíferos con 22 especies, y finalmente el grupo de los reptiles con 2 especies identificadas; siendo el camino 2-10-177 el que presentó la mayor riqueza específica con 33 especies, mientras que el camino 2-10-122 presentó la menor riqueza con 15 especies. Entre las especies más frecuentemente registradas por el método de fototrampeo se encuentran la guatusa (*Dasyprocta punctata*), y el pavón (*Crax rubra*), para el total de los caminos. Esta metodología permitió registrar algunas especies que requieren hábitats de alta calidad y que se desplazan por zonas con cobertura forestal y a lo largo de los márgenes de cuerpos de agua, ya que estos permiten la conectividad estructural, como es el caso de la especie manigordo (*Leopardus pardalis*). En el Cuadro 17 se detallan las especies que fueron registradas mediante las cámaras trampa por camino cantonal.



Figura 51. Proceso de colocación y revisión de cámaras trampa en sotobosque para registro de fauna en el área de estudio.



Figura 52. Proceso de colocación y retiro de cámaras trampa en dosel para registro de fauna en el área de estudio.



Figura 53. Proceso de colocación y retiro de cámaras trampa en dosel para registro de fauna en el área de estudio.



Cuadro 17. Registro de especies observada mediante cámaras trampa por camino cantonal.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	2-10-961	2-10-177	2-10-009	2-10-122
Reptiles	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	X		X	X
	Teiidae	<i>Ameiva spp</i>	Ameiva		X		
	No id	<i>No id</i>	Largatija		X	X	
Aves	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	X			
	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Gavilan Gris			X	
	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azulada		X		
	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma-perdiz rojiza	X	X		
	Columbidae	<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Paloma coronigrís		X		
	Columbidae	<i>Leptotila sp</i>	Paloma	X	X	X	X
	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma coliblanca	X			
	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca			X	
	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón grande	X	X	X	X
	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada	X	X	X	
	Momotidae	<i>Baryphthengus martii</i>	Momoto canelo mayor	X			
	Momotidae	<i>Momotus lessonii</i>	Momoto coroniazul			X	
	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Reinita cachetinegra	X	X	X	X
	Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	Reinita guardaribera	X			
	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Reinita hornera			X	
	Passerellidae	<i>Arremon aurantiirostris</i>	Pinzón piquinaranja	X	X	X	X
	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón cuelligris				X
	Thraupidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tangara hormiguera gorjirroja		X		
	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	X		X	X
	Troglodytidae	<i>Cantorchilus thoracicus</i>	Soterrey pechirrayado	X			
Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Soterrey de selva pechiblanco			X	X	
Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal de bosque	X	X	X	X	
Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo gorgiblanco		X			



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DEL
CANTÓN DE SAN CARLOS

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	2-10-961	2-10-177	2-10-009	2-10-122
	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro	X		X	X
	No id	<i>No id</i>	Ave	X		X	
	No id	<i>No id</i>	Reinita	X			
	No id	<i>No id</i>	Cuyeo	X		X	X
Mamíferos	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote		X	X	
	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca		X		X
	Chlamyphoridae	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo zopilote	X		X	
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	X	X		
	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	X	X	X	X
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	X	X	X	X
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	X	X	X	X
	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Zorro de cuatro ojos	X			
	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	Zorro de balsa		X	X	
	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín	X		X	
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	X	X	X	
	Felidae	<i>Puma yagouarondi</i>	Jaguarundí	X			
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tolomuco	X		X	
	Mustelidae	<i>Galictis vittata</i>	Grisón			X	
	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	X	X	X	
	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	X			
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	X	X	X	X
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla	X			
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X	X	X	
	Sciuridae	<i>Echinosciurus variegatoides</i>	Ardilla	X		X	
Sciuridae	<i>Syntheosciurus granatensis</i>	Ardilla	X				
Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Saino	X	X			
No id	<i>No id</i>	Murciélagos	X	X	X		



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DEL
CANTÓN DE SAN CARLOS

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	2-10-961	2-10-177	2-10-009	2-10-122
	No id	<i>No id</i>	No id			X	
	No id	<i>No id</i>	Ratón	X	X	X	X
Total				38	27	34	17
Riqueza específica				33	24	28	15

Fuente: **Equipo consultor, 2024.**

7.3.3.1 Cámaras correspondientes al camino 2-10-961

En total, se obtuvieron 33 especies registradas a lo largo del camino 2-10-961 además de 5 ejemplares que no fue posible determinar debido a las condiciones del video o fotografía analizada. El grupo con mayor número de especies fue el de los mamíferos con 18, seguido por las aves con 14 especies y el registro de una especie de reptil (Cuadro 18). La cámara con la riqueza específica más alta fue la C961_CT1 (Figura 56) con 20 especies; la cual se ubica cercana al río Arenal y presenta una cobertura de vegetación arbórea densa y vegetación riparia en su periferia. Entre las especies más frecuentemente registradas por el método de fototrampeo se encuentran la Guatusa (*Dasyprocta punctata*), y el Pavón grande (*Crax rubra*), presentando una diversidad amplia de especies importantes debido a su estado de conservación como es el caso del saíno (*Dicotyles tajacu*) y del jaguarundi (*Puma yagouarondi*).



Figura 54. Registro de (*Dicotyles tajacu*) y del jaguarundi (*Puma yagouarondi*) mediante cámaras trampa, camino 2-10-961.

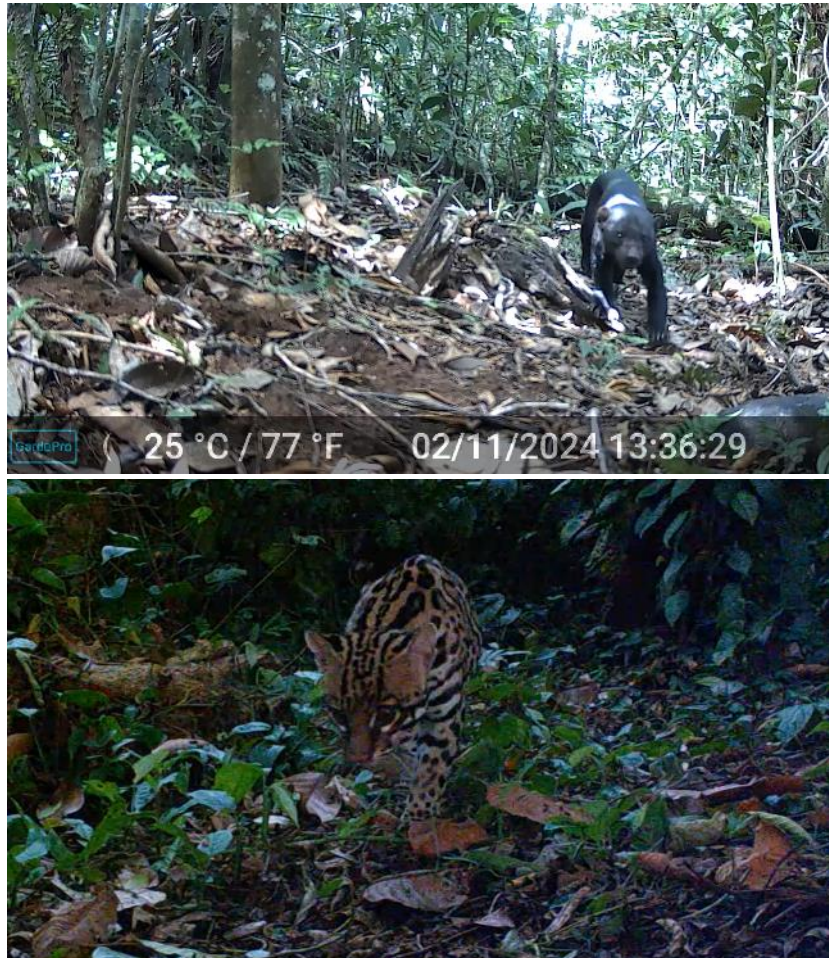


Figura 55. Registro de tolumuco (*Eira barbara*) y del manigordo (*Leopardus pardalis*), mediante cámaras trampa, camino 2-10-961.



Cuadro 18. Lista de especies registradas por cámara trampa en el camino 2-10-961.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	C961_CT1	C961_CT2	C961_CT3	C961_CT4
Reptiles	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde			X	X
Aves	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera			X	
Aves	Caprimulgidae	No id	Cuyeo	X			
Aves	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma-perdiz rojiza	X			
Aves	Columbidae	<i>Leptotila sp</i>	Paloma	X	X	X	
Aves	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma coliblanca	X			
Aves	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón grande	X	X	X	X
Aves	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada			X	
Aves	Momotidae	<i>Baryphthengus martii</i>	Momoto canelo mayor	X			X
Aves	No id	No id	Ave			X	
Aves	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Reinita cachetinegra	X			
Aves	Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	Reinita guardaribera				X
Aves	Parulidae	No id	Reinita		X		
Aves	Passerellidae	<i>Arremon aurantiirostris</i>	Pinzón piquinaranja	X			X
Aves	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	X	X		
Aves	Troglodytidae	<i>Cantorchilus thoracicus</i>	Soterrey pechirrayado				X
Aves	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal de bosque	X			X
Aves	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro			X	X
Mamíferos	Chlamyphoridae	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo zopilote		X		
Mamíferos	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	X			
Mamíferos	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	X	X	X	X
Mamíferos	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	X	X		
Mamíferos	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	X	X		X
Mamíferos	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Zorro de cuatro ojos				X
Mamíferos	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín		X		
Mamíferos	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo		X	X	



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DEL
CANTÓN DE SAN CARLOS

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	C961_CT1	C961_CT2	C961_CT3	C961_CT4
Mamíferos	Felidae	<i>Puma yagouarondi</i>	Jaguarundí		X		
Mamíferos	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tolomuco	X		X	X
Mamíferos	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	X	X	X	
Mamíferos	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	X			
Mamíferos	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	X	X	X	X
Mamíferos	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martilla		X		
Mamíferos	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache			X	X
Mamíferos	Sciuridae	<i>Echinosciurus variegatoides</i>	Ardilla	X			
Mamíferos	Sciuridae	<i>Syntheosciurus granatensis</i>	Ardilla	X			
Mamíferos	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Saíno	X	X		
Mamíferos	No id	<i>No id</i>	Murciélago	X			X
Mamíferos	No id	<i>No id</i>	Ratón	X	X		X
Total				23	16	13	16
Riqueza específica				20	14	12	14

Fuente: Equipo consultor, 2024.

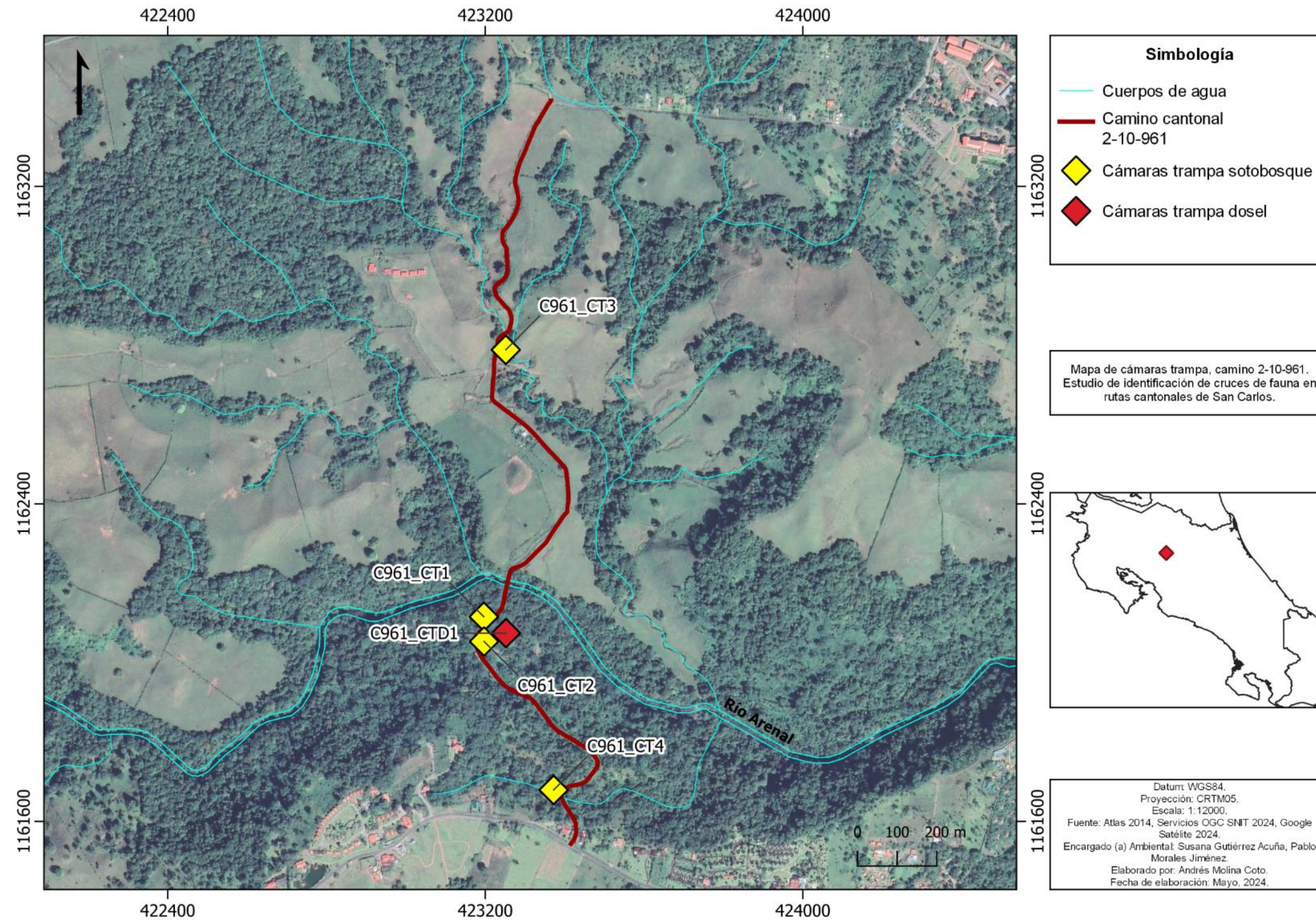


Figura 56. Mapa de cámaras trampa, camino 2-10-961.

7.3.3.2 Cámaras correspondientes al camino 2-10-177

En total, se obtuvieron 24 especies registradas a lo largo del camino 2-10-117 además de 3 ejemplares que no fue posible determinar debido a las condiciones del video o fotografía analizada. El grupo con mayor número de especies fue el de los mamíferos con 12, seguido por las aves con 11 especies y el registro de una especie de reptil (Cuadro 19). La cámara con la riqueza específica más alta fue la C177_CT3 (Figura 59) con 14 especies; la cual se ubica cercana al río Fortuna y presenta una cobertura de vegetación arbórea densa y vegetación riparia en su periferia. Entre las especies más frecuentemente registradas por el método de fototrampeo se encuentran la guatusa (*Dasyprocta punctata*), y el Pavón grande (*Crax rubra*), presentando una diversidad amplia de especies importantes debido a su estado de conservación como es el caso del manigordo (*Leopardus pardalis*) y el mono carablanca (*Cebus imitator*).

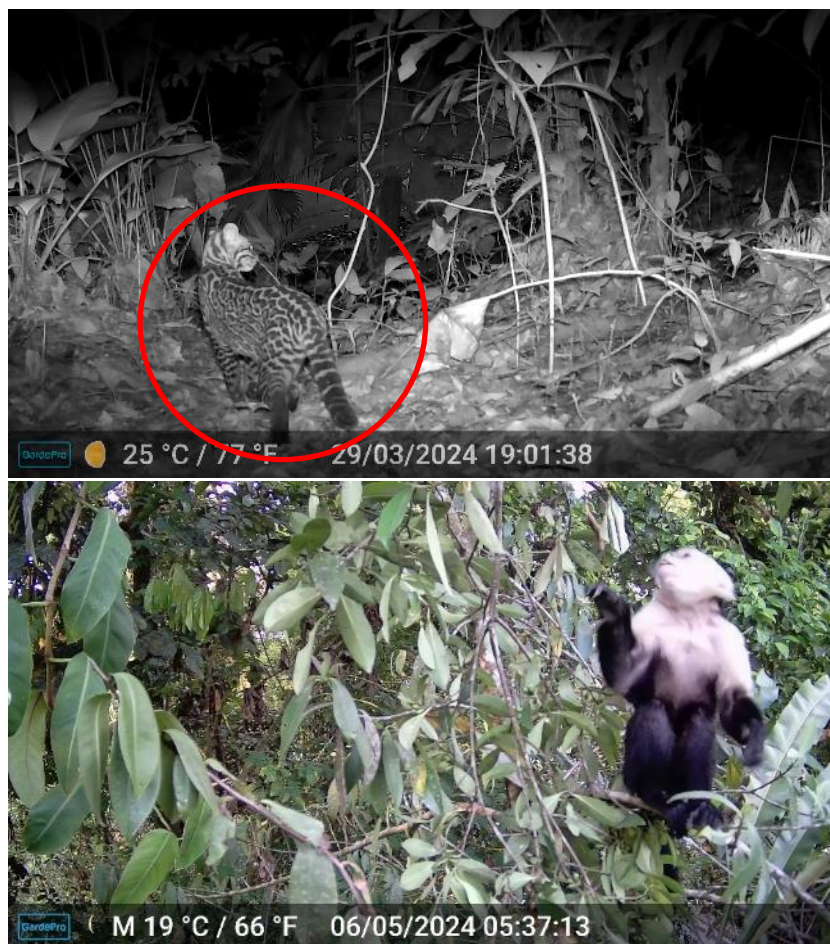


Figura 57. Registro de manigordo (*Leopardus pardalis*) en cámaras trampa y del mono carablanca (*Cebus imitator*) en cámara de dosel, camino 2-10-177.



Figura 58. Registro de pizote (*Nasua narica*) en cámara trampa y del zorro de balsa (*Caluromys derbianus*) en cámara de dosel, camino 2-10-177.



Cuadro 19. Lista de especies registradas por cámara trampa en el camino 2-10-177.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	C177_CT1	C177_CT2	C177_CT3	C177_CT4	C177_CTD1
Reptiles	Teiidae	<i>Ameiva spp</i>	Ameiva	X				
	No id	<i>No id</i>	Largatija			X		
Aves	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azulada			X		
	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma-perdiz rojiza			X		
	Columbidae	<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Paloma coronigrís	X				
	Columbidae	<i>Leptotila sp</i>	Paloma			X		
	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón grande	X	X	X		
	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada	X		X		
	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Reinita cachetinegra			X		
	Passerellidae	<i>Arremon aurantirostris</i>	Pinzón piquinaranja	X		X	X	
	Thraupidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tangara hormiguera gorjirroja			X		
	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal de bosque	X	X	X	X	
	Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo gorgiblanco		X			
Mamíferos	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	X	X			
	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca					X
	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	X	X	X	X	
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	X		X	X	
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	X	X	X	X	
	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	Zorro de balsa					X
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	X		X	X	
	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero			X	X	
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	X	X		X	
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		X		X	
Sciuridae	<i>Syntheosciurus granatensis</i>	Ardilla					X	



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DEL
CANTÓN DE SAN CARLOS

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	C177_CT1	C177_CT2	C177_CT3	C177_CT4	C177_CTD1
	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Saino		X			
	No id	No id	Murciélago			X		
	No id	No id	Ratón	X		X	X	
Total				13	9	17	10	3
Riqueza específica				12	9	14	9	3

Fuente: Equipo consultor, 2024.

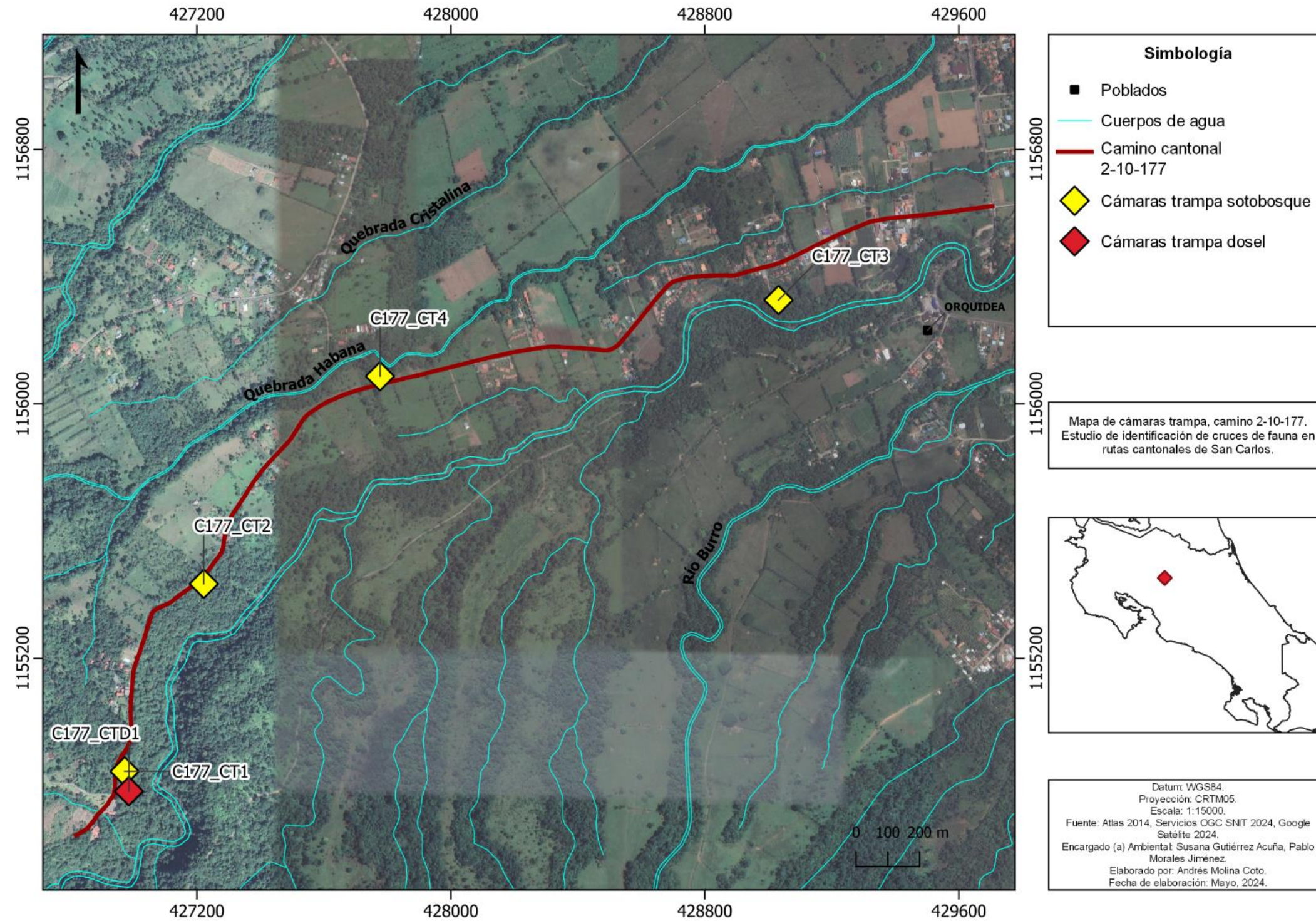


Figura 59. Mapa de cámaras trampa, camino 2-10-177.

7.3.3.3 Cámaras correspondientes al camino 2-10-009

En total, se obtuvieron 28 especies registradas a lo largo del camino 2-10-009 además de 6 ejemplares que no fue posible determinar debido a las condiciones del video o fotografía analizada. El grupo con mayor número de especies fue el de los mamíferos con 14 especies, seguido por las aves con 13 especies y el registro de una especie de reptil (Cuadro 20). La cámara con la riqueza específica más alta fue la C009_CT1 (Figura 62) con 19 especies; la cual se ubica dentro de una de las zonas de conectividad definidas y que presenta vegetación arbórea densa. Entre las especies más frecuentemente registradas por el método de fototrampeo se encuentran el armadillo (*Dasyus novemcinctus*) y la Guatusa (*Dasyprocta punctata*), presentando una diversidad amplia de especies importantes debido a su estado de conservación como es el caso del grisón (*Galictis vittata*) y del manigordo (*Leopardus pardalis*).



Figura 60. Registro de manigordo (*Leopardus pardalis*) y del grisón (*Galictis vittata*), mediante cámaras trampa, camino 2-10-009.



Figura 61. Registro de guatusa (*Dasyprocta punctata*) en cámara trampa y del puercoespín (*Coendou mexicanus*) en cámara de dosel, camino 2-10-009.



Cuadro 20. Lista de especies registradas por cámara trampa en el camino 2-10-009.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	C009_CT1	C009_CT2	C009_CT3	C009_CT4	C009_CTD1
Reptiles	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana		X	X		X
	No id	No id	Lagartija	X				
Aves	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Gavilan Gris					X
	Caprimulgidae	No id	Cuyeó		X			
	Columbidae	<i>Leptotila sp</i>	Paloma	X			X	
	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	X	X			
	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón grande	X	X		X	
	Cracidae	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada	X				
	Momotidae	<i>Momotus lessonii</i>	Momoto coroniazul				X	
	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Reinita cachetinegra	X				
	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Reinita hornera	X				
	Passerellidae	<i>Arremon aurantiirostris</i>	Pinzón piquinaranja		X			
	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande	X			X	
	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Soterrey de selva pechiblanco	X				
	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal de bosque	X	X		X	
	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro	X	X			X
	No id	No id	Ave	X		X		
Mamíferos	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote		X			
	Chlamyphoridae	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo zopilote	X				
	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	X	X	X	X	
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	X	X	X	X	
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón	X	X		X	X
	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	Zorro de balsa					X
	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín					X
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo	X	X			
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tolomuco	X					



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN RUTAS CANTONALES DEL
CANTÓN DE SAN CARLOS

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	C009_CT1	C009_CT2	C009_CT3	C009_CT4	C009_CTD1
	Mustelidae	<i>Galictis vittata</i>	Grisón	X				
	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	X			X	
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	X			X	
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		X	X		
	Sciuridae	<i>Echinosciurus variegatoides</i>	Ardilla					X
	No id	No id	Ratón	X	X		X	
	No id	No id	Murciélago	X				
	No id	No id	No id	X				
Total				24	14	5	11	7
Riqueza específica				19	12	4	10	7

Fuente: Equipo consultor, 2024.

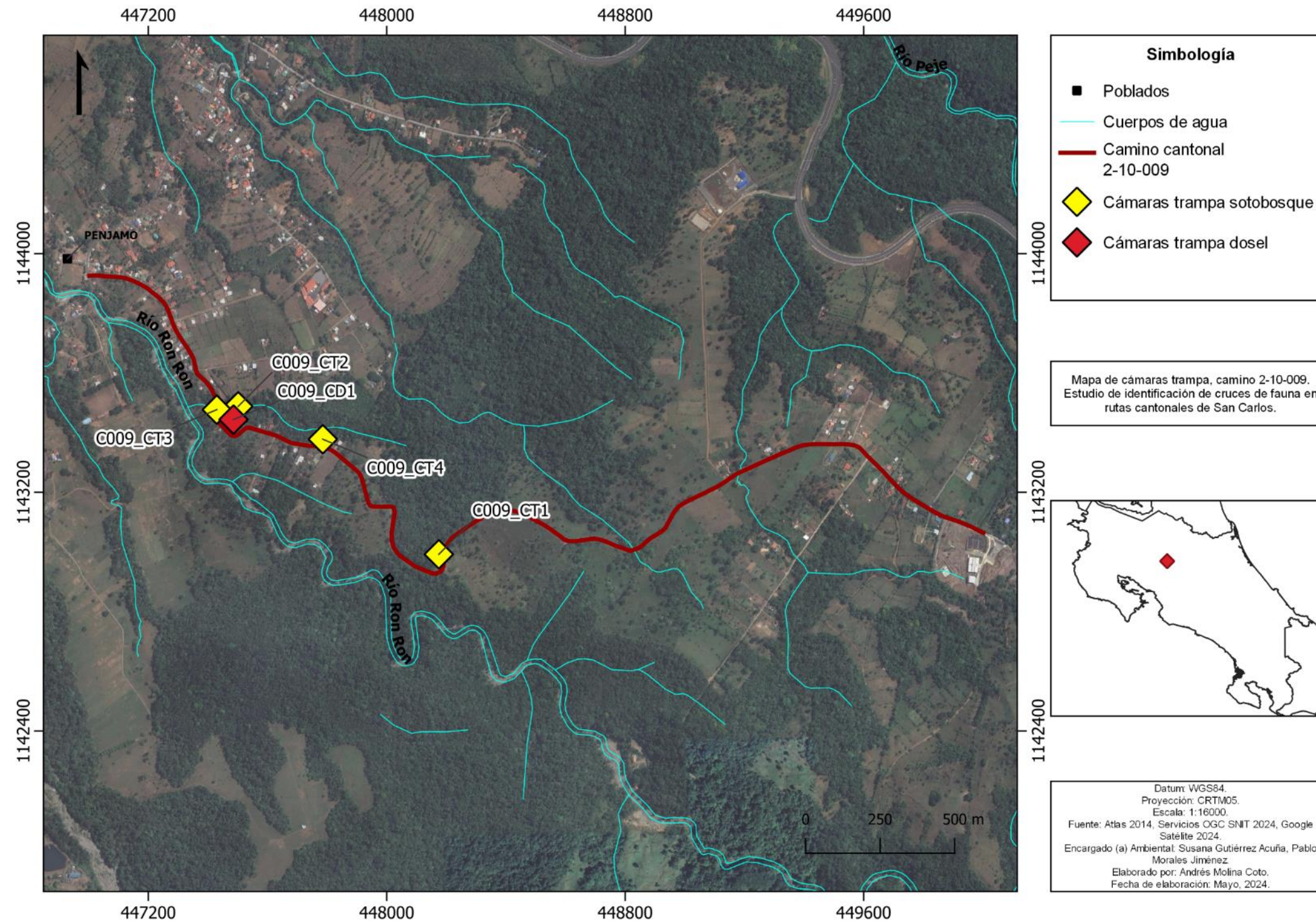


Figura 62. Mapa de cámaras trampa, camino 2-10-009.

7.3.3.4 Cámaras correspondientes al camino 2-10-122

En total, se obtuvieron 15 especies registradas a lo largo del camino 2-10-122 además de 2 ejemplares que no fue posible determinar debido a las condiciones del video o fotografía analizada. El grupo con mayor número de especies fue el de las aves con 9, seguido por los mamíferos con 5 especies y el registro de una especie de reptil (Cuadro 21). La cámara con la riqueza específica más alta fue la C122_CT2 (Figura 65) con 13 especies; la cual se ubica colindante a un espejo de agua conocido como laguna que presentó variaciones del nivel del agua durante el periodo de muestreo, así como vegetación arbórea densa en su periferia. Entre las especies más frecuentemente registradas por el método de fototrampeo se encuentran el zorzal de bosque (*Hylocichla mustelina*) y el pavón (*Crax rubra*), presentando una diversidad amplia de especies importantes debido a su estado de conservación como es el caso del mono carablanca (*Cebus imitator*) y del tinamú grande (*Tinamus major*).

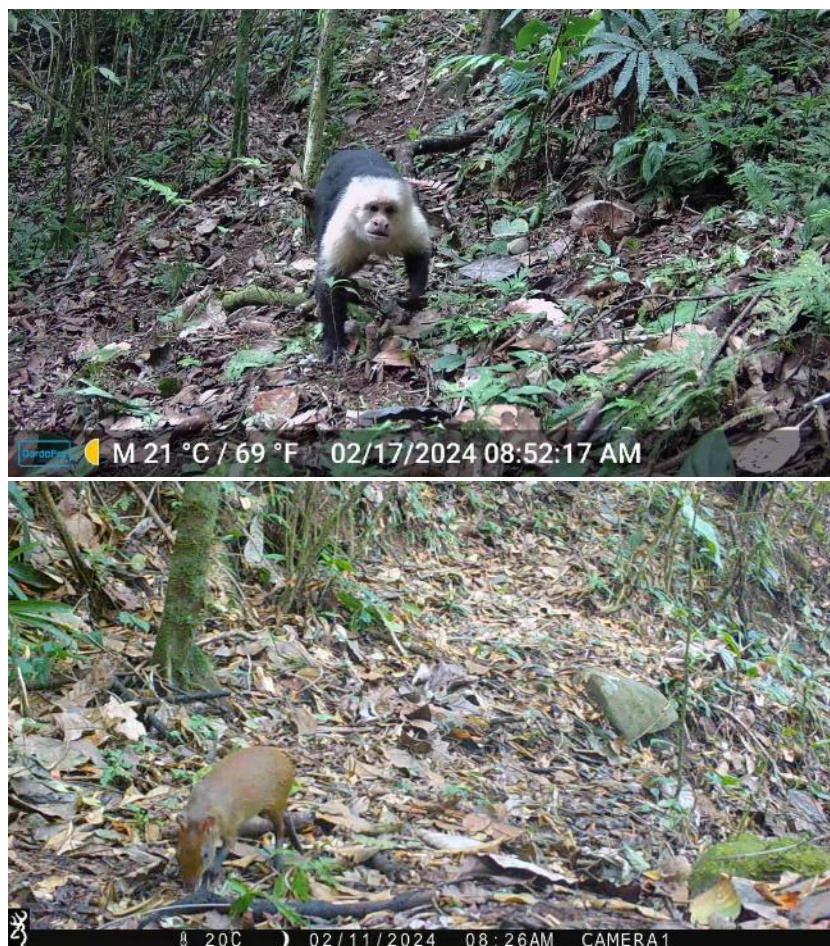


Figura 63. Registro de mono carablanca (*Cebus imitator*) y de guatusa (*Dasyprocta punctata*), mediante cámaras trampa, camino 2-10-122.



Figura 64. Registro de pavón (*Crax rubra*) y del armadillo (*Dasypus novemcinctus*), mediante cámaras trampa, camino 2-10-122.



Cuadro 21. Lista de especies registradas por cámara trampa en el camino 2-10-122.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	C122_CT1	C122_CT2	C122_CT3	C122_CT4
Reptiles	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde		X		
Aves	Caprimulgidae	<i>No id</i>	Cuyeo			X	
	Columbidae	<i>Leptotila sp</i>	Paloma		X	X	X
	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Pavón grande	X	X	X	X
	Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Reinita cachetinegra		X		
	Passerellidae	<i>Arremon aurantiirostris</i>	Pinzón piquinaranja				X
	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón cuelligris		X		
	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Tinamú grande		X	X	
	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Soterrey de selva pechiblanco				X
	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzal de bosque		X		
	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro		X		
Mamíferos	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	Mono carablanca		X		
	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	X	X	X	X
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa		X	X	X
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón		X		
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote		X		X
	No id	No id	Ratón		X	X	X
Total				2	14	7	8
Riqueza específica				2	13	5	7

Fuente: Equipo consultor, 2024.

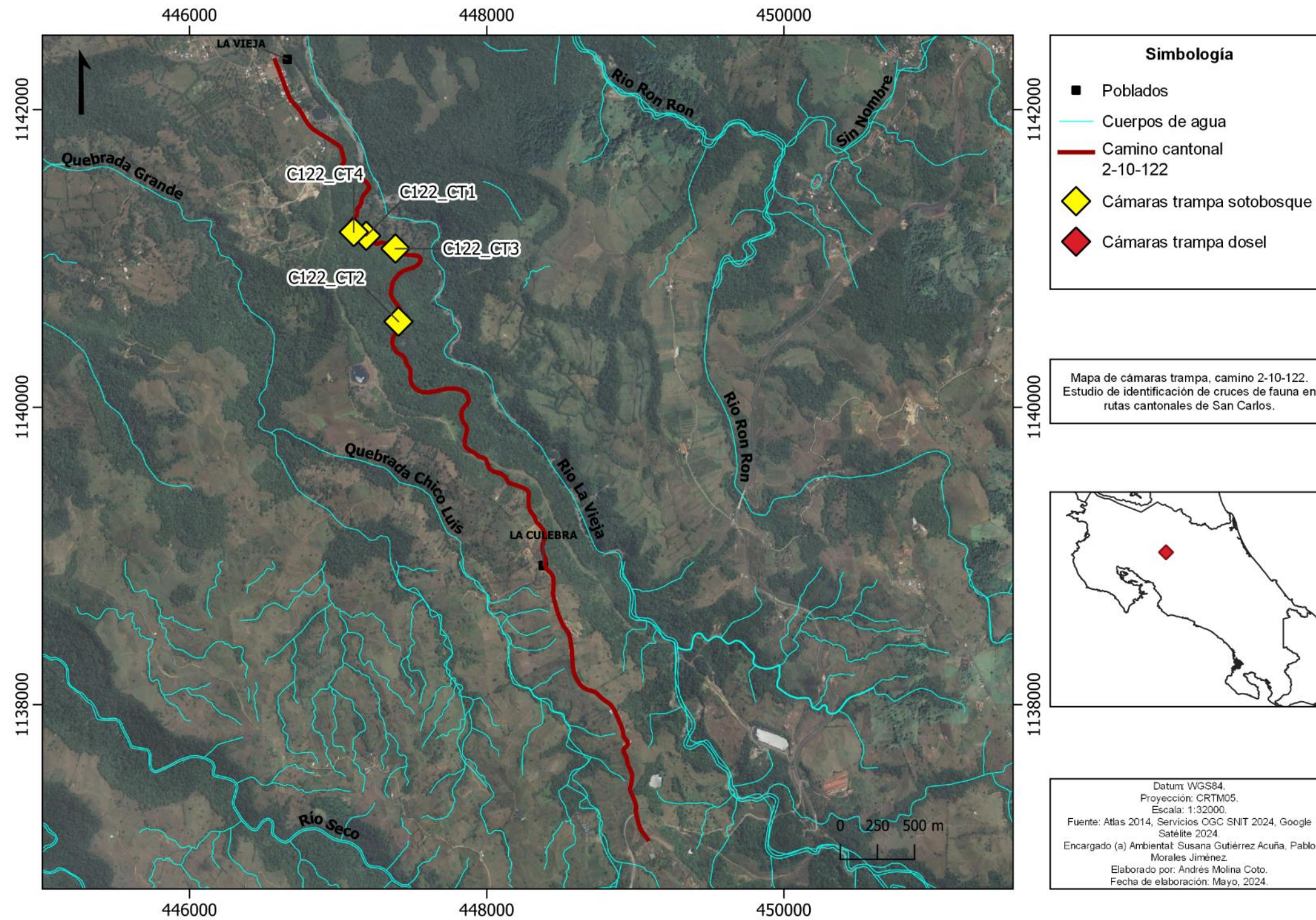


Figura 65. Mapa de cámaras trampa, camino 2-10-122.

7.4 Entrevistas

Durante el periodo de contratación se desarrollaron un total de 44 entrevistas distribuidas entre los cuatro caminos en estudio; 5 entrevistas en el 2-10-961, 13 entrevistas en el 2-10-177, 12 entrevistas en el camino 2-10-009 y 14 entrevistas en el camino 2-10-122. La muestra de la población entrevistada se caracterizó por incluir personas que viven, trabajan o transitan por los caminos, o que utilizan las rutas como sitios de esparcimiento; entre los principales actores clave entrevistados se identifican centros de información turística, miembros de la Asociación de Desarrollo Integral Concepción y la Abundancia y de la Asociación de Desarrollo Integral de La Fortuna. De esta manera, se registraron respuestas de usuarios de las carreteras y de personas que residen en los alrededores de los caminos. La mayoría de los entrevistados manifestó que siempre o a veces transitan por los caminos, con un 54,55 % y un 43.18 % respectivamente, y solo un 2.27 % indicó que casi nunca las transita. Esto evidencia que los encuestados son usuarios frecuentes de las rutas evaluadas.

En cuanto a la pregunta sobre la observación de animales en la carretera, un 36.36 % de los encuestados respondió afirmativamente, y un 61.36 % de ellos mencionó que no han visto animales silvestres atropellados en las rutas (Figura 66).

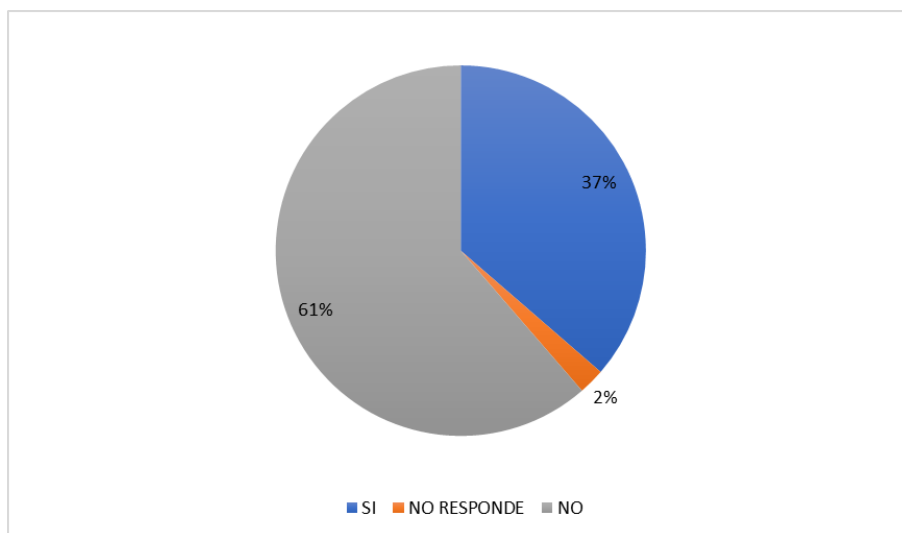


Figura 66. Porcentaje de avistamiento de atropellos en las carreteras

Por otra parte, un 61.36 % de los entrevistados mencionó haber visto algún animal silvestre cruzando la carretera, mientras que el 38.64% no ha observado fauna silvestre movilizándose de un lugar a otro en las carreteras (Figura 67). Esto evidencia que más del 60% de los encuestados ha logrado ver a un animal silvestre tratando de desplazarse utilizando las carreteras.

De los animales observados, un 67.67% ha cruzado las carreteras, un 20.45% han sido víctimas de atropellos, un 10.61% han sido avistamientos no relacionados con los dos casos anteriores, y un 2.27% han sido avistados en condición de electrocución. Según lo anterior, la mayoría de los avistamientos de fauna silvestre reportados por los encuestados ha ocurrido en las carreteras.

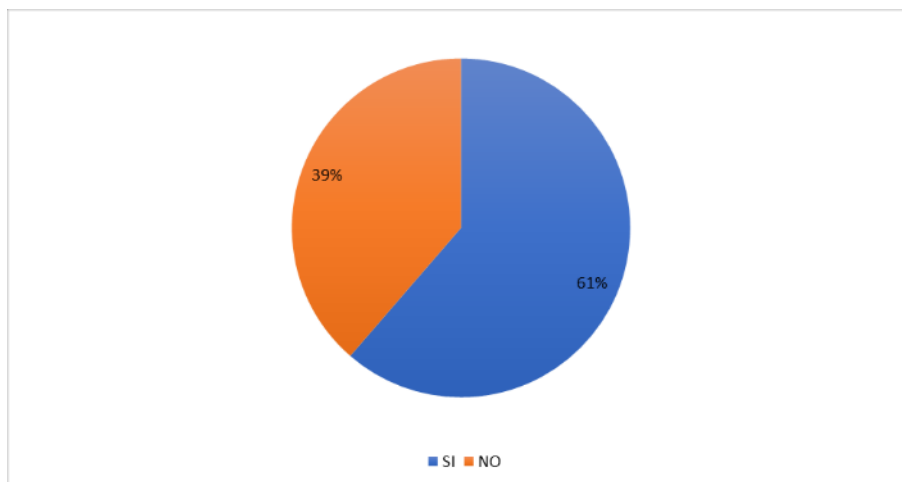


Figura 67. Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando las carreteras.

Entre los animales registrados por las personas entrevistadas, se identificaron un total de 34 especies distintas. Algunas de las especies mencionadas incluyen perezosos, serpientes, guatusas, monos congo, pumas, manigordos, pizotes, coyotes, pavones, saínos, sapos, chanchos de monte, mapaches, monos carablanca, osos hormigueros y venados, entre otros (Figura 68).

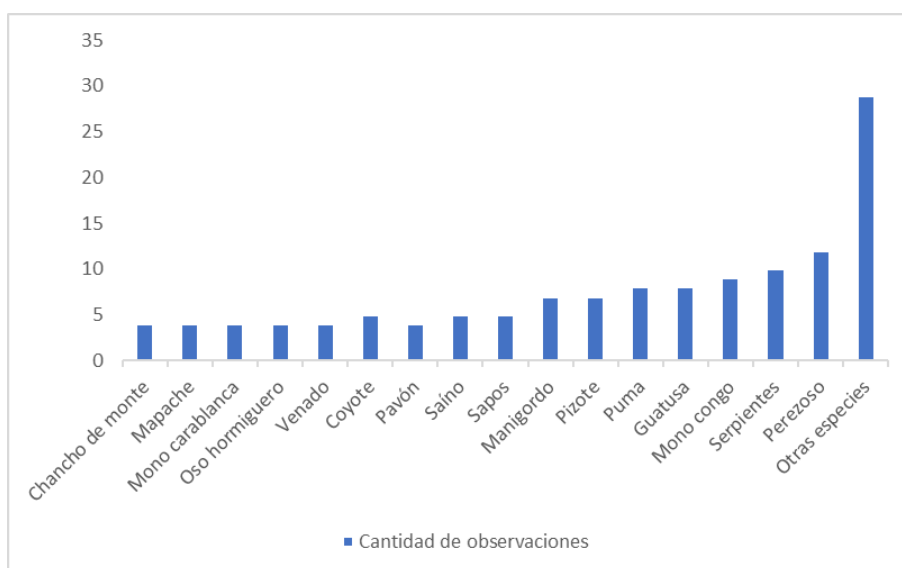


Figura 68. Animales silvestres cruzando las carreteras y/o atropellados, avistados por la población entrevistada.

En cuanto a las especies de animales cuya cantidad ha disminuido según los avistamientos reportados por los entrevistados, un 68.18 % (n=30) indicó no haber percibido una disminución en el número de individuos de distintas especies, mientras que un 31.82% (n=14) mencionó haber notado una disminución en algunas especies. Según estos datos, las especies más afectadas son el Venado (3%), la Guatusa (3%) y las Aves (3%) (Figura 69).

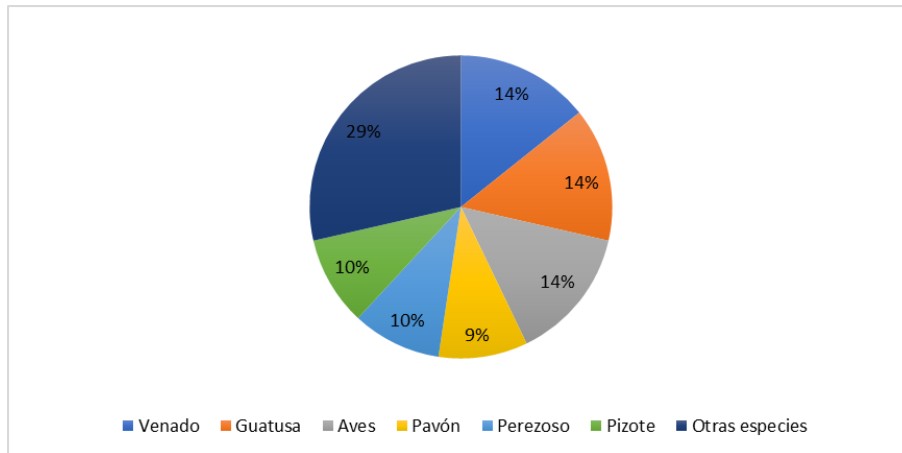


Figura 69. **Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada.**

No todas las personas encuestadas poseen propiedades circundantes a las carreteras; sin embargo, la mayoría expresó su disposición a ubicar un posible paso de fauna en su propiedad, representando un 50%. El resto de los encuestados no estaba dispuesto, no eran propietarios o no les aplicaba la pregunta.

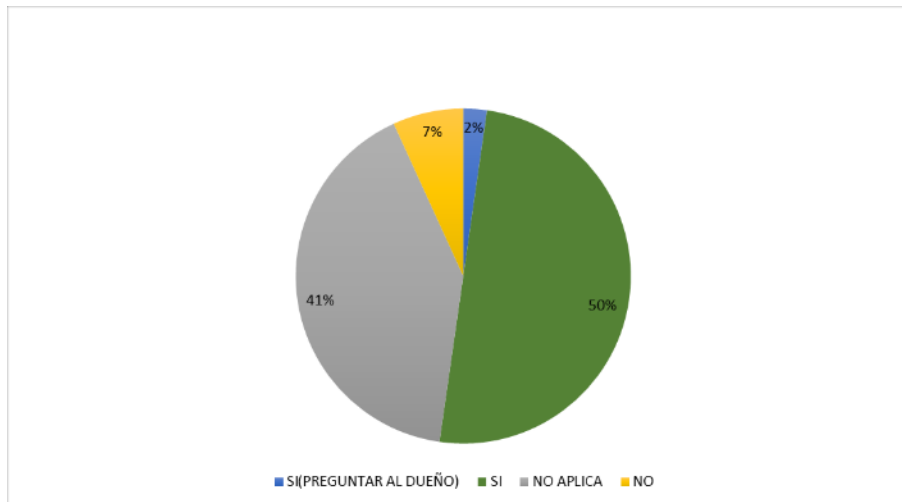


Figura 70. **Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad.**

7.4.1 Camino 2-10-177

En el camino 2-10-177 se entrevistaron a un total de 13 personas. La mayoría de los entrevistados manifestó que siempre o a veces transitan por esta vía, lo que indica que la frecuentan con regularidad.



Figura 71. Aplicación de entrevistas en el camino 2-10-177.



Figura 72. Aplicación de entrevistas en el camino 2-10-177

En cuanto a la pregunta sobre si han observado animales atropellados en la carretera, un 30.77 % de los encuestados respondió afirmativamente, mientras que un 61.54 % mencionó que no han visto animales silvestres atropellados en las rutas (Figura 73).

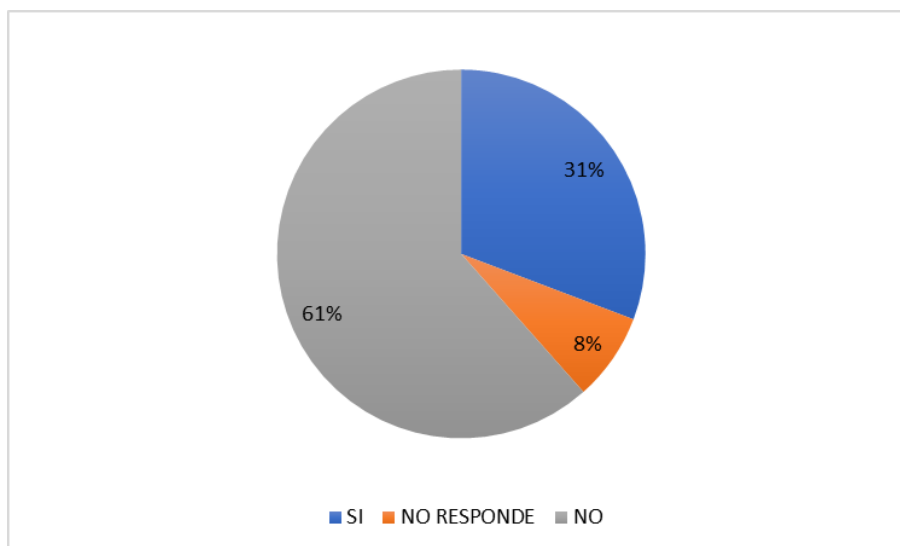


Figura 73. Porcentaje de avistamiento de atropellos en la carretera 2-10-177.

El 61.54 % de los entrevistados mencionó haber avistado algún animal silvestre cruzando la carretera, mientras que el otro 38.46 % no ha visualizado fauna silvestre movilizándose de un lugar a otro en el camino. Esto evidencia que solo el 62 % de los entrevistados ha logrado observar a un animal silvestre tratando de desplazarse de un lugar a otro utilizando el camino (Figura 74). Además, de los animales que han sido avistados, el 72 % fueron observados cruzando el camino, el 14 % fueron avistamientos simples y otro 14 % fueron observaciones de animales atropellados. Estos datos sugieren que la mayoría de los avistamientos registrados por los encuestados ocurrieron en la carretera.

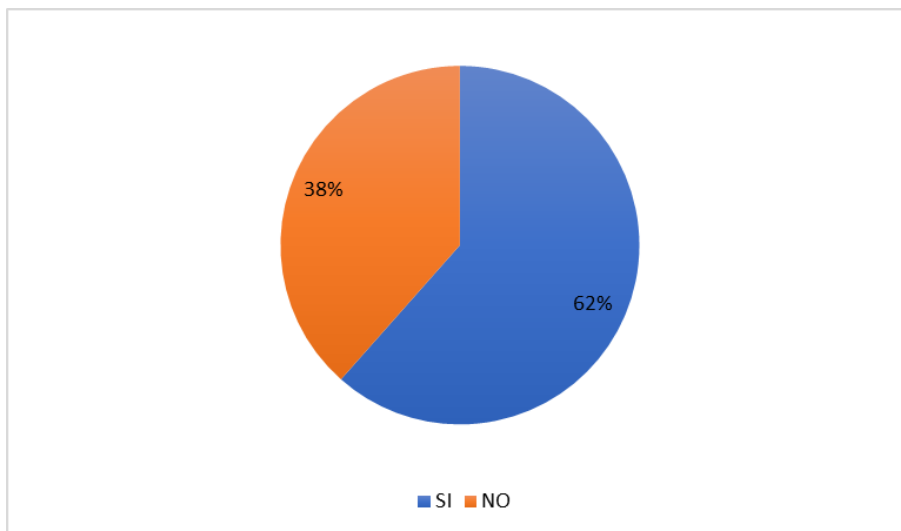


Figura 74. **Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando la carretera 2-10-177.**

Las personas entrevistadas mencionaron un total de 18 especies distintas de animales. Entre ellas se incluyen el caucel, la guatusa, el jaguar, la pava, el pizote, el saíno, diversas especies de serpientes, el tejón, el tepezcuintle, el zorro pelón, el mono carablanca y el venado, entre otros.

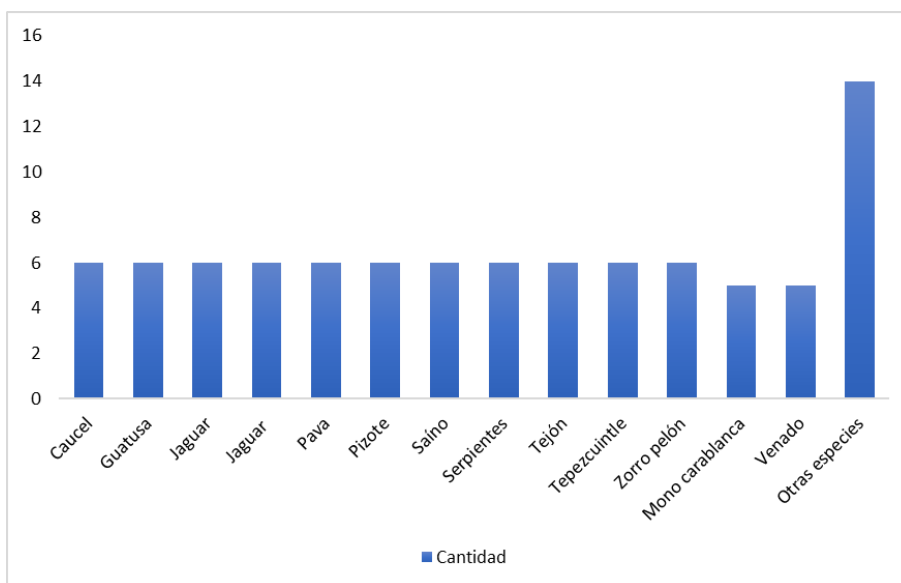


Figura 75. **Animales silvestres cruzando la carretera y/o atropellados, avistados por la población entrevistada en el camino 2-10-177.**

En lo que respecta a las especies de animales en las que los entrevistados han notado una disminución en cuanto a su cantidad según los avistamientos, un 76.92 % de las personas entrevistadas (n=10) mencionaron no haber percibido una reducción en el número de individuos de distintas especies, mientras que un 23.08 % (n=3) indicaron haber notado una disminución en algunas especies. Según esto, las especies que principalmente se han visto afectadas son las aves (16.67 %), las guatusas (33.33 %), los perezosos (33.33%) y los venados (16.67%) (Figura 76).

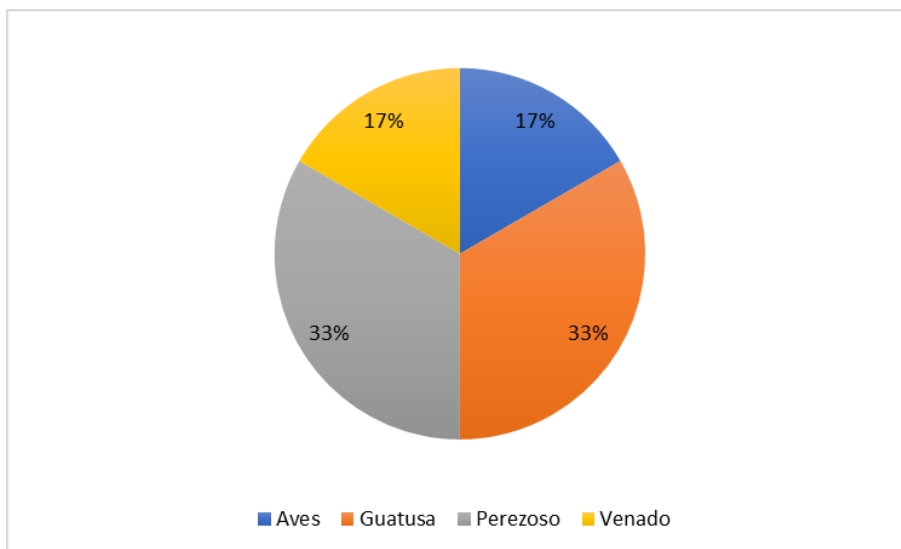


Figura 76. **Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada en el camino 2-10-177.**

No todas las personas encuestadas tienen propiedades adyacentes al camino 10-2-177. No obstante, la mayoría de los entrevistados expresaron su disposición a ubicar un posible paso de fauna en su propiedad, representando un 53.85 %. El resto de los encuestados no estaban de acuerdo, no eran propietarios de terrenos o la pregunta no era aplicable para ellos (Figura 77).

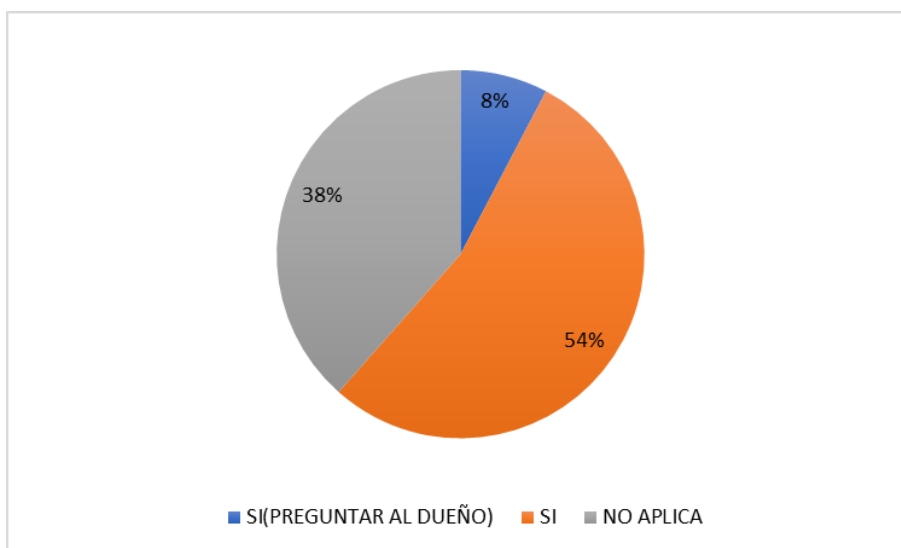


Figura 77. **Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad.**

7.4.2 Camino 2-10-961

En la carretera 2-10-961 se entrevistó a un total de 5 personas, la mayoría de las cuales expresó que transitan por el camino ya sea siempre o a veces, lo que sugiere que lo utilizan con frecuencia.



Figura 78. Aplicación de entrevistas en el camino 2-10-961.

En relación a la pregunta sobre la observación de animales atropellados en la carretera, el 20.00 % de los encuestados respondió afirmativamente, mientras que el 80.00 % restante indicó que no han presenciado tales incidentes con animales silvestres en la ruta (Figura 79).

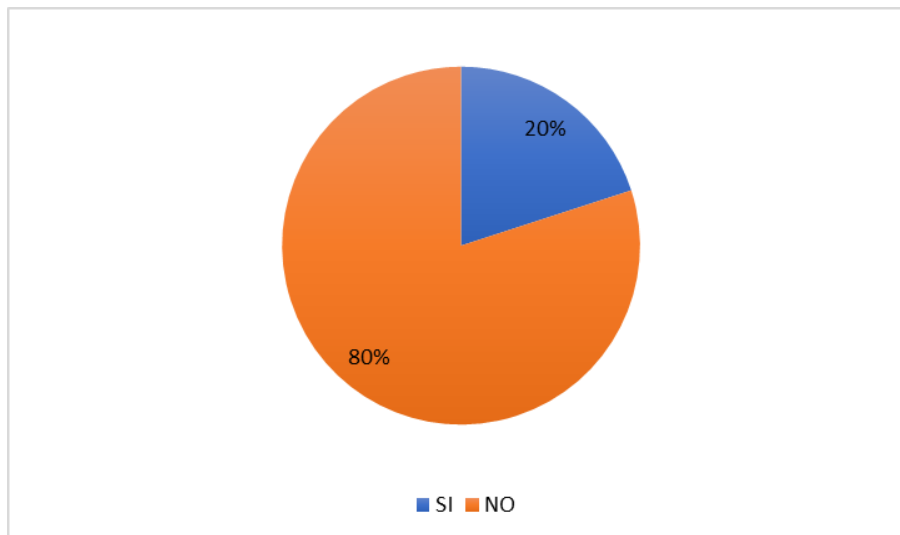


Figura 79. Porcentaje de avistamiento de atropellos en la carretera 2-10-961.

A la vez, el 60.00 % de los entrevistados informó haber avistado algún animal silvestre cruzando la carretera, mientras que el restante 40.00 % no ha presenciado fauna silvestre desplazándose de un lugar a otro en el camino. Esto demuestra que únicamente el 60.00 % de los entrevistados ha logrado presenciar a un animal silvestre intentando desplazarse entre lugares utilizando la carretera (Figura 80). Del mismo modo, mencionaron que, de los animales observados, el 65% estaba cruzando la carretera, el 18% fueron avistamientos de animales atropellados y el 17% fueron animales afectados por electrocución. Estos datos sugieren que la mayoría de los avistamientos reportados por los encuestados ocurrieron en la carretera.

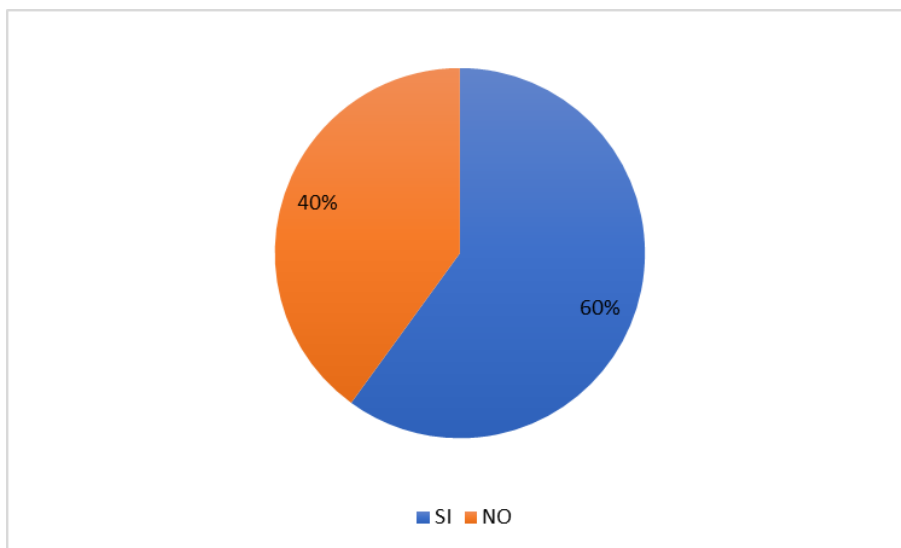


Figura 80. **Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando la carretera 2-10-961.**

Las personas entrevistadas reportaron un total de 10 especies diferentes de animales. Algunas de las especies mencionadas fueron: Pavones, Perezosos, Sainos, Ardillas, Aves, Chanchos de monte, entre otros (Figura 81).

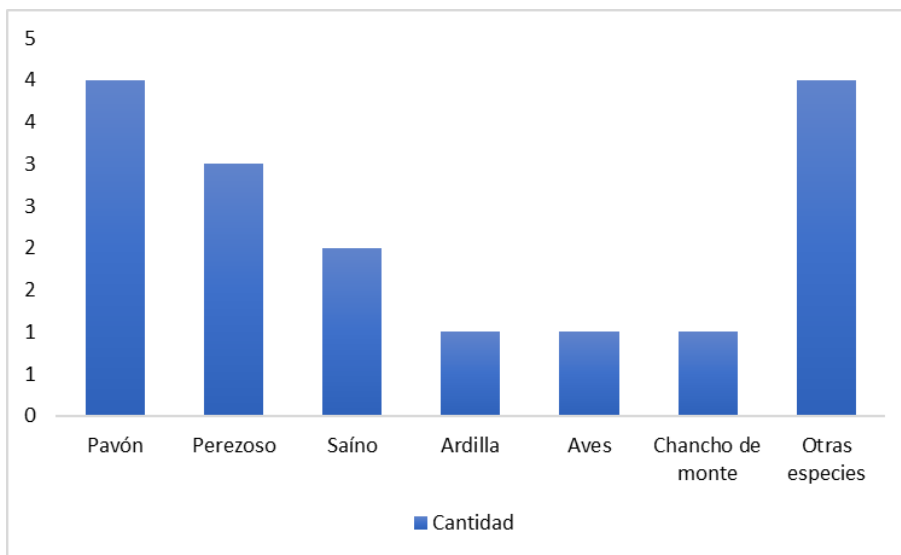


Figura 81. **Animales silvestres cruzando la carretera y/o atropellados, avistados por la población entrevistada en el camino 2-10-961.**

En relación a las especies de animales donde los entrevistados han notado una disminución en su cantidad según los avistamientos, el 60.00 % de las personas entrevistadas (n=3) han mencionado haber percibido una reducción en el número de individuos de distintas especies, mientras que el 40.00 % (n=2) indicó no

haber percibido una disminución en algunas especies. Según esto, las especies que principalmente se han visto afectadas son los pavones (66.67 %) y los pizotes (33.33 %) (Figura 82).

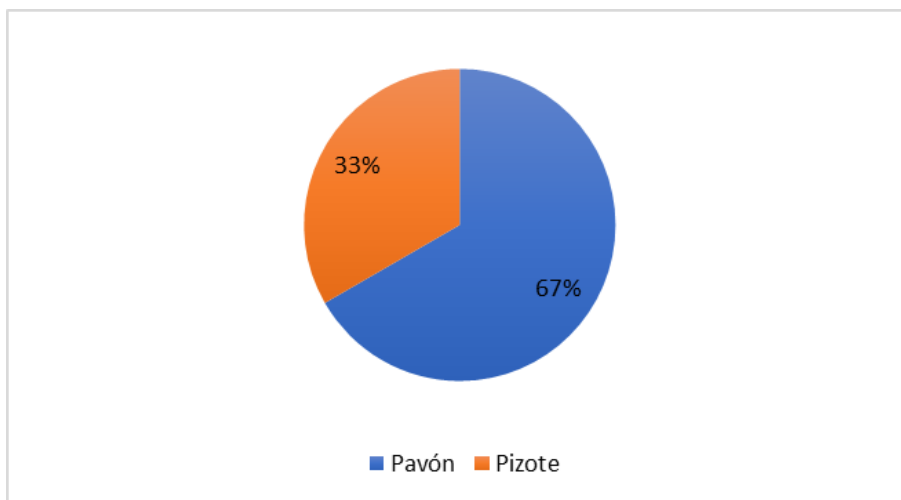


Figura 82. **Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada en el camino 2-10-961.**

No todas las personas encuestadas tienen propiedades cercanas al camino 10-2-961. Sin embargo, un 20.00 % de ellos indicaron estar dispuestos a permitir la instalación de un paso de fauna en su propiedad. El resto no era aplicable (Figura 83).

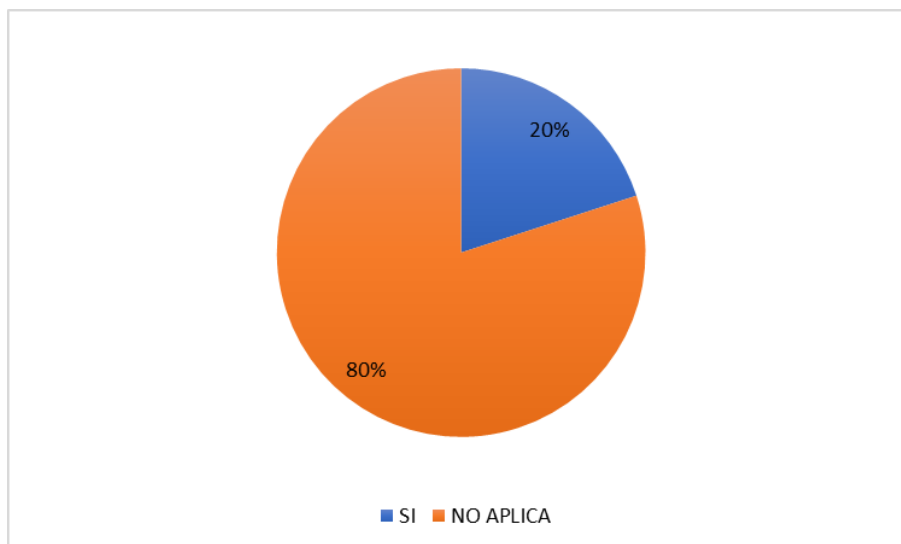


Figura 83. **Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad en el camino 2-10-961.**

7.4.3 Camino 2-10-009

En el camino 2-10-009 se entrevistaron a un total de 12 personas. La mayoría manifestó que a veces o siempre transitan por el camino 2-10-009, lo que indica que frecuentan esta ruta.



Figura 84. Aplicación de encuestas en el camino 2-10-009.

En respuesta a la pregunta sobre la observación de animales en la carretera, un 45.45 % de los encuestados respondió afirmativamente, mientras que el otro 54.55 % señaló que no han visto animales silvestres atropellados en las rutas (Figura 85).

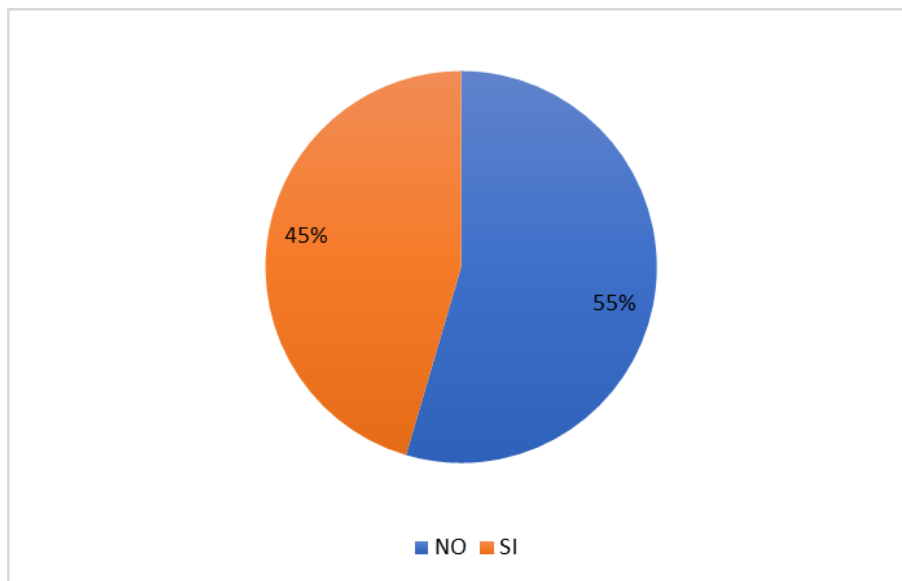


Figura 85. Porcentaje de avistamiento de atropellos en las carreteras 2-10-009

Asimismo, el 54.55 % de los entrevistados mencionó haber avistado algún animal silvestre cruzando la carretera, mientras que el otro 45.45 % no ha presenciado fauna silvestre desplazándose de un lugar a otro en el camino (Figura 86). Esto implica que únicamente la mitad de los encuestados ha tenido la ocasión de observar a un animal silvestre utilizando el camino para su desplazamiento. Además, entre aquellos que han reportado avistamientos, el 56% observó animales cruzando el camino, el 24% presenció avistamientos simples y el 20% mencionó observaciones de animales atropellados. Estos datos sugieren que la mayoría de los avistamientos registrados por los encuestados ocurrieron en la carretera.

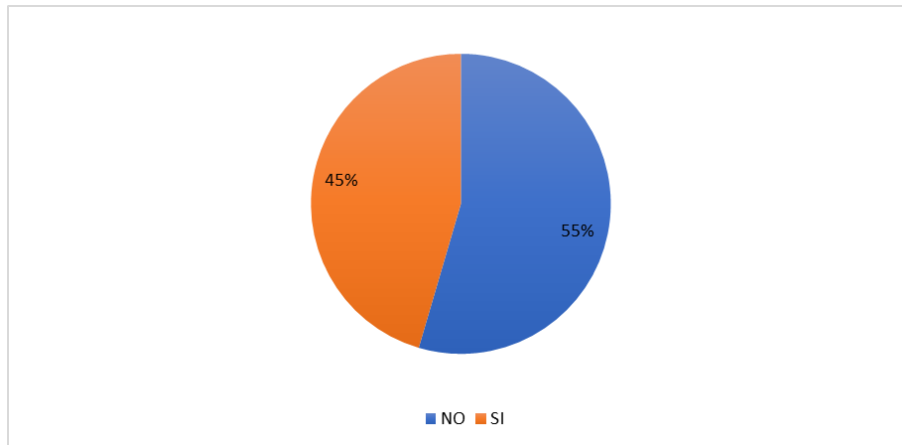


Figura 86. **Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando las carreteras 2-10-009.**

Entre los animales registrados por las personas entrevistadas, se diferenciaron un total de 19 especies distintas. Algunas de las especies mencionadas fueron: guatusas, coyotes, manigordos, pizotes, ardillas, chanchos de monte, monos, pavas, perezosos, serpientes, entre otros.

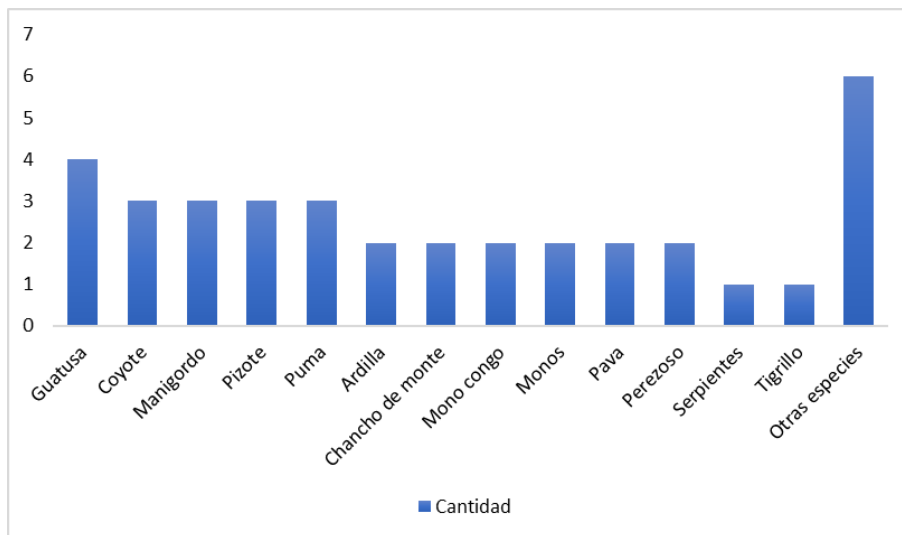


Figura 87. **Animales silvestres cruzando la carretera y/o atropellados, avistados por la población entrevistada en el camino 2-10-009.**

En cuanto a las especies de animales donde los entrevistados han notado una disminución en su cantidad según los avistamientos, un 63.64 % de las personas entrevistadas (n=7) mencionaron no haber percibido una disminución de individuos de distintas especies, mientras que un 36.36 % (n=4) afirmó haber notado una disminución en algunas especies. Según estos datos, las especies que principalmente se han visto afectadas son las aves y, en general, todas las especies (Figura 88).

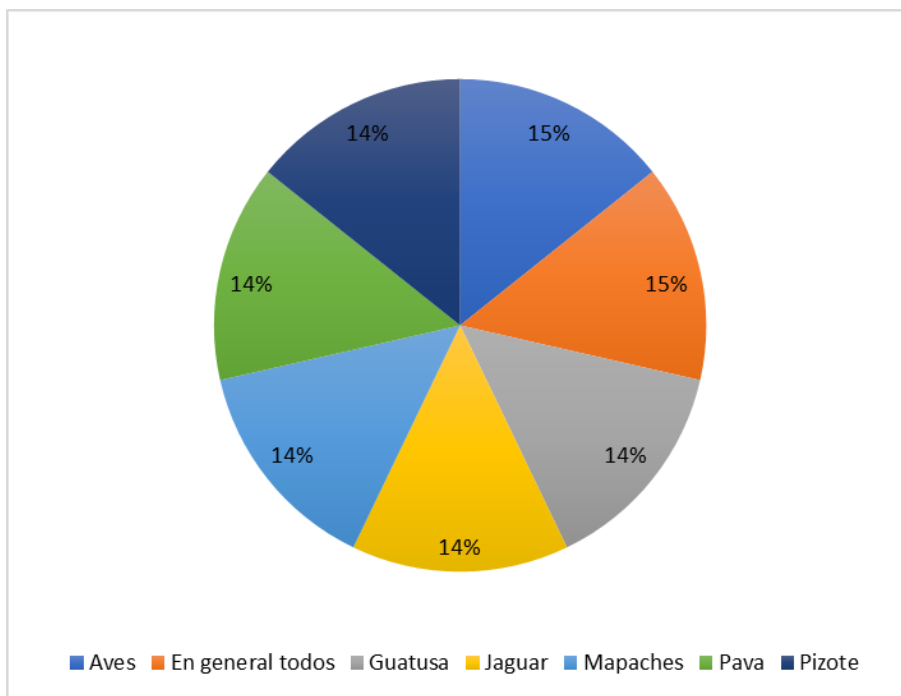


Figura 88. **Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada en el camino 2-10-009.**

De todas las personas encuestadas, no todas tienen propiedades contiguas al camino 2-10-009; no obstante, la mayoría de los entrevistados expresaron su disposición a ubicar un posible paso de fauna en su propiedad, representando un 63.64 %. El resto de los encuestados no estaba de acuerdo, no eran propietarios de terrenos o la pregunta no les era aplicable (Figura 89).

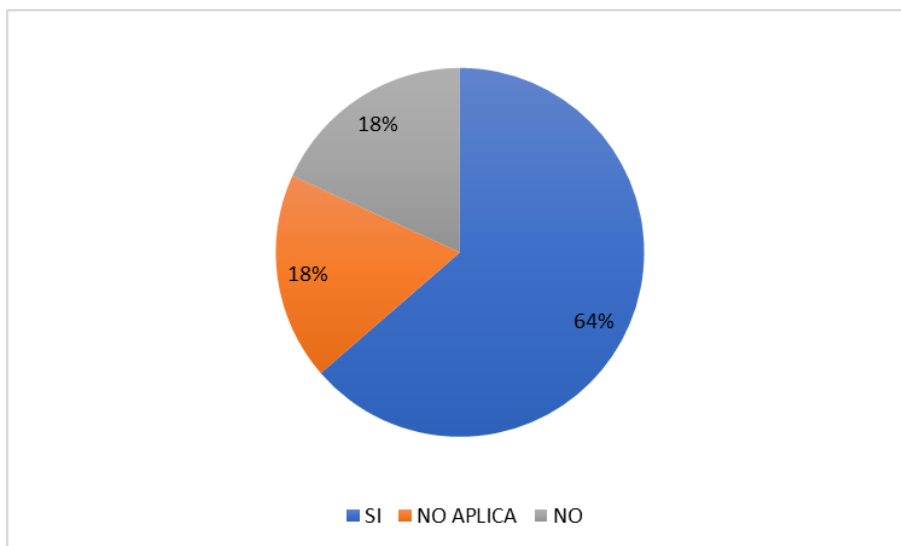


Figura 89. **Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad, camino 2-10-009.**

7.4.4 Camino 2-10-122

En el camino 10-2-122 se entrevistó a un total de 14 personas, la mayoría de las cuales expresaron que transitan por el camino siempre o a veces, lo que sugiere que lo utilizan con frecuencia.



Figura 90. Aplicación de entrevistas en el camino 2-10-122.

En cuanto a la pregunta sobre si han observado animales silvestres atropellados en la carretera, el 46.67 % de los encuestados respondió afirmativamente, mientras que el 53.33 % restante indicó que no han presenciado animales silvestres atropellados en las rutas (Figura 91).

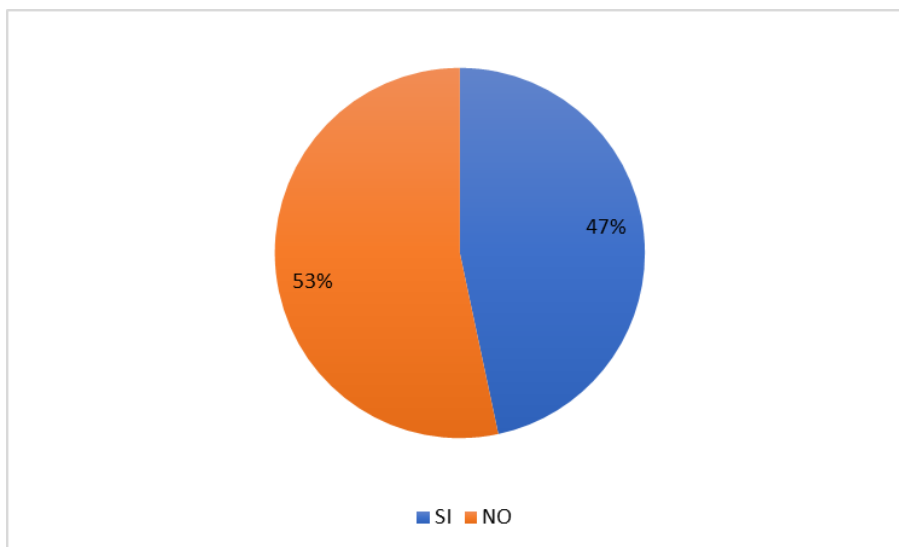


Figura 91. Porcentaje de avistamiento de atropellos en la carretera 2-10-122.

Al mismo tiempo, el 73.33 % de los entrevistados mencionó haber avistado algún animal silvestre cruzando el camino, mientras que el 27.67 % restante no ha visualizado fauna silvestre movilizándose de un lugar a otro en el camino (Figura XX). Esto sugiere que solo el 60 % de los entrevistados ha logrado observar a un animal silvestre desplazándose de un lugar a otro utilizando la carretera. Además, de los animales observados, el 70 % fue visto cruzando el camino, el 27 % fueron observaciones de animales atropellados y el 3 % fueron avistamientos que no están relacionados con los dos anteriores. Estos datos indican que la mayoría de los avistamientos reportados por los encuestados ocurrieron en el camino.

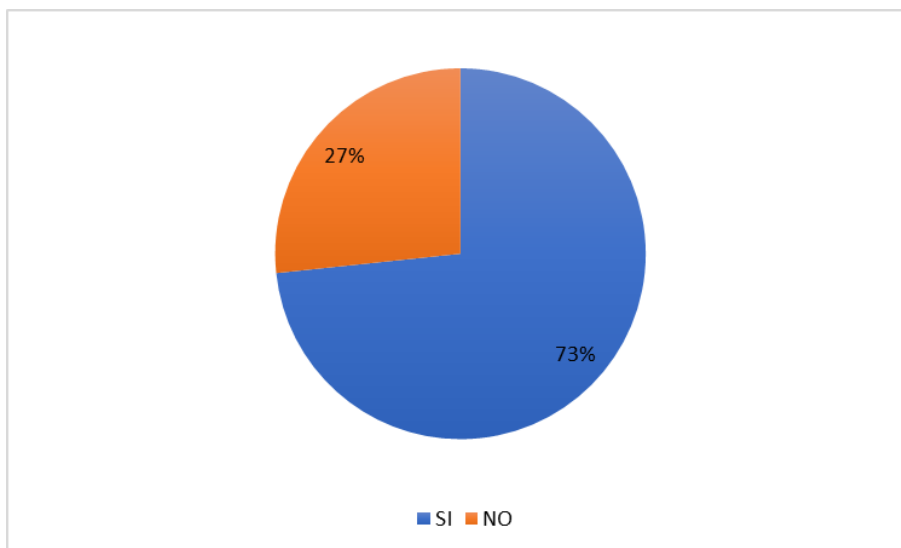


Figura 92. **Porcentaje de avistamiento de animales silvestres cruzando la carretera 2-10-122.**

Entre los animales registrados por las personas entrevistadas, se diferenciaron un total de 21 especies distintas. Algunas de las especies mencionadas fueron: serpientes, sapos, armadillos, mapaches, coyotes, guatusas, iguanas, pizotes, ranas, saínos, entre otras especies (Figura 93).

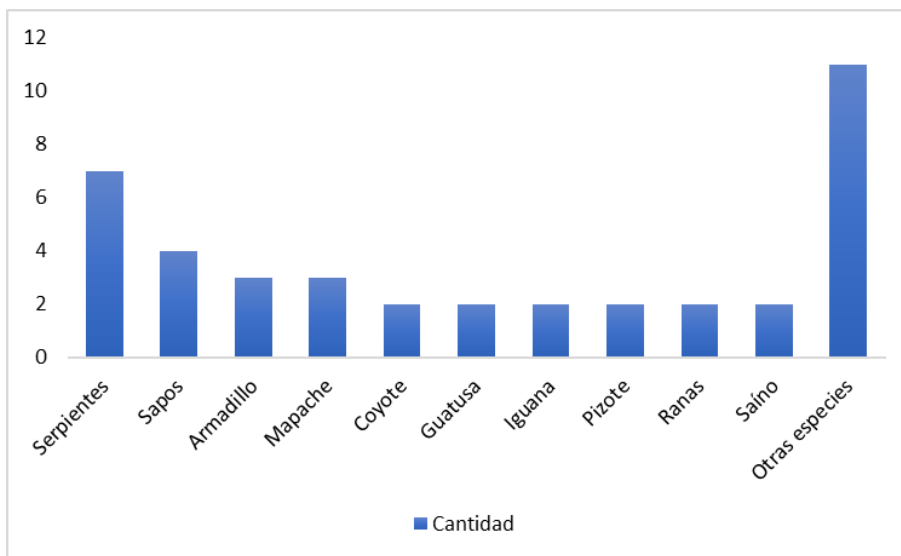


Figura 93. **Animales silvestres cruzando la carretera y/o atropellados, avistados por la población entrevistada en la carretera 2-10-122.**

En cuanto a las especies de animales en las que los entrevistados han notado una disminución en su cantidad según los avistamientos, el 26.67 % de las personas entrevistadas (n=4) mencionó haber percibido una reducción en el número de individuos de distintas especies, mientras que el 73.33 % (n=11) indicó no haber percibido una disminución en algunas especies. Según esto, las especies que principalmente se han visto afectadas son los Venados (40 %), las Serpientes (20 %), los Tepezcuintles (20 %) y las Aves (20 %) (Figura 94).

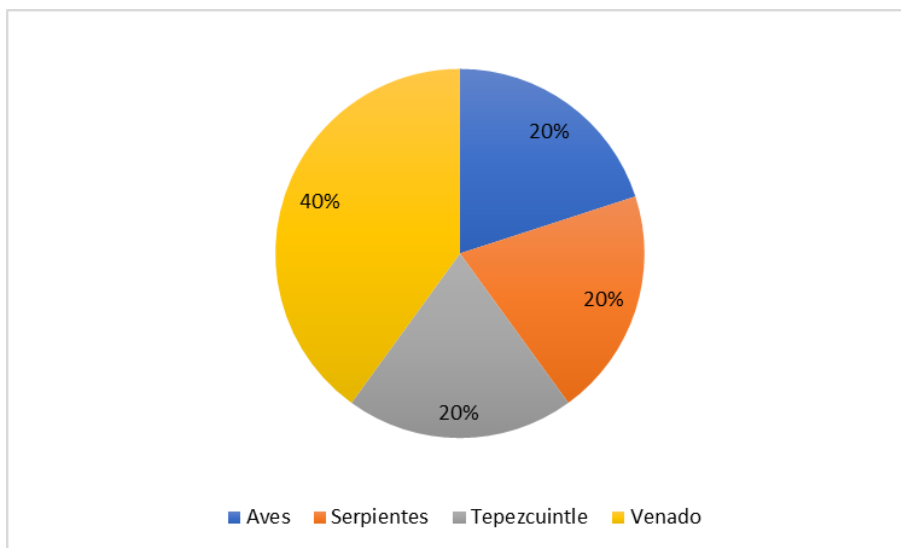


Figura 94. **Porcentaje de animales silvestres en los que se ha notado una disminución de su cantidad según población entrevistada en el camino 2-10-122.**

De la totalidad de las personas encuestadas no todas poseen propiedades circundantes al camino 10-2-122, sin embargo, un 46.67 % de los mismo indicaron que si estarían anuentes a permitir una instalación de paso de fauna en su propiedad. El porcentaje restante no aplicaba o mencionaron que no (Figura 95).

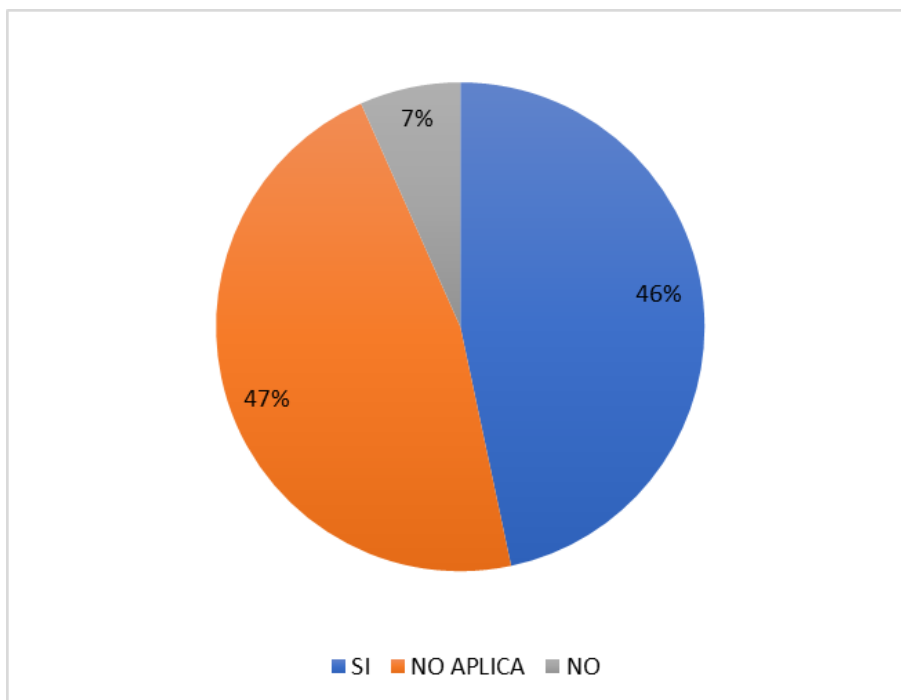


Figura 95. **Porcentaje de personas anuentes a ubicar un paso de fauna en su propiedad en el camino 2-10-122.**



7.5 PUNTOS CALIENTES

Se tomaron los registros de fauna de los distintos métodos de colecta (atropellos, avistamientos y registros indirectos) para los cuatro caminos en estudio con el fin de generar los mapas de puntos calientes, diferenciándolos por grupo faunístico. Debido a la naturaleza de los datos obtenidos durante el periodo de muestreo; donde la mayoría de los registros se presentó en el grupo de anfibios (75 ejemplares) y reptiles (12 ejemplares), el análisis de puntos calientes se centró en la categoría de herpetofauna que agrupa a los anfibios y reptiles, al ser los más representativos en la zona de estudio. Lo anterior, debido a que los grupos faunísticos de las aves y el de los mamíferos, presentaron una baja incidencia de registros, asimismo, en el caso de las aves se deben valorar otras estructuras como barreras y no pasos de fauna, para evitar que sufran colisiones por el tránsito vehicular. En total se presenta la identificación de 11 puntos calientes para los caminos en estudio bajo esta condición. A continuación, se aborda de manera específica los mapas de calor para cada camino cantonal.

7.5.1 Puntos calientes camino 2-10-961

En el camino 2-10-177 se identificaron un total de 3 sectores de calientes (concentración de color rojo), para el grupo de herpetofauna (anfibios y reptiles), que se distribuyen a lo largo del tramo en estudio (Figura 96). La concentración de puntos calientes en este camino se da al inicio y al final del tramo en estudio, zona que presenta una topografía variable y una superficie de rodamiento en asfalto. El camino 2-10-961 es un importante sitio de acceso a hotelería tipo resort como es el caso de The Springs Resort and Spa, por lo que es usual el tránsito de turistas y de personas propietarias de fincas cercanas que utilizan la ruta para su movilización diaria o desarrollo de trasiego vinculado a actividades agropecuarias. A partir de los 10 recorridos realizados en este tramo se registraron un total de 60 vehículos, lo que corresponde en promedio a 6 vehículos por recorrido, siendo menor en comparación al camino 2-10-177 al ser un camino con menor uso turístico, pero más enfocado a usuarios locales.

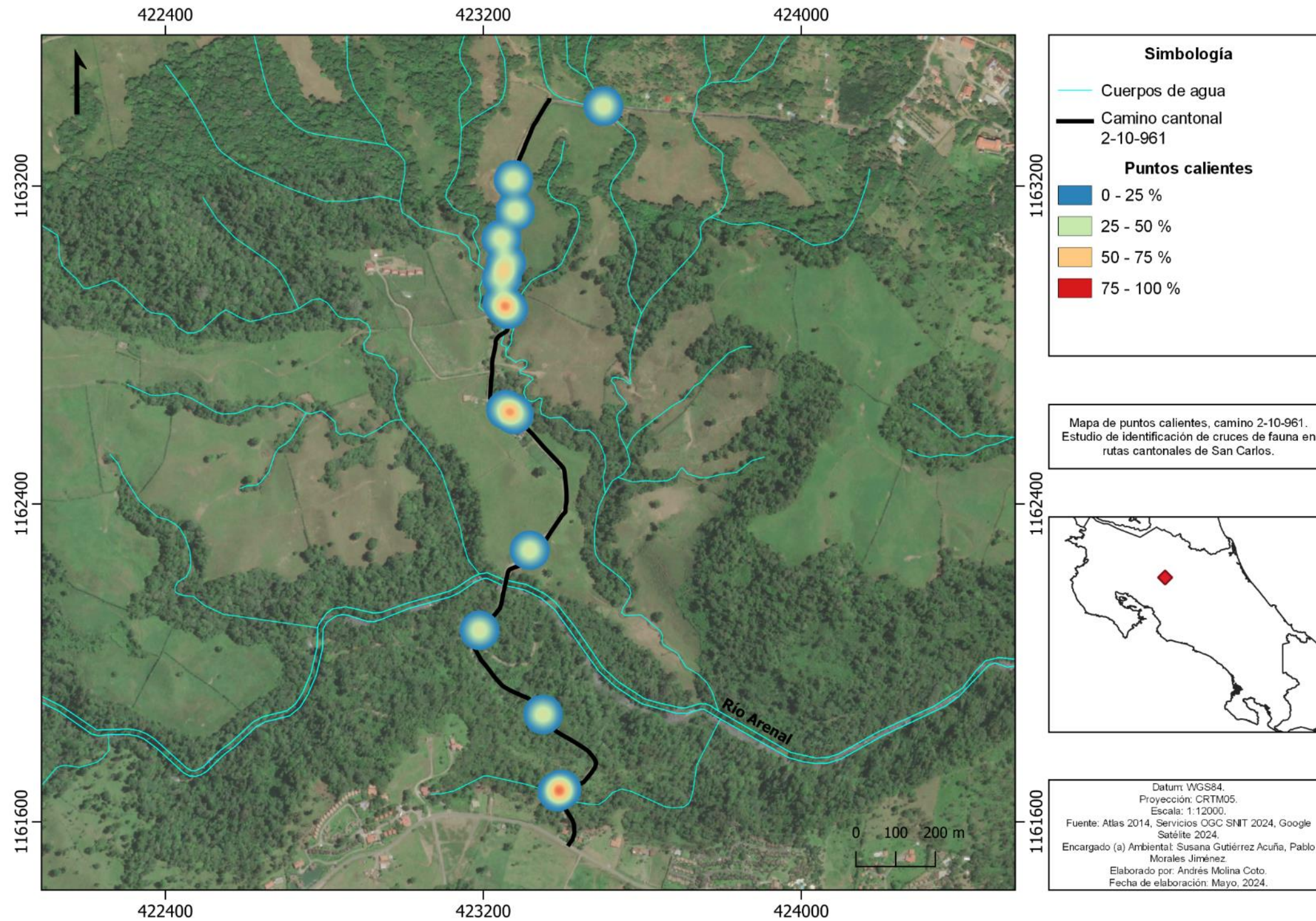


Figura 96. Mapa de puntos calientes, camino 2-10-961.

7.5.2 Puntos calientes camino 2-10-177

En el camino 2-10-177 se identificaron un total de 4 puntos calientes (concentración de color rojo), para el grupo de herpetofauna (anfibios y reptiles), que se distribuyen a lo largo del tramo en estudio (Figura 97). Para este camino los sitios calientes se concentran principalmente en la primera mitad de la ruta cantonal, sitio que se caracteriza por presentar una superficie de rodamiento en adoquines, rectas más pronunciadas y una topografía relativamente plana. Este camino representa la principal ruta de acceso al atractivo turístico de Catarata La Fortuna por lo que se genera un constante flujo vehicular de particulares y entes operadores de transporte colectivo de turistas; a partir de los 10 recorridos realizados en este tramo se registraron un total de 167 vehículos, lo que corresponde en promedio a 17 vehículos por recorrido.

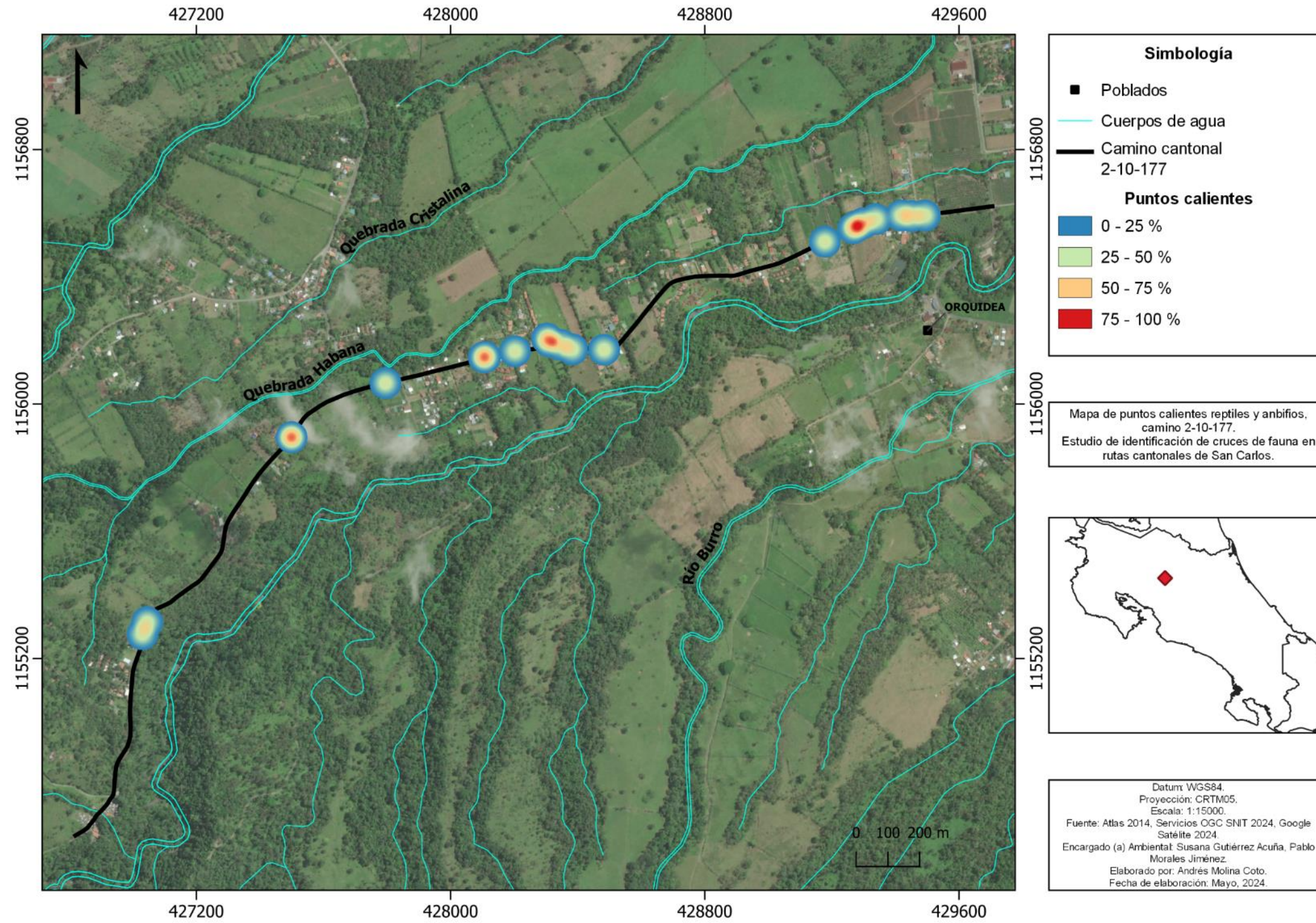


Figura 97. Mapa de puntos calientes camino 2-10-177.

7.5.3 Puntos calientes camino 2-10-009

Para el caso del camino 2-10-009 se presentan dos principales zonas de puntos calientes para la agrupación de anfibios y reptiles que se concentran al inicio del tramo de estudio (cerca del centro de Pénjamo) y en la sección final del tramo sobre una quebrada intermitente camino a la UTN (Figura 98). El camino en su totalidad presenta una superficie de rodamiento tipo asfalto y para el caso de puntos calientes, se registra la cercanía de cuerpos de agua y presencia de rectas más pronunciadas donde la topografía tiene una pendiente que aumenta en dirección a la UTN. Los principales usuarios de este camino se identifican como personas propietarias de fincas en la periferia o particulares y vehículos de comercio que utilizan el camino como una ruta alterna en dirección a Zarcerro. A partir de los 10 recorridos realizados en este tramo se registraron un total de 18 vehículos, lo que corresponde en promedio a 18 vehículos por recorrido.

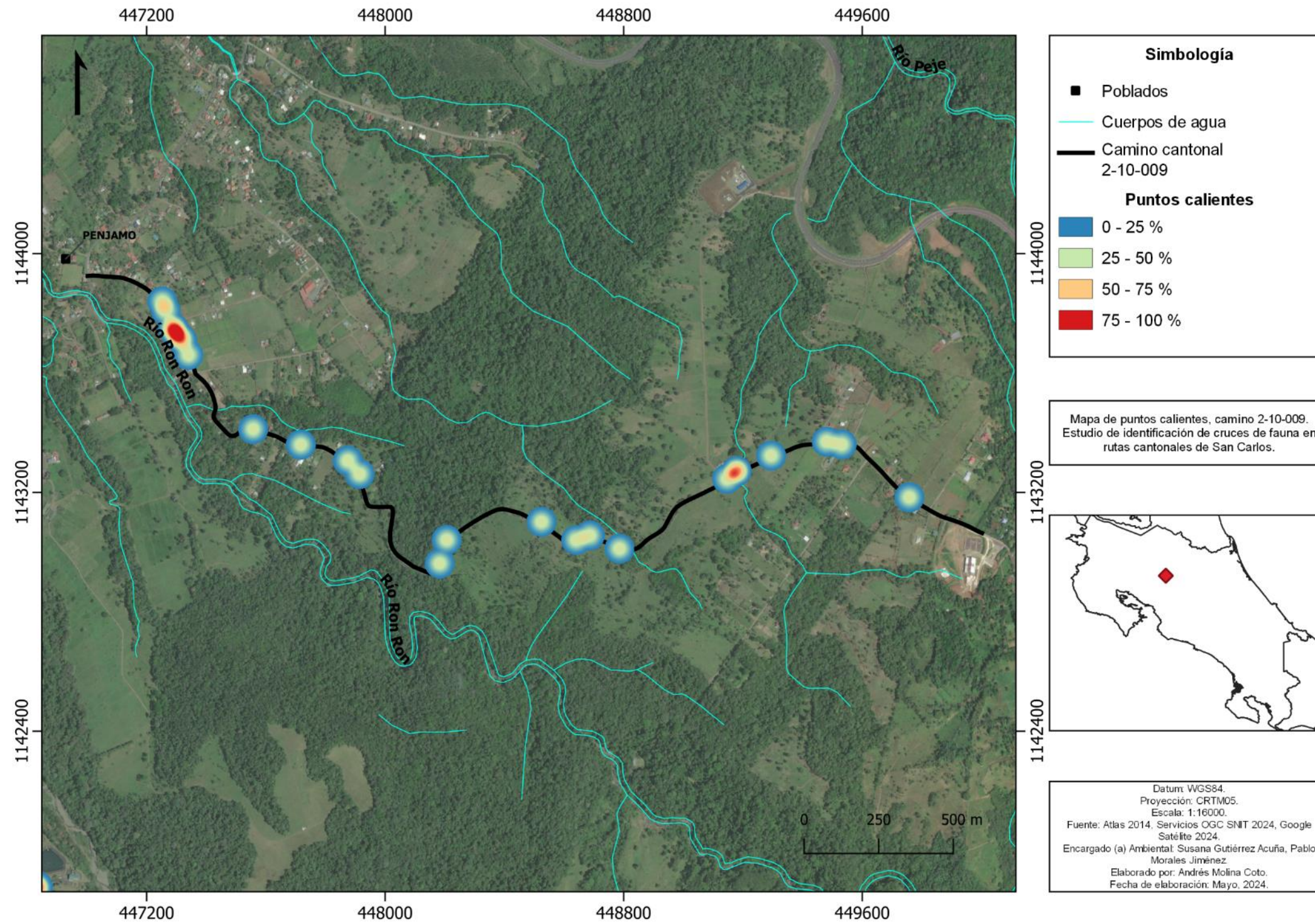


Figura 98. Mapa de puntos calientes, camino 2-10-009.

7.5.4 Puntos calientes camino 2-10-122

El camino 2-10-122 presenta 2 sectores calientes (concentración de color rojo), para el grupo de herpetofauna (anfibios y reptiles), que se concentran en la primera sección del tramo en estudio (Figura 99 y Figura 100). La zona de concentración presenta una sección del camino con superficie de rodamiento en asfalto, mientras que el resto de este se presenta en lastre, predominando el aumento de pendiente conforme se avanza en dirección a La Culebra y la topografía abrupta por efecto de la pendiente existente al margen del cauce del río La Vieja. Este camino presenta un uso vinculado principalmente a la movilización de personas propietarias de fincas en la zona, así como para trabajadores de COOPELESCA debido a que parte de la infraestructura operativa de esta cooperativa se encuentra al margen del 2-10-122. Sin embargo, se presenta un flujo turístico o de recreación limitado debido a que transitan algunos ciclistas y cuadríciclos a través de la ruta de lastre, así como por la existencia de un acceso a una catarata en la mitad del camino. A partir de los 10 recorridos realizados en este tramo se registraron un total de 75 vehículos, lo que corresponde en promedio a 7 vehículos por recorrido, siendo ligeramente mayor en comparación al camino 2-10-009, posiblemente por el estado de la ruta cantonal donde se destaca la superficie de rodamiento en lastre en la mayor parte del tramo.

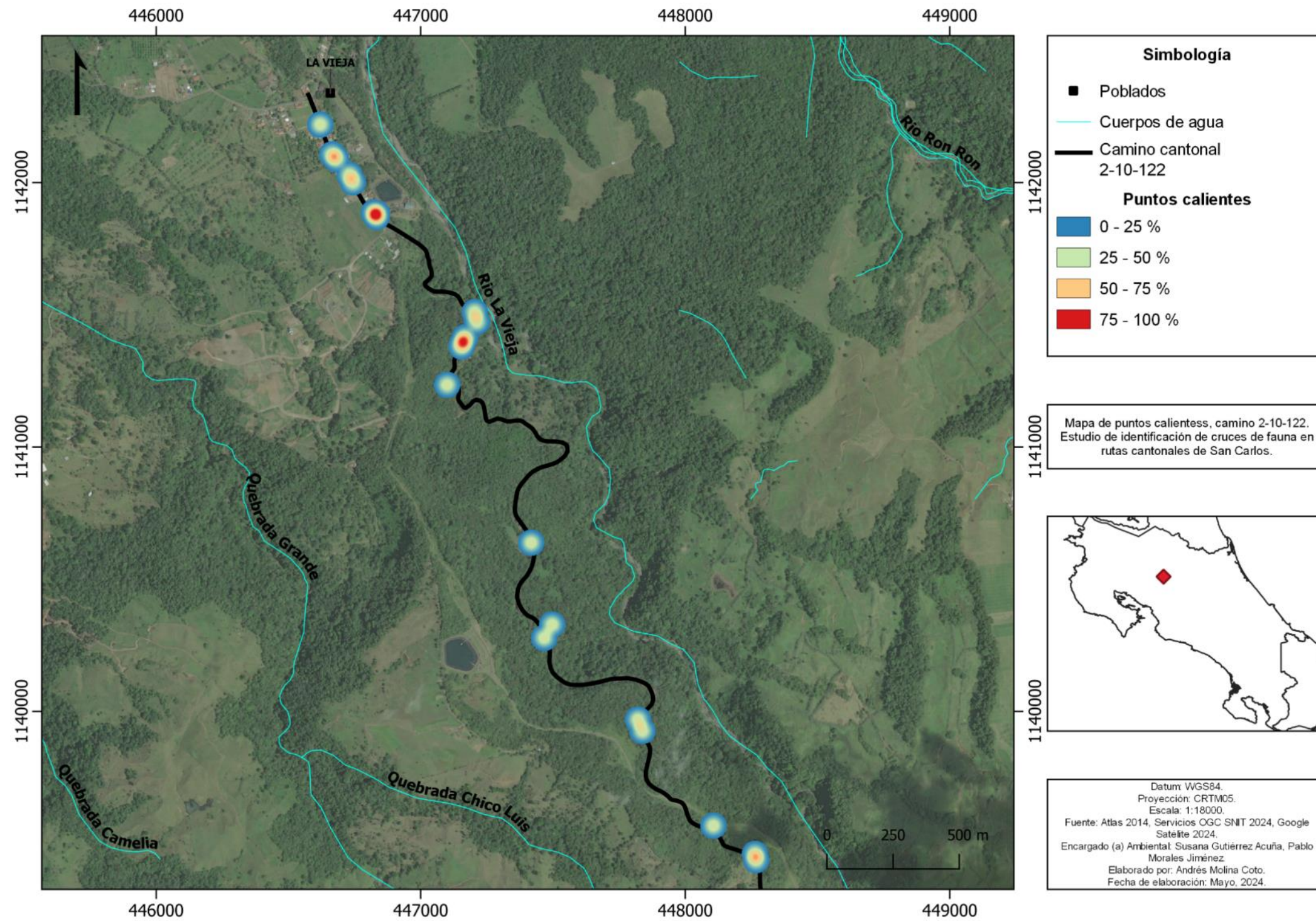


Figura 99. Mapa de puntos calientes, camino 2-10-122 primera sección del tramo.

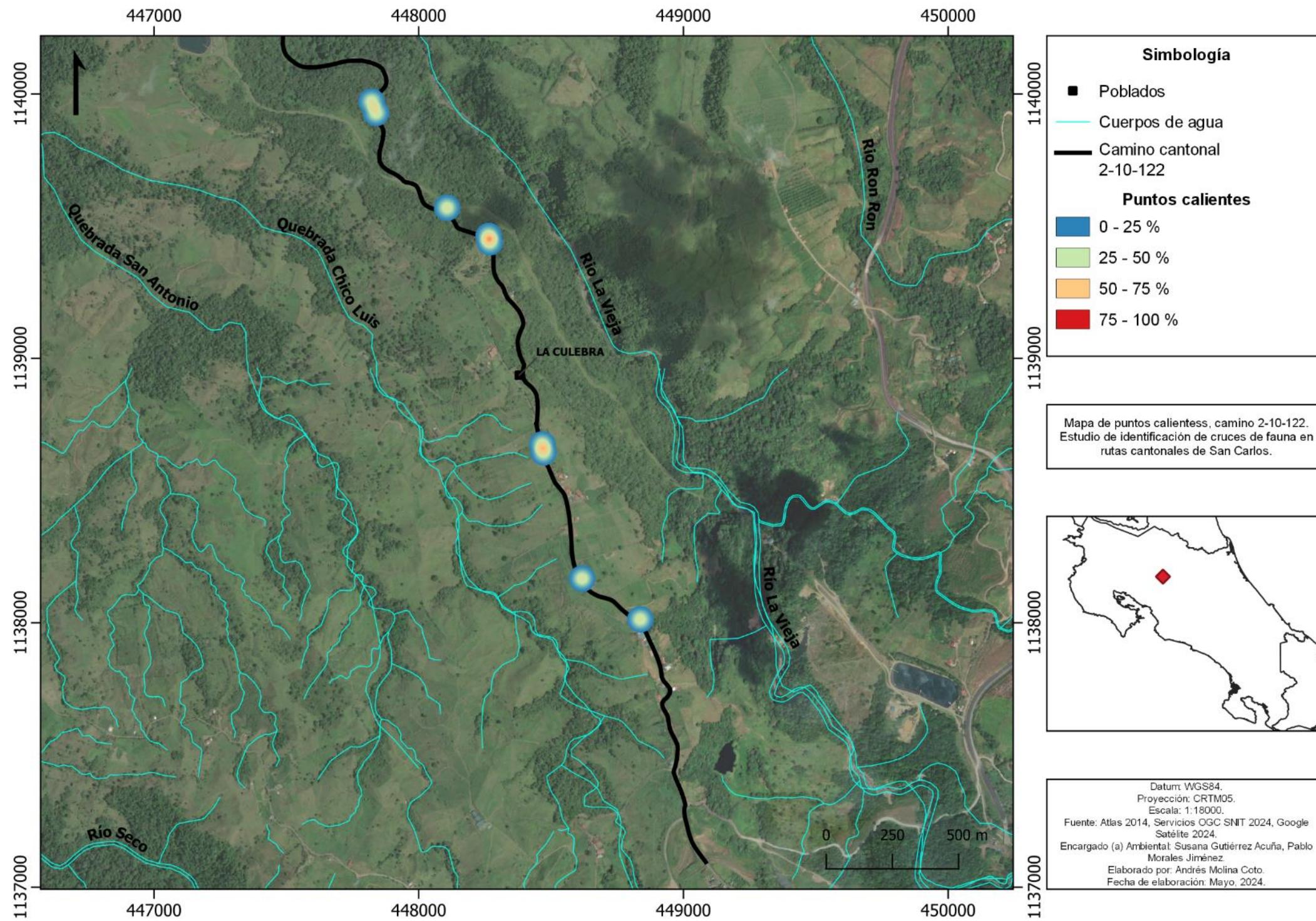


Figura 100. Mapa de puntos calientes, camino 2-10-122 segunda sección del tramo.



8 MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA LAS MUERTES DE FAUNA SILVESTRE EN LOS CUATRO CAMINOS CANTONALES EN ESTUDIO

En el área de estudio se recomiendan 38 medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre en los cuatro caminos en estudio, divididos en 12 reductores de velocidad, 9 pasos inferiores exclusivos, 8 pasos aéreos, 2 franjas o bandas alertadoras, 1 adaptación de puente y 6 adaptación de alcantarilla (Cuadro 22). Las especificaciones y descripción de cada medida, con su ubicación geográfica en coordenadas CRTM05, diseño, tamaño y especies de fauna silvestre se presenta en el Anexo 2.

Cuadro 22. Distribución de las medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre en rutas cantonales en el cantón de San Carlos

Camino	Cantidad de medidas de mitigación						Total
	Adaptación alcantarilla (Paso inferior mixto)	Adaptación puente	Franjas o bandas alertadoras	Paso aéreo	Paso inferior exclusivo	Reductor velocidad	
2-10-961	1	1	1	2	4	2	11
2-10-177	1			2	2	6	11
2-10-009	3			2	1	2	8
2-10-122	1		1	2	2	2	8
Total	6	1	2	8	9	12	

Fuente: Equipo consultor, 2024.

8.1 Ubicación de las medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre en los cuatro caminos cantonales en estudio

A continuación, se presenta la ubicación de las medidas por cada uno de los cuatro caminos en estudio (2-10-961, 2-10-177, 2-10-009 y 2-10-122), en las Figuras 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108 y 109.

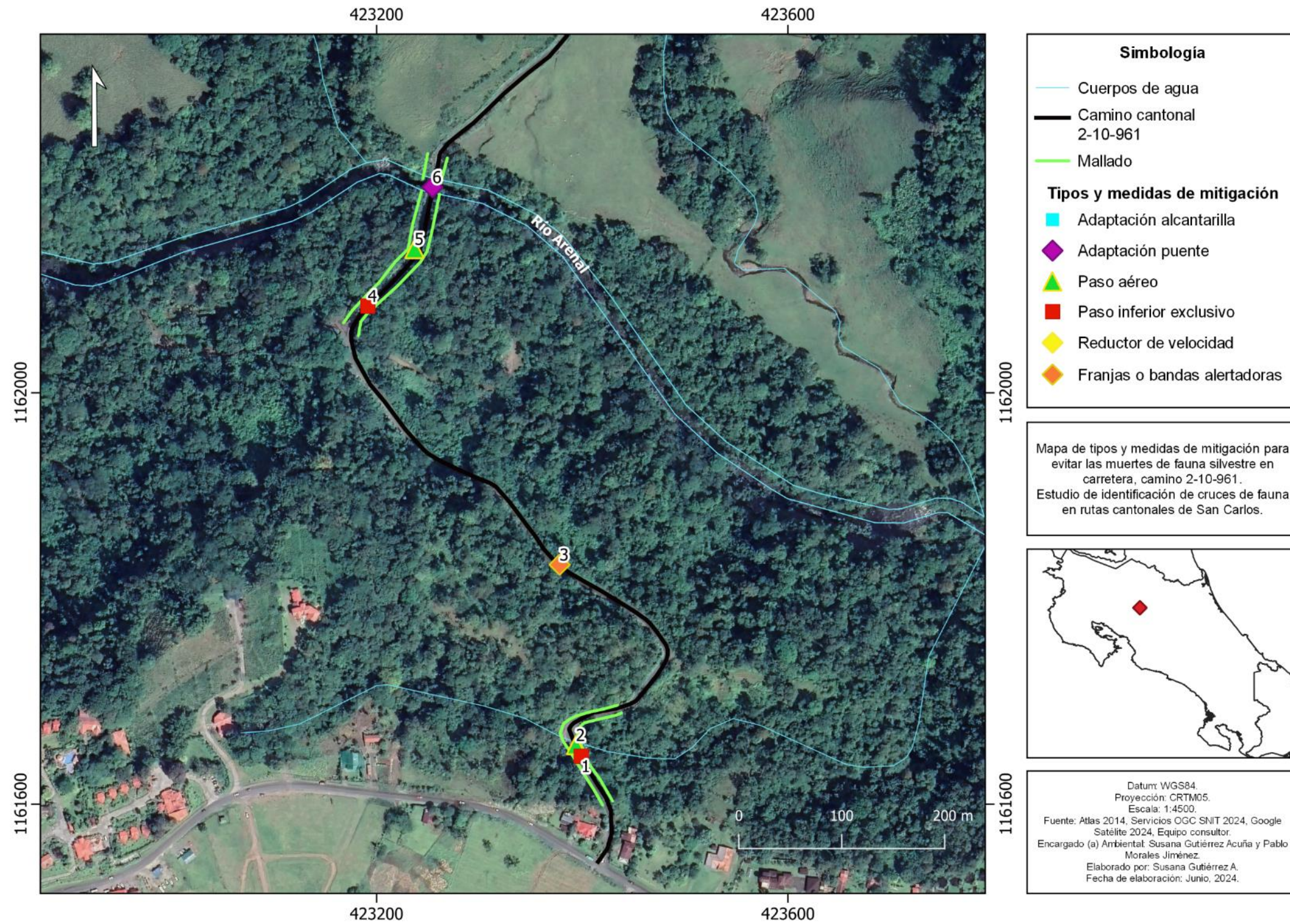


Figura 101. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-961 primera sección del tramo en estudio.

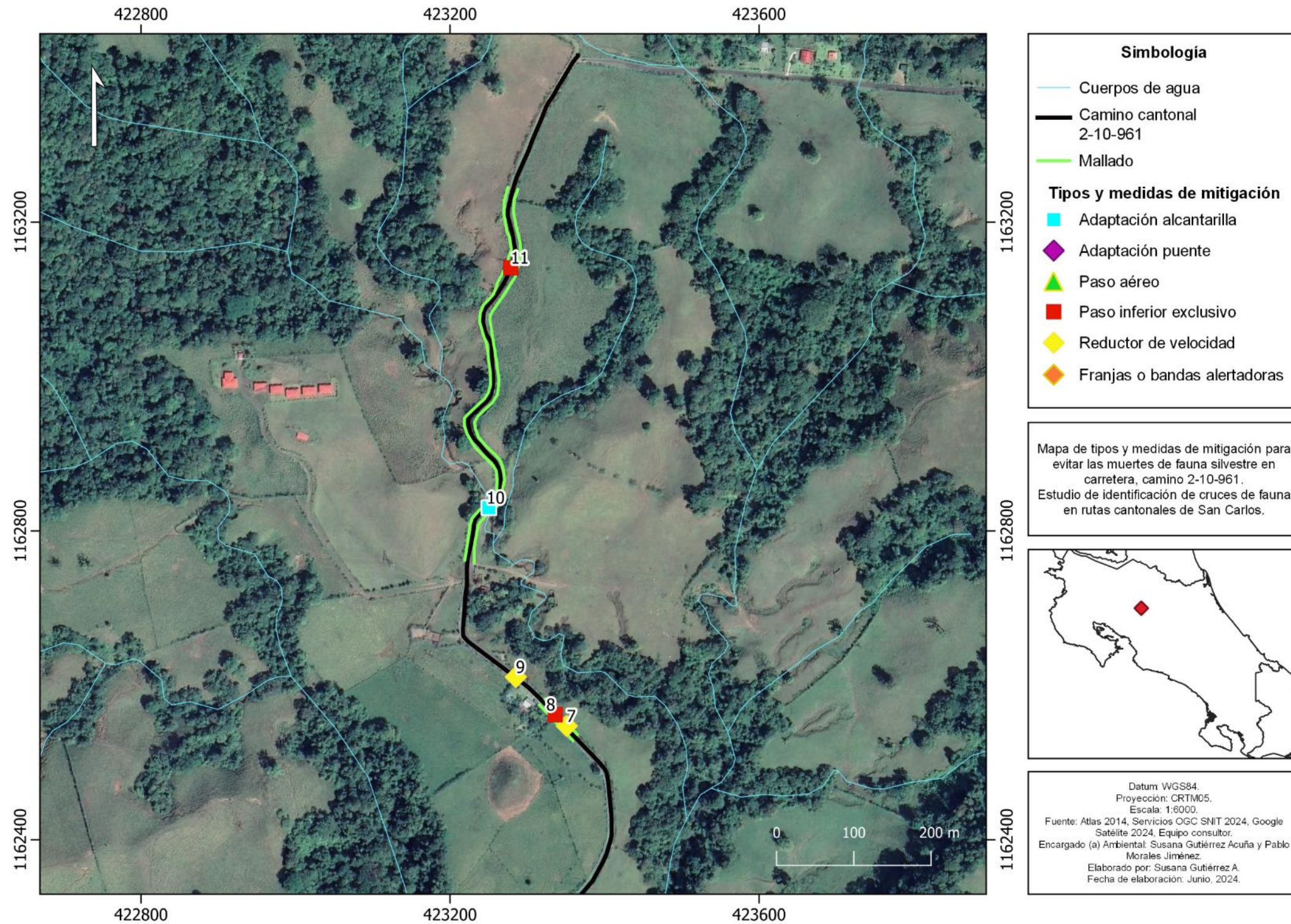


Figura 102. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-961 segunda sección del tramo en estudio.

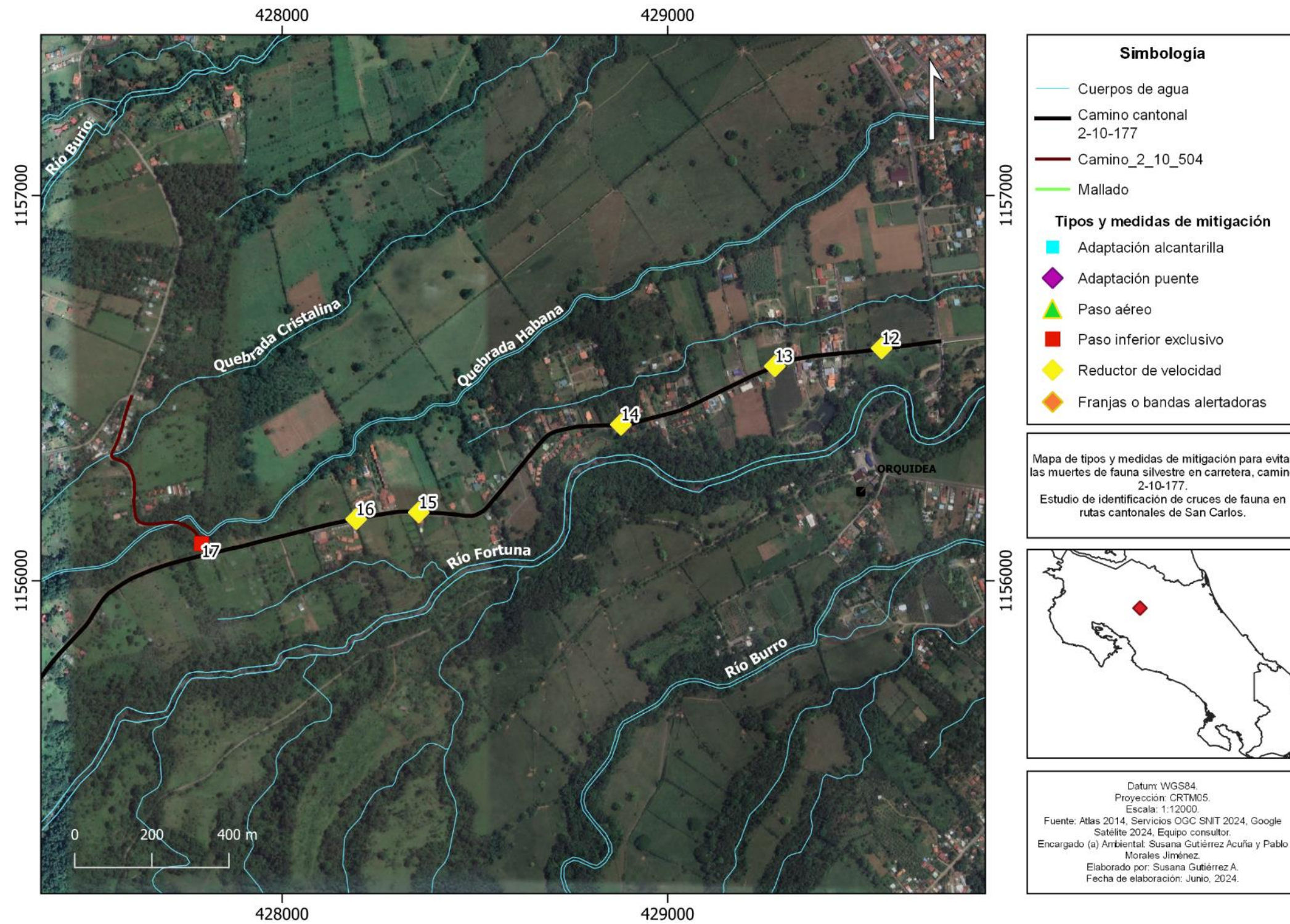


Figura 103. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-177 primera sección del tramo en estudio.

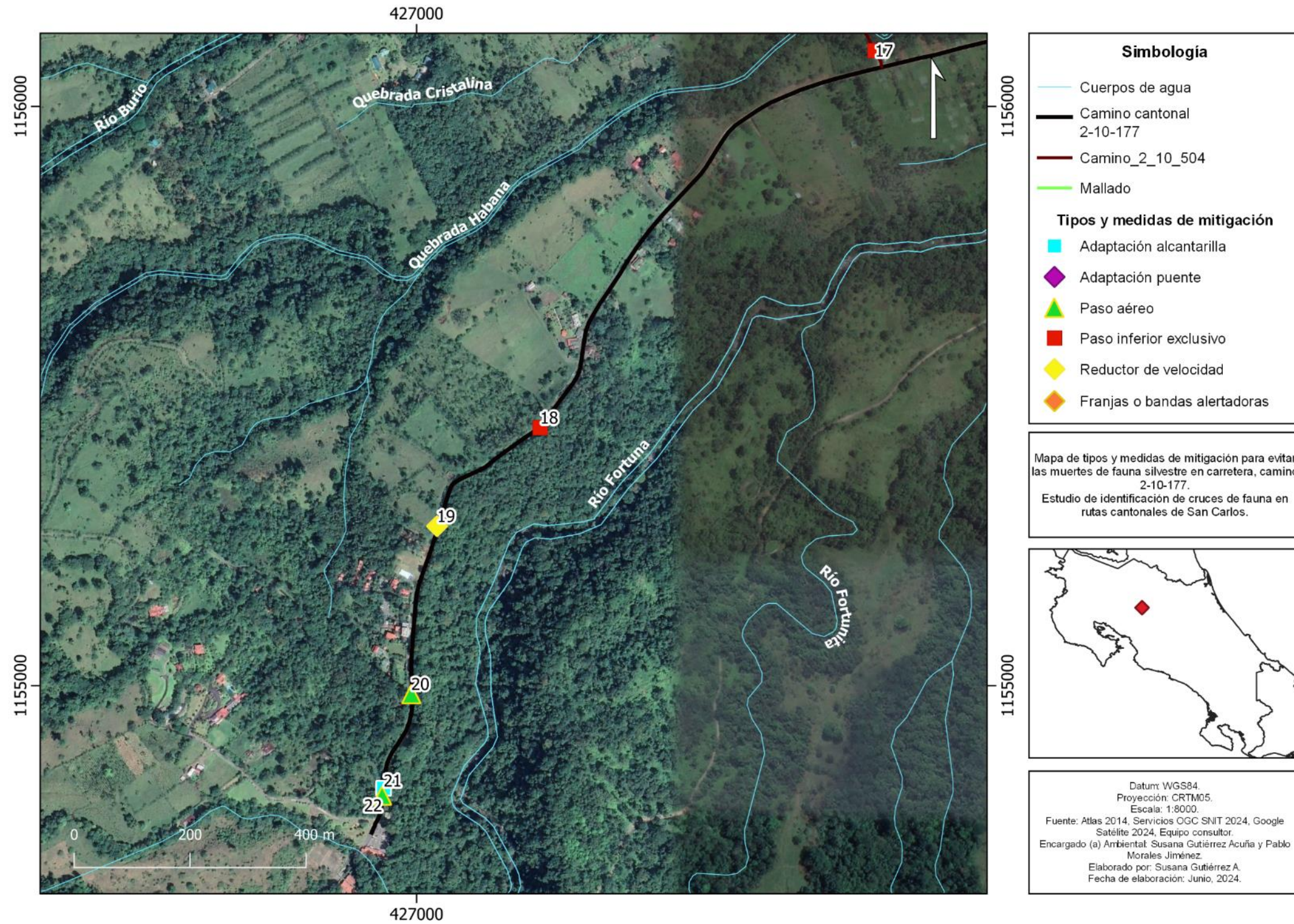


Figura 104. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-177 segunda sección del tramo en estudio.

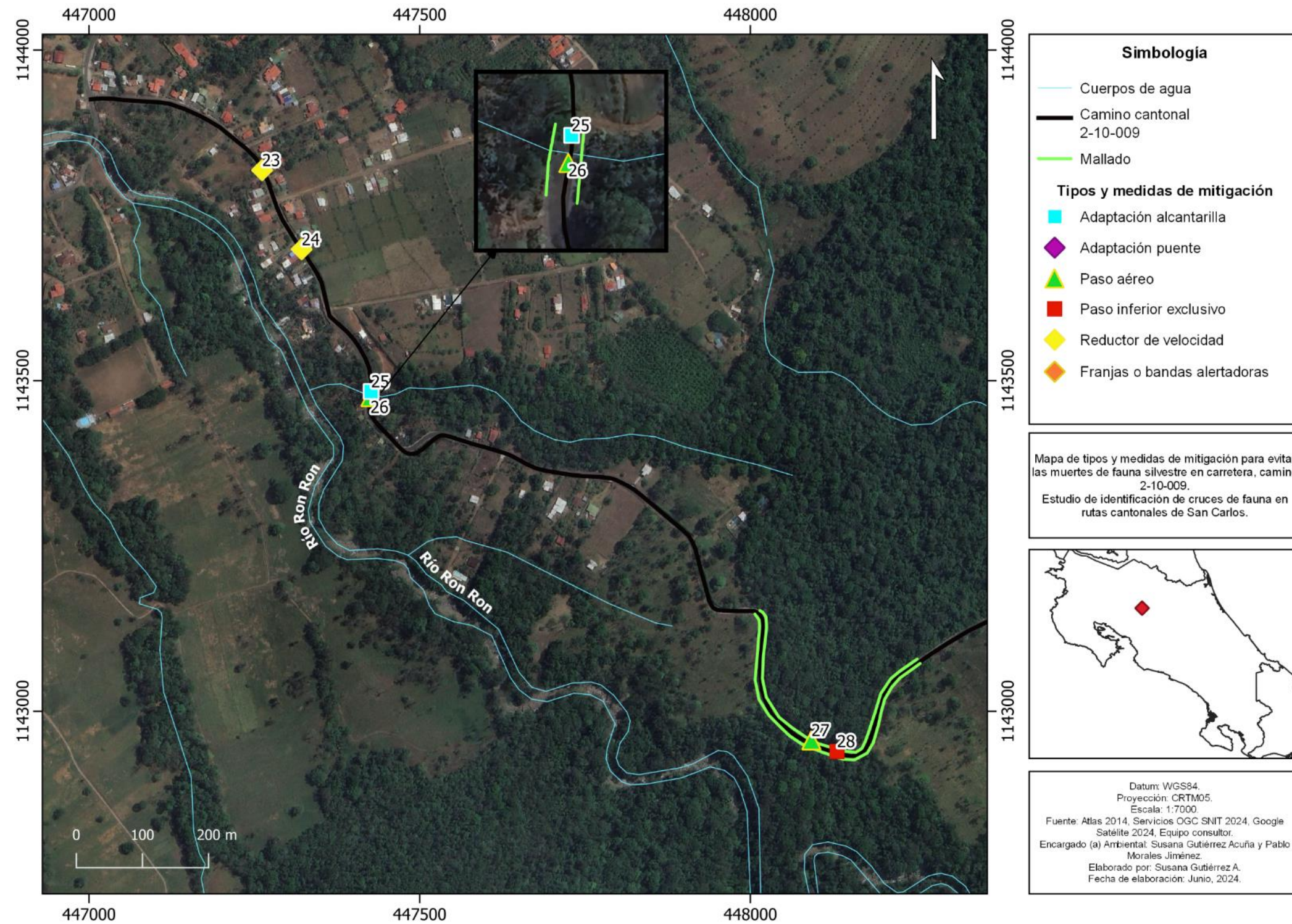


Figura 105. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-009 primera sección del tramo en estudio.

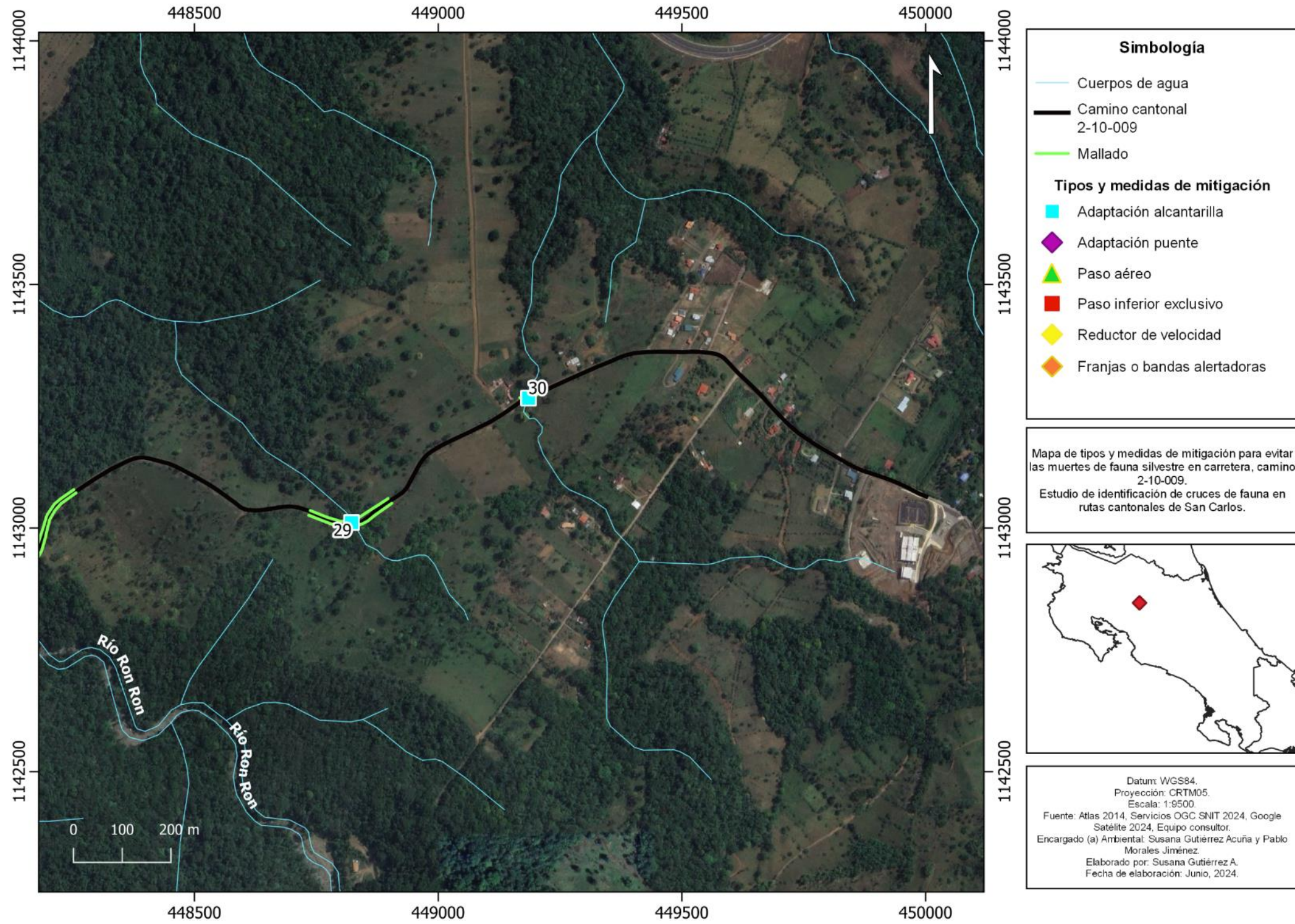


Figura 106. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-009 segunda sección del tramo en estudio.

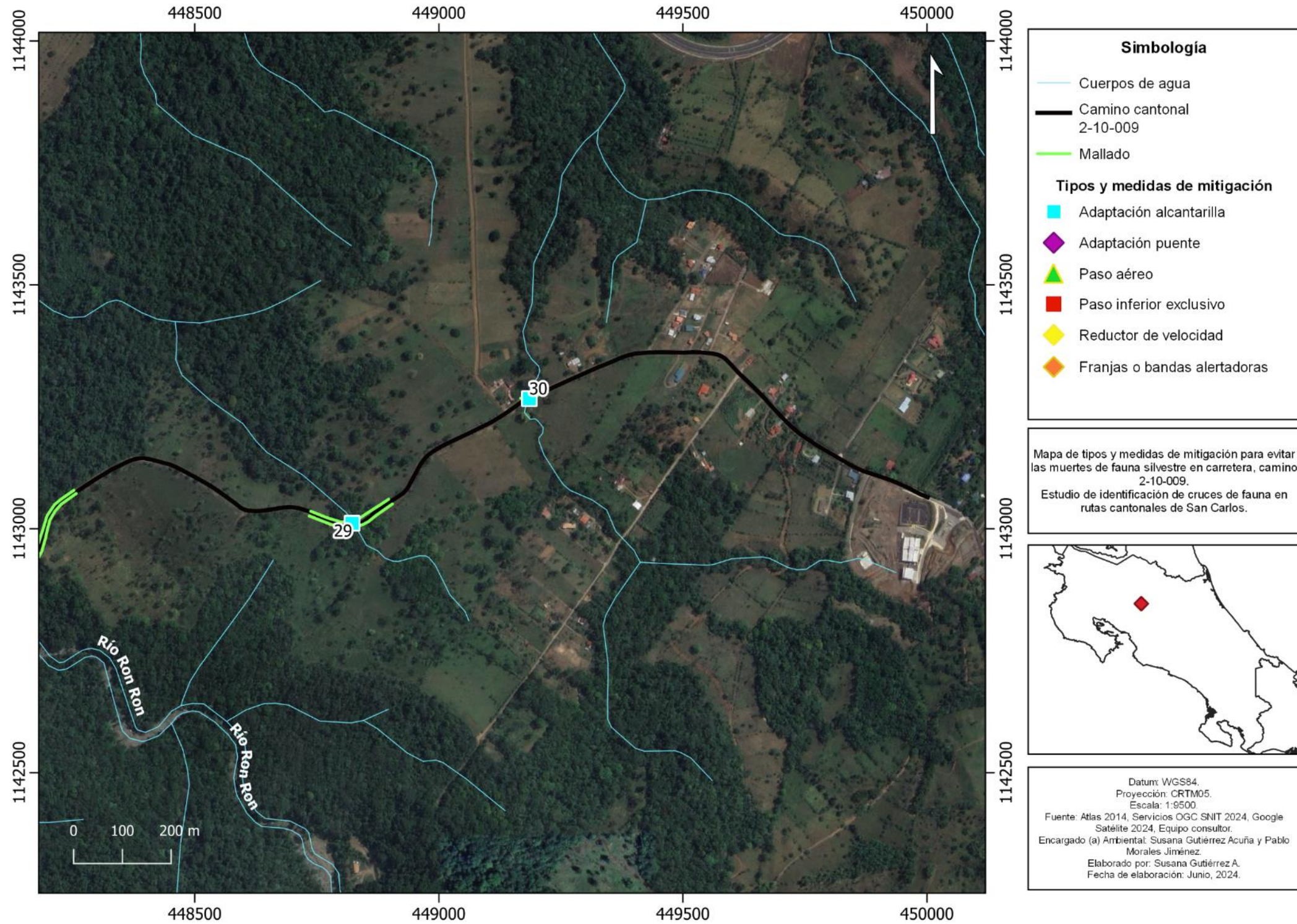


Figura 107. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-009 segunda sección del tramo en estudio.

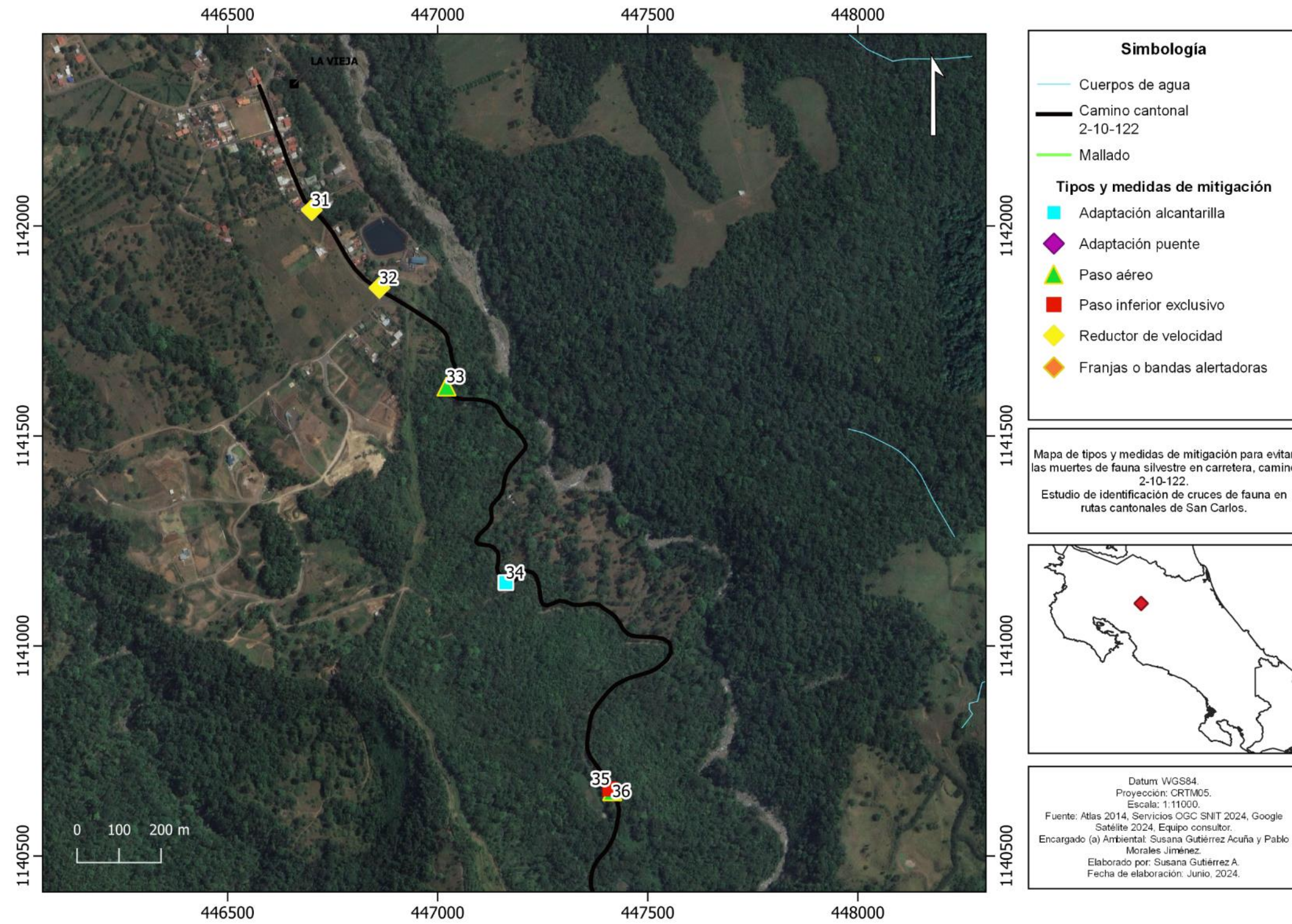


Figura 108. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-122 primera sección del tramo en estudio.

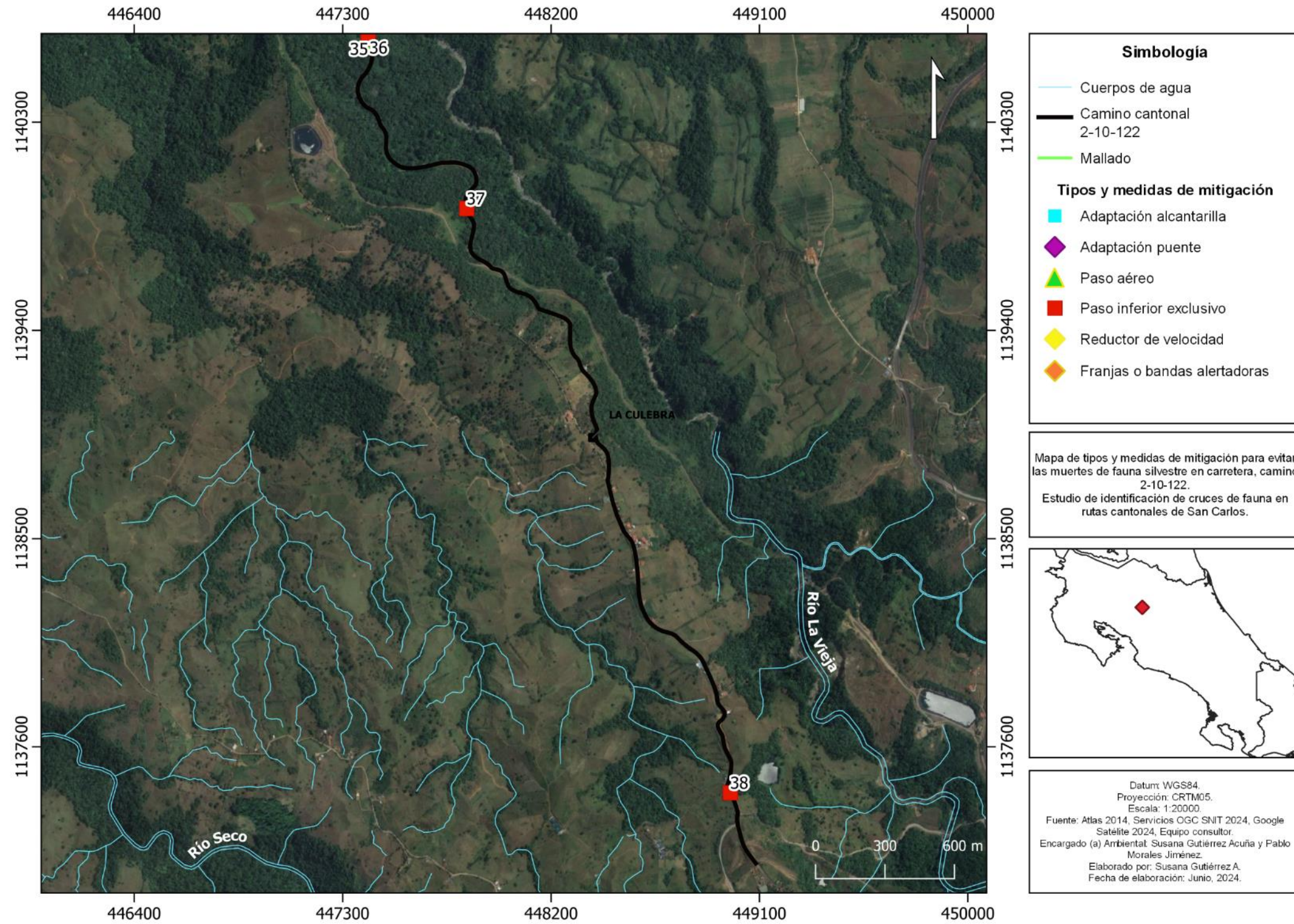


Figura 109. Mapa de ubicación de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre, camino 2-10-122 segunda sección del tramo en estudio.

8.2 Diseño para los pasos de fauna a proponer en el área de estudio

En el presente apartado, se genera una sistematización de las características de los tipos de pasos de fauna que se podrían proponer para el área de estudio que comprende los cuatro caminos cantonales de San Carlos, sin embargo, se aclara que las especificaciones de los pasos se ampliarán una vez finalice el trabajo de campo y se haya generado el análisis integral de esta contratación.

8.2.1 Pasos inferiores (mixtos)

Se trata de alcantarillas existentes o por construir que tendrán una modificación en el diseño con el fin de adaptarse para servir como paso de animales. Las dimensiones de alcantarillas y altura de pasarelas dependerán de cálculos hidráulicos, que deben ser realizados por un profesional en ingeniería civil.

Dimensiones: Las dimensiones de cada estructura se encuentran en función de los cálculos hidráulicos. La mayoría de las alcantarillas existentes a ser utilizados como pasos de fauna tendrán que ser ampliados para cumplir con los criterios hidráulicos y ambientales.

La adaptación para fauna se dará en las pasarelas a ambos lados del curso fluvial que tendrán un ancho mínimo de 0,5 metros, mientras que la altura de estas estará en relación con los cálculos hidráulicos para cada estructura. La superficie de la pasarela deberá tener una textura que facilite el paso de los animales, se deberá evitar superficies totalmente lisas, a cambio deberá tener algún tipo de rugosidad.

La altura de cada estructura será determinada tomando como referencia las especies que se han registrado en la zona, las esperadas, así como el ancho de la vía, sin embargo, esta condición varía para cada estructura. Los pasos deberán contar con rampas de acceso de acuerdo con el relieve presente, la pendiente recomendada de las rampas de acceso a las banquetas laterales es de máximo 45°, prefiriéndose ángulos de 30° o menores.

Mallado: cada paso debe llevar una malla que direcciona los animales hacia la estructura e impida el ingreso de la fauna a la carretera. Esta malla debe ir enterrada 30 cm mínimo para evitar que pasen animales que tienen la habilidad de excavar, además las longitudes de la malla para cada lado de la carretera dependen de las condiciones biofísicas del sitio de instalación del paso de fauna. La malla debe ser de densidad progresiva, en caso de que no se pueda adquirir este tipo de material, se presenta como alternativa utilizar malla ciclón en alambre de 3.05 mm (calibre N°10) con la abertura máxima de 25x25mm (1"x1"), en paño de 2,5 metros de altura, o malla galvanizada con aluminio (debe cumplir CR-2020; 710.02 -ASTM-A-584) o galvanizada con zinc (debe cumplir con ASTM-A-641) (DGIT, 2023) (ver Figura 22), Además, se recomienda que se le debe hacer una curvatura en la parte de arriba para evitar que un animal que la escale logre atravesarla.

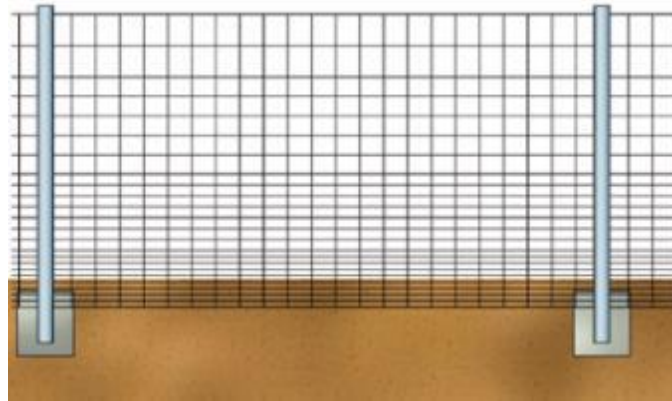


Figura 110. Ejemplo de malla de densidad progresiva.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015

Mantenimiento: dar limpieza para evitar que haya ramas, sedimentos u otro objeto que imposibilite el paso para la fauna local. Mantener un monitoreo de las salidas del agua del drenaje con el fin de evitar un posible socavamiento y que esto genere barreras para los animales para llegar hasta el objetivo.



Figura 111. Ejemplo de drenaje adaptado para el paso de fauna. Se observan las pasarelas a ambos lados del curso de agua. Izquierda: Chilamate- Vuelta Kooper (ruta 4), Derecha: Playa Naranjo-Paquera (ruta 160).

Fuente: MOPT, PANTHERA COSTA RICA, 2021

8.2.2 Pasos superiores

Se trata de pasos para uso de animales con hábitos arborícolas, y estarán ubicados en las coordenadas indicadas ± 50 metros, garantizando que se encuentre dentro de la zona de conectividad planteada.

Dimensiones: Para el caso de pasos de fauna a establecer en caminos con un ancho menor a 20 m o en algunos casos menor a 15 m (dependiendo las condiciones de cada sitio); se puede utilizar anclaje a los árboles dispuestos en cada extremo de la red vial, conectados por un sistema de mecate de polietileno de



al menos 25 mm. Para el caso de caminos donde el ancho de la red vial sea mayor a 15-20 m se debe utilizar una estructura construida con dos cables de acero que soporten una malla tipo ciclón que conforma el piso para el paso de los animales y a los cuales se colocan tirantes verticales sujetos de otros dos cables superiores de acero y estos deben ir anclados a dos postes, uno a cada lado de la carretera. En ambos casos es recomendable que los pasos aéreos se coloquen lejos del tendido eléctrico para evitar que la fauna utilice el cableado como medio de paso entre parches de bosque.

Para el caso de pasos aéreos donde se utilice como material base el mecate de polietileno, estos se deben anclar a árboles en extremos de la red vial donde se identifiquen zonas boscosas fragmentadas; utilizando ejemplares leñosos durables, es decir se debe evitar el anclaje a árboles de madera suave como es el caso del guraumo (*Cecropia sp.*) o la balsa (*Ochroma pyramidale*) (Rodríguez *et al.*, 2023). Asimismo, para aumentar la probabilidad de uso por parte de fauna silvestre, se deben amarrar los pasos a al menos diez metros adentro del borde del sector boscoso (Rodríguez *et al.*, 2023).

Entre los principales tipos de pasos de fauna que utilizan como material de base el mecate de polietileno, se presentan los simplificados como el de una sola cuerda, estos son para distancias cortas de 5 a 7 m donde las ramas abarcan parte de la carretera (Figs. 25 y 26). También se pueden diseñar pasos en forma de escalera vertical u horizontal, los animales prefieren diseños verticales, donde las uniones entre las cuerdas pueden elaborarse con tubos de PVC (Fig. 24), cable eléctrico o con el mismo mecate de polietileno (Figs 26 y 27). Otras alternativas son los de tipo hamaca o canasta, en el cual se colocan dos o tres cuerdas de manera entrelazada construida con malla plástica y sujeta a dos o tres líneas de mecate plástico (también se puede utilizar cable eléctrico de desecho) (Rodríguez *et al.*, 2023). Para todos estos pasos es indispensable que queden tensos, lo que evita la pérdida del equilibrio o la estabilidad a los animales que lo usen, ya que cuando un único animal los cruza no hay tanto problema, pero debemos pensar en toda una tropa cruzando al mismo tiempo, o bien, en temas de viento o la succión de vehículos cuando pasan por debajo. De igual forma, para todos los pasos superiores se recomienda una distancia mínima de 7m de altura desde la calzada, cumpliendo con la altura reglamentaria (5.5m) pero evitando afectación por otros temas relacionados a la circulación de los vehículos.



Figura 112. Ejemplo de materiales y construcción de pasos aéreos con material base mecate de polietileno y uniones de tubo PVC, carretera ruta 1 sección Cañas-Limalom.

Fuente: Biol. Susana., 2022

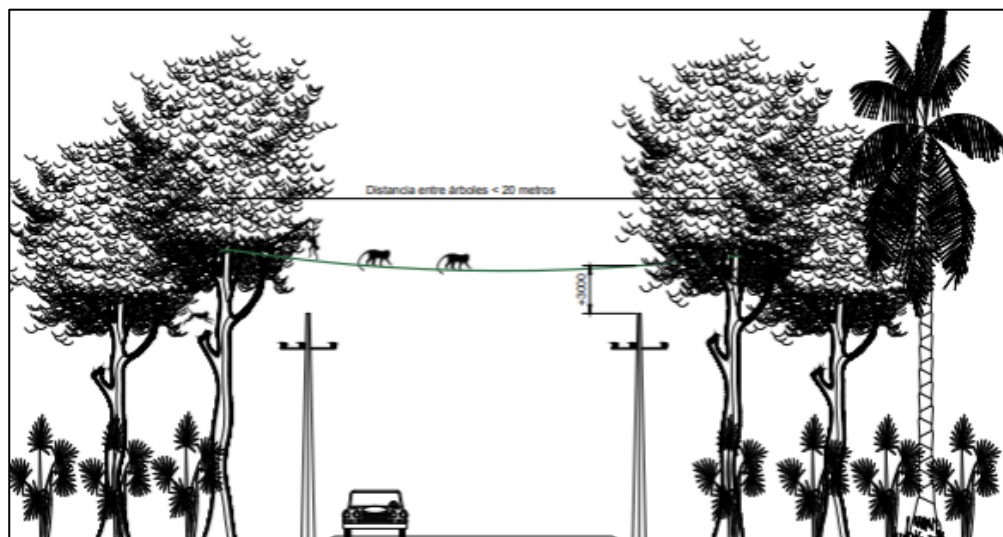


Figura 113. Detalle de modelo de construcción de pasos aéreos con material base mecate de polietileno.

Fuente: ICE, 2016



Figura 114. Fauna silvestre utilizando pasos aéreos con material base mecate de polietileno. Izquierda: con una sola cuerda. Derecha: tipo escalera vertical.

Fuente: Rodríguez *et al.*, 2023.



Figura 115. Fauna silvestre utilizando pasos aéreos, tipo escalera vertical construido a partir de cable eléctrico de desecho.

Fuente: Gutiérrez *et al.*, 2022.



Figura 116. **Fauna silvestre utilizando pasos aéreos, tipo escalera vertical construido a partir de cable eléctrico de desecho.**

Fuente: **Gutiérrez et al., 2022.**

Para el caso de pasos de fauna aéreos donde se necesite cubrir una distancia mayor entre masas boscosas, por ejemplo, zonas donde la distancia sea mayor a 20m o carreteras de cuatro carriles, se toman en cuenta las siguientes especificaciones, ya que se necesita de una estructura que brinde mayor soporte debido a la amplitud del paso. Para este tipo de pasos aéreos, se colocarán dos postes a cada extremo de la calzada para soportar la estructura mencionada, estos postes tendrán la altura necesaria según la topografía del lugar, siempre y cuando se respete una altura sobre la calzada de 7 metros como mínimo. Cada poste llevará un anclaje, el cual evita que los pasos pierdan tensión con el tiempo, además de mantener el poste en su ubicación adecuada. La estructura se construirá con dos cables de acero que soportan una malla tipo ciclón que conforma el piso para el paso de los animales y a los cuales se colocan tirantes verticales sujetos de otros dos cables superiores de acero.

Los soportes triangulares de hierro, los separadores del sistema y cualquier perno, crucero y demás de metal; son galvanizados en caliente, bajo la norma ASTM A123. Esto le da una gran longevidad por su elevada resistencia a la corrosión, mayor durabilidad y bajo mantenimiento.

De la base de altura de cada extremo se prolongará la malla del paso hasta los árboles más cercanos, así mismo se colocarán al menos 3 tirolesas de entrada/salidas dirigidas a la vegetación arbórea colindante. Tanto las tirolesas como la malla deben contar con un nudo tipo switch que soporte cierto peso específico para que en caso de que la rama o el árbol se caiga se desprenda automáticamente, evitando daños en la infraestructura del paso superior o de terceros. También es importante colocar protección en los sitios de nudos en la vegetación para no generar un daño a los árboles.

Para proteger la infraestructura contra descargas eléctricas, cada poste debe contar con un cable de cobre desnudo que una a los cables angulares de soporte en el poste en el extremo superior y en el extremo inferior a una varilla Cooperwell de 1/2" y 2.40 metros de largo. (Leiva, 2016; Rojas 2016).

Se deben analizar posibles interferencias con el tendido eléctrico en las zonas de ubicación de los pasos aéreos, ya que en algunas ocasiones imposibilita la colocación del mismo. Aun así, si se produjera alguna interferencia se deberá revisar de manera previa con la empresa correspondiente.



Figura 117. Ejemplo de pasos aéreos, se observan los postes con soporte, conexión hacia los árboles y anclaje de 3 tiroleras, carretera ruta 1 sección Cañas-Limonal.

Fuente: Biol. Susana., 2022



**Figura 118. Ejemplo de pasos aéreos, paso triangular con base de malla, carretera ruta 35, sección
Florencia-La Abundancia y ruta1, sección Cañas-Limonal**

Fuente: Biol. Susana., 2022



Figura 119. **Fauna silvestre utilizando pasos aéreos, paso triangular con base de malla, ruta 4, sección Chilamate- Vuelta Kooper.**

Fuente: MOPT-PANTHERA COSTA RICA, 2022

8.2.3 Pasos inferiores exclusivos para la fauna

Los pasos de fauna exclusivos corresponden a estructuras para garantizar el paso de los animales de la zona, a diferencia del paso mixto, este paso no coincide con sistemas de drenaje por lo que es exclusivo para el paso de fauna. No requiere de la construcción de pasarelas laterales.

Dimensiones: se recomienda que sean estructuras cuadradas, las dimensiones de este tipo de pasos se deben adaptar de acuerdo con la fauna silvestre registrada por lo que se definirán una vez se finalice el trabajo de campo.

Mallado: cada paso debe llevar una malla que dirija a los animales hacia la estructura e impida el ingreso de la fauna a la carretera. Esta malla debe ir enterrada 30 cm mínimo para evitar que pasen animales que tienen la habilidad de excavar, además las longitudes de la malla para cada lado de la carretera dependen de las condiciones biofísicas del sitio de instalación del paso de fauna. La malla debe ser de densidad progresiva, en caso de que no se pueda adquirir este tipo de material, se presenta como alternativa utilizar malla ciclón en alambre de 3.05 mm (calibre N°10) con la abertura máxima de 25x25mm (1"x1"), en paño de 2,5 metros de altura, o malla galvanizada con aluminio (debe cumplir CR-2020; 710.02 -ASTM-A-584) o galvanizada con zinc (debe cumplir con ASTM-A-641) (DGIT, 2023) (ver Figura 22), Además, se recomienda que se le debe hacer una curvatura en la parte de arriba para evitar que un animal que la escale logre atravesarla.

Mantenimiento: se debe implementar un programa de limpieza de la estructura dentro del mantenimiento normal que tendrá la vía. Además, se deberá incluir durante la etapa de construcción, labores de limpieza y mantenimiento de las alcantarillas existentes para que se garantice su funcionalidad desde el inicio de la etapa de construcción.

Además, se deben realizar revisiones periódicas para corroborar el estado de la malla de direccionamiento, con el fin de evitar que existan agujeros o variaciones de la estructura original que puedan disminuir su finalidad.



Figura 120. **Ejemplo de paso inferior seco**

Fuente: **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015**

8.2.4 Pasos inferiores por puente

El área de estudio presenta un puente grande específicamente en el camino 2-10-961, río Arenal; lo cual genera un espacio considerable debajo de la estructura y que en su mayoría está compuesto por zonas de bosque. Este tipo de zonas servirán de pasos de fauna, sin embargo, para estructuras nuevas o cambio de las actuales se necesitará una adaptación en la escollera. Este tipo de adaptación dependerá de las condiciones topográficas y valoración por parte de un profesional en ingeniería civil.

Esta adaptación consiste en utilizar la escollera o la estructura de protección de los bastiones del puente y colocarle material para darle una superficie más natural (se puede colocar tierra y piedras de diferentes tamaños), de manera que los animales pasen por debajo del puente y aprovechen este cruce de la carretera. Es importante que esta modificación tipo berma tenga rampas de acceso hacia el paso, evitando que esta termine en un paredón o en un corte abrupto, estas rampas no deben tener un ángulo mayor a 45°, esto con el fin de asegurar el paso de animales de baja movilidad.

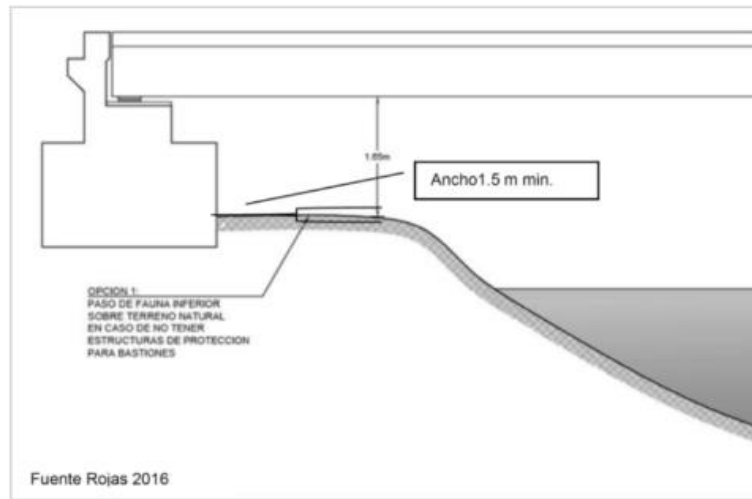


Figura 121. Ejemplo de esquema de paso inferior por puente

Debido a las características de la zona de estudio es fundamental que el mallado que se coloque impida la conexión de animales que quieran salir del área de vegetación por debajo del puente y dirigirse a la calzada, para lo cual la malla debe ir colocada inmediatamente después de donde finaliza la baranda del puente, de manera que se mantenga una barrera continua que impida a los animales subir a la carretera. Las longitudes de la malla para cada lado de la carretera dependen de las condiciones biofísicas del sitio de adaptación de escollera o estructura de protección de los bastiones del puente.



Figura 122. Detalle de ejemplo de la continuidad del mallado inmediatamente después de la baranda del puente.

Fuente: Biol. Susana., 2022

Se debe de evitar que el drenaje de los puentes, caigan encima de los espacios destinados para el paso de fauna, ya que, al ser terreno natural, por la caída del agua, intensidad y golpe, se genera socavación del paso y de la escollera en su parte superior, lo cual la puede afectar finalmente.

Se puede dar el caso o situación de que, a la salida del paso, de manera transversal se construya una cuneta (obras menores). Se debe de implementar alguna medida, como generar una losa o estructura similar que permita dar continuidad al paso de la fauna sin interrupción.

8.2.5 Especificaciones técnicas para la señalización de cruces de fauna

Acompañado a los pasos de fauna se debe colocar rotulación tipo Dispositivo de Prevención Nacional para Cruce de Fauna, oficializada por MOPT y MINAE. La ubicación será aproximadamente 200-150 metros antes de cada cruce de fauna terrestre identificado, con rótulos en ambos sentidos. Asimismo, se deben de tomar una serie de consideraciones técnicas especificadas a continuación para este tipo de dispositivos, según el DGIT-MOPT (2023):

- Panel de soporte: se podrán utilizar láminas de aluminio liso con aleaciones de 1200 a 1350, temple H14, calibre 16, espesor base de 1,58 mm o de acero tipo comercial galvanizado por medio de una capa continua acorde a los requisitos de la norma INTE C405, recubrimiento de zinc: R180 (equivalente a grado 60 y correspondiente a 180 g/m² de zinc), calibre 16 con un espesor de acero base de 1,50 mm.
- Material retrorreflectivo sobre el panel: la señal, al ser del tipo preventivo debe de confeccionarse con material retrorreflectivo para señales de tránsito de color amarillo, como superficie de fondo, este debe cumplir con los requerimientos para los tipos de material: III y IV de acuerdo a la norma INTE W36.
- La impresión de los pictogramas correspondientes a las especies de animales y la carretera deberá realizarse con tinta serigráfica de color negro, tipo: secado rápido, especial y compatible para imprimir sobre el tipo de película retrorreflectiva seleccionado
- La impresión del pictograma que representa el suelo (enmallado) deberá hacerse con tinta serigráfica opaca de color: 104/194/0, según el código decimal de colores (RGB, composición en términos de los colores primarios), estas coordenadas se ubican en el diagrama de cromaticidad, en los términos especificados por el Sistema Colorimétrico Estándar C.I.E. 1931, el color se asemeja a un tono: “verde césped”, tipo: secado rápido, especial y compatible para imprimir sobre el tipo de película retrorreflectiva seleccionado.
- La señal debe de acompañarse de una placa complementaria que indica: “CRUCE DE FAUNA”, elaborada acorde a las mismas especificaciones dictadas para la confección de la señal.
- Toda la señalización deberá realizarse conforme a los lineamientos establecidos en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA, año 2000.

Figura 123. **Dispositivo de prevención nacional para el cruce de fauna**Fuente: **DGIT-MOPT 2023**

8.2.6 Especificaciones para dispositivos reductores de velocidad

Los reductores de velocidad comprenden estructuras colocadas en la capa asfáltica que le indican al conductor que debe bajar la velocidad debido a que va a ingresar a zonas de alto tránsito de animales; puntos calientes o cruces naturales de vida silvestre. Por lo general esta estructura deberá ir acompañada de señalamiento vertical que alerte al conductor tanto sobre el cruce de fauna como del reductor de velocidad (Citado en Pomareda *et al.*, 2015). Cabe destacar que la construcción e instalación de reductores de velocidad debe implementarse según el Decreto Ejecutivo N. 42601 sobre Reglamento para la Instalación y Eliminación de Reductores de Velocidad en las Vías Públicas Terrestres.

Figura 124. **Ejemplo de reductor de velocidad instalado en Vías Públicas Terrestres.**Fuente: **COSEVI, 2018.**



9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En términos generales, los cuatro caminos se caracterizaron por un bajo registro de atropellos, ya que en su mayoría son vías que no tienen un alto tránsito y que, para horas de la noche, las cuales pueden ser las de mayor actividad de la fauna silvestre, aparentemente el flujo de vehículos es todavía más bajo.

En todos los caminos los resultados del trabajo de campo arrojaron propuestas para la ubicación de pasos inferiores y superiores, para lo cual se deberá llevar un trabajo conjunto entre todos los departamentos de la municipalidad involucrados para llevar a cabo este proyecto.

Además de las ubicaciones y tipos de pasos de fauna que se proponen en el presente estudio, se incluyen propuestas de medidas complementarias, todas ellas dirigidas a la conservación de la biodiversidad de la zona. Estas medidas están sujetas a distintos costos para la Administración, según se requiera.

Como parte de la experiencia generada por el equipo consultor durante los 6 meses de trabajo, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Implementar estudios de identificación de pasos de fauna en otros caminos cantonales, inclusive cercanos a los de este estudio, con el fin de garantizar la conectividad en zonas más amplias. Además, con la operación de otros pasos de fauna en caminos cercanos, se genera una sinergia que entre las medidas generará un impacto positivo mayor para la conservación de la fauna silvestre local
- Se debe implementar en los futuros planes de inversión en caminos cantonales, una variable ambiental fija, de manera que la selección de las obras a implementar en cada proyecto sea producto de una coordinación entre los distintos departamentos de la municipalidad.
- Establecer un plan de mantenimiento para las estructuras que entren en funcionamiento. Este plan debe incluir limpieza de vegetación, vigilancia del estado de los materiales, eliminación de obstáculos, mejoras para garantizar la funcionabilidad, por ejemplo, mantener los pasos superiores con la tensión necesaria para que se garantice la seguridad de las especies que utilicen el paso.
- La implementación de las medidas debe ir acompañado con un proceso de reforestación en los sitios en donde se ubiquen los pasos, esto con el fin de mejorar la conectividad y brindarle refugio a la vida silvestre. Para logara la siembra de especies arbóreas en estos sectores, se debe coordinar con los dueños privados de las propiedades colindantes.

10 BIBLIOGRAFIA

- Arroyave, M. D. P., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., ... & Ramos, K. C. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista eia*, (5), 45-57.
- Artavia, A. (2015). Identificación y caracterización de cruces de fauna silvestre en la sección de la ampliación de la carretera nacional Ruta 32, Limón, Costa Rica. Trabajo Final de graduación de Maestría en Práctica para la Conservación de la Biodiversidad. CATIE. 205 pp.
- Chassot, O; Finegan, B; Monge-Arias, G. (2011). Red de conectividad ecológica en el Caribe Norte de Costa Rica. *Revista Latinoamericana de conservación*.
- Clevenger, A; Huijser, M. (2011). *Wildlife crossing structure handbook design and evaluation in North America. Technical report No. FHWA-CFL/TD-11-003*. Western Transportation Institute. Bozeman – United States of America. 223p.
- Clevenger, T. (2007). *Highways through habitats: The Banff Wildlife Crossings Project*. *Transportation Research News* 249: 14–17.
- Decreto Ejecutivo N° 40139 MOPT. La Gaceta Diario Oficial (CR). 23 de febrero del 2017. Oficialización de la Norma Técnica para el Desarrollo y Conservación de la Red Vial Cantonal.
- Decreto Ejecutivo N° 42601. La Gaceta Diario Oficial (CR). 9 de agosto del 2017. Reglamento para la Instalación y Eliminación de Reductores de Velocidad en las Vías Públicas Terrestres. https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NR TC&nValor1=1&nValor2=84826&nValor3=0&strTipM=TC
- Decreto Ejecutivo N° 43898-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC. La Gaceta Diario Oficial (CR). 21 de diciembre del 2022. Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental.
- Gutiérrez, S., Carranza, I. y Arce, A. (2022). Estudio de Comportamiento e Interacción con Líneas Energizadas de Poblaciones de Monos Aulladores en la Zona de Tamarindo. Contratación Coopeguanacaste R.L. ID-20675
- Holdridge LR. (1947). *Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data*. *Science* Vol 105 No. 2727: 367- 368. DOI: [10.1126/science.105.2727.367](https://doi.org/10.1126/science.105.2727.367)
- IDOM (2023). Diseño de Pasos de Fauna-Estudio de Factibilidad Técnica, Económica, Financiera y Ambiental, así como el Pre-Diseño de la Ruta Nacional N°35, Carretera a San Carlos Sección Bernardo Soto-Florencia” Contratación: SP N° PIT-137-SBCC-CF-2020. Noviembre 2022.
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (s.f.). Historia Natural de Costa Rica. Capítulo 4: Vegetación de Costa Rica, biodiversidad y riqueza. https://www.inapidte.ac.cr/pluginfile.php/19801/mod_resource/content/1/Vegetacion%20de%20Costa%20Rica%20%28v-asec%29.pdf
- Janzen, D. (1991). Historia Natural de Costa Rica. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 822 p.
- Langen, T. y Joel C. Sáenz. (2009). *Impact of Public Roads on Costa Rica National Parks. Report to National Geographic Society* (NGS CRE Grant 8219-07). 15pp



- Leiva, G. (2016). Diseño de la rehabilitación (o reconstrucción) y mejoramiento de la ruta nacional N°1, Carretera Interamericana norte, Tramo Limonal – Barranca.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2015). Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada). Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transportes, número 1. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 139 pp. Madrid.
- Ministerio de medio ambiente. (2006). Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por la infraestructura de transporte. Número 1. O.A. Parques Nacionales Ministerio de Medio Ambiente. 108 pp. Madrid.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte y IDOM. (2022). Anteproyecto de Mejoramiento de Caldera-barranca, Ruta Nacional N° 23 (Conexión Ruta N° 27 e Interamericana Norte Ruta N° 1): Estudio de Identificación de Pasos de Fauna.
- Murrieta, E; Finegan, B; Delgado, D; Villalobos, R; Campos, J. (2016). Propuesta para una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente/no. 51-52:69-76.
- Pomareda, E., Araya-Gamboa, D., Ríos, Y., Arévalo, E., Aguilar, M. y R. Menacho. (2015). Guía Ambiental “Vías Amigables con la Vida Silvestre”. Comité Científico de la Comisión Vías y Vida Silvestre. Costa Rica. 75 pp
- Proyecto Corredores Biológicos (s.f.). Corredor Biológico Paso de las Nubes. Costa Rica. <http://biocorredores.org/corredoresbiologicos/corredores-biologicos/corredor-biologico-paso-de-las-nubes>
- Rodríguez, K., Lara, L.R., Molina-Rodríguez, J.P., Sánchez, A., Ramírez, D., Ramírez, S. & E. Castillo. 2023. Guía para la prevención y mitigación de la electrocución de la fauna silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica. Tercera Edición. Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. 128 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2018). Plan General de Manejo del Parque Nacional Volcán Arenal 2012-2020. [chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACAHN/Plan%20General%20de%20Manejo%20PN%20Volc%C3%A1n%20Arenal%20\(2012\).pdf](https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACAHN/Plan%20General%20de%20Manejo%20PN%20Volc%C3%A1n%20Arenal%20(2012).pdf)
- Stiles, F. G. & Skutch, A. F. (1989). A Guide to the Birds of Costa Rica. Cornell University. N.Y., U.S.A. 511p.
- Torres, T. L. 2011. Funcionalidad de estructuras subterráneas como pasos de fauna en la carretera interamericana norte que cruza el área de conservación Guanacaste, Costa Rica. Tesis de Maestría. CATIE.
- Trombulak, S. & C. Frissell. (2000). *Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities*. Conservation Biol



11 ANEXOS

Anexo 1. Encuesta estudio de identificación de cruces de fauna en las rutas cantonales del cantón de San Carlos

Encuesta Estudio de identificación de cruces de fauna en las rutas cantonales del cantón de San Carlos

Nombre del encargado: _____ N. de encuesta: _____
 Fecha: _____ Ubicación coordenadas: X _____ Y _____
 N. de camino: _____ Ubicación lugar referencia: _____
 2-10-009 UTN San Carlos ().
 2-10-122 La Culebra ().
 2-10-961 The Spring Resort & Spa ().
 2-10-177 Catarata La Fortuna ().

1. ¿Ha observado animales silvestres atropellados en la carretera? Sí () No ()

2. ¿Ha observado animales silvestres cruzando la carretera? Sí () No ()

3. ¿Cuáles animales ha observado?, méncionelos:

Animal silvestre	Horario (día o noche)	Lugar de avistamiento dentro del camino	Atropellado y/o cruzando

4. ¿Ha notado la disminución de alguna especie de animal silvestre en la zona? Sí () No ()

Menciónelos: _____

5. ¿Cual día de la semana se observa más tránsito de vehículos en la carretera? _____

6. ¿En qué mes transitan más vehículos? _____

7. ¿Cada cuanto transita por la carretera? Siempre () A veces () Casi nunca ()

8. ¿Conoce sobre el proyecto que se va a desarrollar en la zona? Sí () No ()

Nombre del encuestado: _____

Firma: _____

N. de cédula: _____

¿Estaría usted anuente a aceptar la colocación de un paso de fauna inferior o superior en su propiedad?
 Sí () No () No aplica ()

***NOTA: ESTOS DATOS SON DE USO EXCLUSIVO PARA EL PRESENTE ESTUDIO Y SE ASEGURA LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS ENTREVISTADOS Y LA INFORMACIÓN RECOPIADA.



Anexo 3. Cuadro de medidas de mitigación para las muertes de fauna silvestre en los cuatro caminos cantonales en estudio

N	Camino	CRTM05_X	CRTM05_Y	Tipo de medida propuesta	Especificaciones	Tipo fauna registrada	Observaciones
1	C961	423398,95	1161646,41	Paso inferior exclusivo	Alcantarilla cuadrada 1.5 x1.5m	Mapache, pizote, zorro pelón, zorro cuatro ojos, pizote, pavón, iguana y armadillo.	La alcantarilla actual en el sitio es redonda y tiene un muro de gaviones en un extremo por lo que se recomienda hacer un paso de exclusivo para la fauna a un lado
2	C961	423393,75	1161657,27	Paso aéreo	Se requieren postes para colocar cuerdas por distancia, se recomienda que el paso sea en forma de triángulo	Zorro pelón, zorro cuatro ojos, perezosos, monos congo e iguana.	Línea eléctrica interfiere se debe colocar al lado que la línea eléctrica esta más alta para pasar el paso por debajo.
3	C961	423377,93	1161832,79	Franjas o bandas alertadoras		Pavones, otras aves y anfibios	Zona con pendiente y terreno escalonado, verificar que tipo de reductores de velocidad se pueden colocar, bandas sonoras, banda con pintura termoplástica.
4	C961	423191,47	1162084,36	Paso inferior exclusivo	Alcantarilla cuadrada 2 x2m	Saino, pavones, tortugas, tepezcuintle, manigordo, jaguarundi,	
5	C961	423236,81	1162139,96	Paso aéreo	Se requieren postes para colocar cuerdas por distancia, se recomienda que el paso sea en forma de triángulo	Martilla, monos congo, perezosos y ardillas.	Hay una línea eléctrica en medio de la calle, buscar el punto donde esté más bajo para pasar el punto por arriba.
6	C961	423254,31	1162200,03	Adaptación puente	Adaptar escolleras a cada lado del puente para paso de fauna	Saino, pavones, tortugas, tepezcuintle, manigordo, jaguarundi,	El río tiene un cañón en caso de no adaptar las escolleras se deberá construir un paso inferior seco en el margen derecho del río.
7	C961	423351,02	1162547,3	Reductor de velocidad		Cruce de pavones	
8	C961	423336,15	1162561,94	Paso inferior exclusivo	Alcantarilla cuadrada 1.5x 1x5m	Cruce de pavones, anfibios y reptiles	Potrero a ambos lados, hay una vivienda cerca del punto de cruce,
9	C961	423285,09	1162610,75	Reductor de velocidad		Cruce de pavones y anfibios	
10	C961	423250,22	1162830,05	Adaptación alcantarilla	Alcantarilla cuadrada con pasarelas de 60 de ancho mínimo a cada lado de la alcantarilla, rampas de acceso a las pasarelas	Pavones, iguanas, armadillo, mapache, pizote y anfibios	Cambiar vado por alcantarillas cuadradas, en caso de que no sea viable se podría colocar una alcantarilla extra en cada extremo del vado que queden secas la mayoría del tiempo



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN
RUTAS CANTONALES DEL CANTÓN DE SAN CARLOS

N	Camino	CRTM05_X	CRTM05_Y	Tipo de medida propuesta	Especificaciones	Tipo fauna registrada	Observaciones
11	C961	423278,54	1163140,85	Paso inferior exclusivo	Alcantarilla 1.2x1.2m, el mallado en este sector podría ser de menor altura y de menor haz de luz	Anfibios y reptiles	Verificar la topografía del área
12	C177	429555,04	1156603,76	Reductor de velocidad		Anfibios	
13	C177	429278,03	1156557,17	Reductor de velocidad		Anfibios	
14	C177	428878,75	1156405,56	Reductor de velocidad		Anfibios, manigordo, guatusas	No hay espacio o conectividad estructural para colocar un paso inferior exclusivo, por lo que se podría implementar reductores de velocidad.
15	C177	428354,33	1156177,66	Reductor de velocidad		Anfibios	
16	C177	428191,9	1156160,03	Reductor de velocidad		Anfibios	
17	C177	427790,63	1156096,31	Paso inferior exclusivo	Alcantarilla cuadrada 2 x 2m	Manigordo, oso hormiguero, guatusa	El paso no sería sobre la ruta 177 sino en la 506 de forma paralelo a la 177.
18	C177	427212,93	1155445,16	Paso inferior exclusivo	Alcantarilla cuadrada 2 x 2m	Sáinos, mapaches, tepezcuinte, zorro pelón	Uno de los lados de la carretera es potrero arbolado, se recomienda reforestar una franja.
19	C177	427035,1	1155275,2	Reductor de velocidad		Anfibios, reptiles y aves	Zona de pendiente con curvas
20	C177	426990,8	1154985,27	Paso aéreo	Se requiere un poste en uno de los extremos	Monos congo, cariblanco y perezosos	Uno de los extremos tiene una conectividad un poco pobre se recomienda reforestar
21	C177	426943,02	1154822,75	Adaptación alcantarilla	Adaptar alcantarilla cuadrada 2x 2m para paso de agua y fauna, colocar pasarelas a ambos lados y rampas de acceso	Manigordo, oso hormiguero, guatusa	Se debe reforestar uno de los extremos y en la última visita obstruyeron la alcantarilla existente se debe rehabilitar
22	C177	426940,43	1154809,92	Paso aéreo		Mono carablanca, zorro de balsa, ardillas y congos	
23	C009	447261,57	1143818,29	Reductor de velocidad		Anfibios	
24	C009	447321,38	1143698,68	Reductor de velocidad		Anfibios	
25	C009	447426,41	1143483,57	Adaptación alcantarilla		Mapache, armadillo, zorro pelón y guatusa	Adaptación
26	C009	447425,42	1143475,19	Paso aéreo		puercoespín, zorro pelón y ardilla	



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN
RUTAS CANTONALES DEL CANTÓN DE SAN CARLOS

N	Camino	CRTM05_X	CRTM05_Y	Tipo de medida propuesta	Especificaciones	Tipo fauna registrada	Observaciones
27	C009	448092,28	1142956,02	Paso aéreo	Se requieren postes para colocar cuerdas por distancia, se recomienda que el paso sea en forma de triángulo	puercoespín, zorro pelón y ardilla	
28	C009	448131,07	1142939,36	Paso inferior exclusivo	Alcantarilla cuadrada 2 x 2m	Tolomuco, guatusa, pavones	
29	C009	448822,13	1143011,21	Adaptación alcantarilla	Alcantarilla cuadra con pasarelas de 60 de ancho mínimo a cada lado de la alcantarilla	rampas de acceso a las pasarelas	
30	C009	449185,3	1143266,8	Adaptación alcantarilla	Alcantarilla cuadra con pasarelas de 60 de ancho mínimo a cada lado de la alcantarilla	rampas de acceso a las pasarelas	
31	C122	446700,01	1142037,91	Reductor de velocidad		Anfibios	
32	C122	446861,18	1141852,83	Reductor de velocidad		Anfibios	
33	C122	447020,76	1141617,76	Paso aéreo		Monos congo y martillas	
34	C122	447162,14	1141150,84	Adaptación alcantarilla	Alcantarilla cuadra con pasarelas de 60 de ancho mínimo a cada lado de la alcantarilla	Armadillo, guatusa y pavones	
35	C122	447409,35	1140659,65	Paso inferior exclusivo	Alcantarilla cuadrada 2 x 2m	Pizote, iguana, guatusa	
36	C122	447415,35	1140654,28	Paso aéreo		mono carablanca y mono congo	
37	C122	447835,73	1139926,39	Paso inferior exclusivo	Alcantarilla cuadrada 2 x 2m	Conejo, pizote, mapache, armadillo	Se debería dejar conectividad para la laguna Gonzales, ya que es el sitio de compensación por el impacto en el humedal La Culebra, proyecto carretero RN35

Fuente: **Equipo consultor, 2024.**



ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN DE CRUCES DE FAUNA EN
RUTAS CANTONALES DEL CANTÓN DE SAN CARLOS
