



Proyecto Jemeiwaa Ka'l

MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PROYECTO LÍNEA DE ALTA TENSIÓN 500 kV CASA ELÉCTRICA – COLECTORA I

CAPÍTULO 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.2. MEDIO BIÓTICO



TABLA DE CONTENIDO

5	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	5
5.2.	MEDIO BIÓTICO	5
5.2.1.	Áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia ambiental	6
5.2.2.	Ecosistemas terrestres	26
5.2.2.1.	Biotas y unidades bióticas	26
5.2.2.2.	Coberturas de la tierra dentro del área de influencia - Licencia Ambiental	28
5.2.2.3.	Coberturas de la tierra dentro del área de influencia – Áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia ambiental	37
5.2.2.4.	Ecosistemas Modificación de Licencia Ambiental	40
5.2.2.5.	Flora – Modificación de Licencia Ambiental	42
5.2.2.5.1.	Flora terrestre	42
5.2.2.5.1.1.	Composición florística de coberturas antrópicas	42
5.2.2.6.	Especies vasculares y no vasculares (epífita, rupícola y terrestre)	44
5.2.2.6.1.	Especies vasculares	45
5.2.2.6.1.1.	Representatividad del muestreo	45
5.2.2.6.1.2.	Composición y riqueza de especies	45
5.2.2.6.1.3.	Categorías de amenaza de las especies vasculares	49
5.2.2.6.2.	Especies no vasculares	49
5.2.2.6.2.1.	Representatividad del muestreo	49
5.2.2.6.2.2.	Composición y riqueza de especies	53
5.2.2.6.2.3.	Categorías de amenaza de las especies no vasculares	59
5.2.3.	Análisis de fragmentación y conectividad	59
5.2.3.1.	Área de influencia para el análisis de fragmentación y conectividad	60
5.2.3.2.	Escenarios analizados	60
5.2.3.3.	Coberturas analizadas	62
5.2.3.4.	Análisis de conectividad estructural	63
5.2.3.4.1.	Métricas de área	63
5.2.3.4.2.	Métricas de borde	64
5.2.3.4.3.	Métricas de forma	64
5.2.3.4.4.	Métricas de área núcleo	65
5.2.3.4.5.	Métricas de diversidad	66
5.2.3.4.6.	Métricas de proximidad y subdivisión	67
5.2.3.4.7.	Síntesis y conclusiones de fragmentación estructural	67
5.2.3.5.	Análisis de conectividad funcional	68
5.2.3.5.1.	Selección de las especies	68
5.2.3.5.2.	Selección de parches de hábitat o nodos de conexión	69
5.2.3.5.3.	Construcción de la matriz de resistencia	70
5.2.3.6.	Modelación de conectividad funcional	78
5.2.3.7.	Síntesis de conectividad funcional para cada especie	88
5.2.3.7.1.	<i>Cerdonyx thous</i>	88
5.2.3.7.2.	<i>Spatula discors</i>	94
5.2.3.7.3.	<i>Mamosa xerophila</i>	99
5.2.3.8.	Conclusiones	105
5.2.4.	Fauna	106
5.2.5.	Ecosistemas acuáticos	106
5.2.6.	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1.	Delimitación de áreas sujetas a la modificación de licencia	6
Tabla 5-2.	Coberturas de la tierra en el área de influencia del proyecto	28
Tabla 5-3.	Coberturas de la tierra en las áreas sujetas de modificación de licencia	38
Tabla 5-4.	Ecosistemas en el área de influencia del proyecto	40
Tabla 5-5.	Ecosistemas en las áreas sujetas de modificación de licencia del proyecto	42
Tabla 5-6	Coberturas de la tierra existentes dentro de las áreas de intervención por viabilizar	43

Tabla 5-7 Composición florística en la cobertura de red vial y territorios asociados.....	43
Tabla 5-8 Composición florística en la cobertura de Tierras desnudas y degradadas	43
Tabla 5-9 Composición de especies vasculares en el área de solicitud de modificación del proyecto	45
Tabla 5-10 Índices de diversidad alfa para las especies epífitas vasculares en el área del proyecto	47
Tabla 5-11 Distribución vertical de las especies vasculares presentes en el área sujeta a la solicitud de modificación.....	48
Tabla 5-12 Preferencia de forófito para las especies vasculares de habito epífito	48
Tabla 5-13 Composición de especies no vasculares en el área sujetas a la solicitud de modificación	53
Tabla 5-14 Cobertura de especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación	56
Tabla 5-15 Índices de diversidad alfa para las especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de la modificación	56
Tabla 5-16 Distribución vertical de las especies no vasculares presentes en el área sujeta a la solicitud de modificación	57
Tabla 5-17 Índices de diversidad beta para las especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación	57
Tabla 5-18 Preferencia de forófito para las especies no vasculares	58
Tabla 5-19 Coberturas analizadas para el análisis de fragmentación.....	63
Tabla 5-20 Características ecológicas de las especies objeto de análisis.....	69
Tabla 5-21 Coberturas utilizadas como hábitat por las especies.....	70
Tabla 5-22 Calificación de las variables	71
Tabla 5-23 Peso de las variables	71
Tabla 5-24 Métricas de conectividad	89
Tabla 5-25 Métricas de conectividad <i>Spatula discors</i>	94
Tabla 5-26 Métricas de conectividad <i>Marmosa xerophila</i>	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1. Biomas y unidades bióticas en el área de influencia del proyecto	27
Figura 5-2. Áreas sujetas de modificación de licencia. Coberturas de la Tierra.....	39
Figura 5-3. Ecosistemas en el área de influencia del proyecto	41
Figura 5-4. Distribución de los árboles forófitos caracterizados en el área de intervención e influenci del proyecto	44
Figura 5-5. Curva de acumulación de especies vasculares en Arbustal denso	45
Figura 5-6. Porcentajes de abundancia de las especies vasculares por cobertura en el área sujeta a la solicitud de modificación	46
Figura 5-7. Abundancia de las especies vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación	46
Figura 5-8. Dendrograma de la diversidad beta horizontal de las especies vasculares	48
Figura 5-9. Curva de acumulación de especies no vasculares en arbustal abierto	49
Figura 5-10. Curva de acumulación de especies no vasculares en arbustal denso	50
Figura 5-11. Curva de acumulación de especies no vasculares en otros cultivos transitorios.....	50
Figura 5-12. Curva de acumulación de especies no vasculares en red vial y territorios asociados.....	51
Figura 5-13. Curva de acumulación de especies no vasculares en Tejido urbano discontinuo	52
Figura 5-14. Curva de acumulación de especies no vasculares en Tierras desnudas y degradadas.....	52
Figura 5-15. Porcentaje de frecuencia de especies no vasculares por cobertura en el área sujeta a la solicitud de modificación	53
Figura 5-16. Riqueza de familias de especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación	54
Figura 5-17. Frecuencia de registros de especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación	54
Figura 5-18. Dendrograma de la diversidad beta horizontal de las especies no vasculares.....	58
Figura 5-19. Área de análisis escenario sin proyecto	61
Figura 5-20. Área de análisis escenario con proyecto.....	62
Figura 5-21. Matriz de resistencia <i>escenario</i> sin proyecto T01 a T53.....	72
Figura 5-22. Matriz de resistencia <i>escenario</i> con proyecto T01 a T53.....	73
Figura 5-23. Matriz de resistencia <i>escenario</i> sin proyecto T53 a T91.....	73
Figura 5-24. Matriz de resistencia <i>escenario</i> con proyecto T53 a T91.....	74

Figura 5-25. Matriz de resistencia <i>Spatula discors</i> escenario sin proyecto T01 a T53	74
Figura 5-26. Matriz de resistencia <i>Spatula discors</i> escenario con proyecto T01 a T53	75
Figura 5-27. Matriz de resistencia <i>Spatula discors</i> escenario sin proyecto T53 a T91	75
Figura 5-28. Matriz de resistencia <i>Spatula discors</i> escenario con proyecto T53 a T91	76
Figura 5-29. Matriz de resistencia <i>Marmosa xerophila</i> escenario sin proyecto T01 a T53	76
Figura 5-30. Matriz de resistencia <i>Marmosa xerophila</i> escenario con proyecto T01 a T53	77
Figura 5-31. Matriz de resistencia <i>Marmosa xerophila</i> escenario sin proyecto T53 a T91	77
Figura 5-32. Matriz de resistencia <i>Marmosa xerophila</i> escenario con proyecto T53 a T91	78
Figura 5-33. Corredores conectividad <i>escenario</i> sin proyecto T01 a T53	79
Figura 5-34. Corredores conectividad <i>escenario</i> con proyecto T01 a T53	80
Figura 5-35. Corredores conectividad <i>escenario</i> sin proyecto T53 a T91	80
Figura 5-36. Corredores conectividad <i>escenario</i> con proyecto T53 a T91	81
Figura 5-37. Corredores conectividad <i>Spatula discors</i> escenario sin proyecto T01 a T53	83
Figura 5-38. Corredores conectividad <i>Spatula discors</i> escenario con proyecto T01 a T53	83
Figura 5-39. Corredores conectividad <i>Spatula discors</i> escenario sin proyecto T53 a T91	84
Figura 5-40. Corredores conectividad <i>Spatula discors</i> escenario con proyecto T53 a T91	84
Figura 5-41. Corredores conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario sin proyecto T01 a T53	86
Figura 5-42. Corredores conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario con proyecto T01 a T53	86
Figura 5-43. Corredores conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario sin proyecto T53 a T91	87
Figura 5-44. Corredores conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario con proyecto T53 a T91	87
Figura 5-45. Probabilidad de conectividad <i>escenario</i> sin proyecto T01 a T53	90
Figura 5-46. Probabilidad de conectividad <i>escenario</i> con proyecto T01 a T53	90
Figura 5-47. Probabilidad de conectividad <i>escenario</i> sin proyecto T53 a T91	91
Figura 5-48. Probabilidad de conectividad <i>escenario</i> con proyecto T53 a T91	91
Figura 5-49. Índice integral de conectividad <i>escenario</i> sin proyecto T01 a T53	92
Figura 5-50. Índice integral de conectividad <i>escenario</i> con proyecto T01 a T53	92
Figura 5-51. Índice integral de conectividad <i>escenario</i> sin proyecto T53 a T91	93
Figura 5-52. Índice integral de conectividad <i>escenario</i> con proyecto T53 a T91	93
Figura 5-53. Probabilidad de conectividad <i>Spatula discors</i> escenario sin proyecto T01 a T53	95
Figura 5-54. Probabilidad de conectividad <i>Spatula discors</i> escenario con proyecto T01 a T53	96
Figura 5-55. Probabilidad de conectividad <i>Spatula discors</i> escenario sin proyecto T53 a T91	96
Figura 5-56. Probabilidad de conectividad <i>Spatula discors</i> escenario con proyecto T53 a T91	97
Figura 5-57. Índice integral de conectividad <i>Spatula discors</i> escenario sin proyecto T01 a T53	97
Figura 5-58. Índice integral de conectividad <i>Spatula discors</i> escenario con proyecto T01 a T53	98
Figura 5-59. Índice integral de conectividad <i>Spatula discors</i> escenario sin proyecto T53 a T91	98
Figura 5-60. Índice integral de conectividad <i>Spatula discors</i> escenario con proyecto T53 a T91	99
Figura 5-61. Probabilidad de conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario sin proyecto T01 a T53	101
Figura 5-62. Probabilidad de conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario con proyecto T01 a T53	102
Figura 5-63. Probabilidad de conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario sin proyecto T53 a T91	102
Figura 5-64. Probabilidad de conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario con proyecto T53 a T91	103
Figura 5-65. Índice integral de conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario sin proyecto T01 a T53	103
Figura 5-66. Índice integral de conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario con proyecto T01 a T53	104
Figura 5-67. Índice integral de conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario sin proyecto T53 a T91	104
Figura 5-68. Índice integral de conectividad <i>Marmosa xerophila</i> escenario con proyecto T53 a T91	105

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5-1. Tejido urbano discontinuo comunidad de Youren, A). Vivienda tradicional	30
Fotografía 5-2. Tejido urbano discontinuo comunidad de Youren, B). Escuela	30
Fotografía 5-3. A). Vía de acceso hacia la comunidad Orechon, km 114 Vía Uribia – Puerto Bolívar	30
Fotografía 5-4. B). Vía de acceso hacia la comunidad Mashaleraín, km 112 Vía Uribia	30
Fotografía 5-5. Vía férrea Albania – Puerto Bolívar a la altura de la comunidad Jichimalu. A). panorámica sentido norte	31

Fotografía 5-6. Vía férrea Albania – Puerto Bolívar a la altura de la comunidad Jichimalu. B). panorámica sentido sur	31
Fotografía 5-7. Vía férrea Albania – Puerto Bolívar a la altura de la comunidad Youren A). Terraplén vía férrea	31
Fotografía 5-8. Vía férrea Albania – Puerto Bolívar a la altura de la comunidad Youren. B). Carril vía férrea	31
Fotografía 5-9. Cementerio en la comunidad de Maramaralein. A). Panorámica	32
Fotografía 5-10. Cementerio en la comunidad de Maramaralein. B). Acercamiento	32
Fotografía 5-11. Cancha deportiva en la comunidad de Maramaralein	32
Fotografía 5-12. Área de roza para cultivo en los límites de las comunidades LaTrampa-Japuraloa, a un costado del Arroyo Achoujuri. A). Panorámica de área de roza y cerramiento	33
Fotografía 5-13. Área de roza para cultivo en los límites de las comunidades LaTrampa-Japuraloa, a un costado del Arroyo Achoujuri. B). Acercamiento	33
Fotografía 5-14. Panorámica de un arbustal denso en la comunidad de Mashalerain	34
Fotografía 5-15. Panorámica de un arbustal abierto en la comunidad de Namunashitou	34
Fotografía 5-16. Panorámica de tierras desnudas y degradadas en la comunidad de Jichimalu	35
Fotografía 5-17. Zonas pantanosas en la comunidad de Namunashitou	36
Fotografía 5-18. Arroyo estacional con caudal posterior a un evento de lluvia en cercanías de la comunidad de Mashalerain	36
Fotografía 5-19. Arroyo estacional sin caudal en la comunidad de Jichimalu	36
Fotografía 5-20. Jagüey en la comunidad de Namunashitou	37
Fotografía 5-21. Tierras desnudas y degradadas- Torre 2	40
Fotografía 5-22. <i>Cissus trifoliata</i> (L.) L.	47
Fotografía 5-23. <i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis	47
Fotografía 5-24. <i>Arthonia conferta</i> (Fée) Nyl	55
Fotografía 5-25. <i>Pyrenula aspistea</i> (Afzel. ex Ach.) Ach.	55
Fotografía 5-26. <i>Arthonia</i> sp.	55
Fotografía 5-27. <i>Graphis caesiella</i> Vain.	55
Fotografía 5-28. <i>Celothelium</i> cf. <i>dominicanum</i> (Vain.) M.B. Aguirre	55
Fotografía 5-29. <i>Anisomeridium</i> cf. <i>subprostans</i> (Nyl.) R.C. Harris	55

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.2. MEDIO BIÓTICO

La caracterización del medio biótico se aborda teniendo en cuenta los Términos de Referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental (EIA) en Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2018) y la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, 2018). La metodología para la elaboración de la línea base se encuentra detallada en el Capítulo 2 del presente estudio.

Es necesario mencionar, que lo expuesto en este capítulo tiene como base preliminar el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, el cual fue acogido por la Resolución 3158 de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024, y considerando las aclaraciones expuestas en la Resolución 175 del 10 de febrero de 2025. Además, el proyecto a nivel de infraestructura respeta totalmente el dimensionamiento, ubicación, extensión, tecnología y tipología definidos en el Estudio de Impacto Ambiental presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y evaluado por la ANLA mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023.

Para la presente modificación de licencia ambiental, se parte de la base de las aclaraciones de las áreas negadas según la Resolución 175 del 10 de febrero de 2025, y sobre estas se ajusta las coberturas de la Tierra dentro de las áreas sujetas a la solicitud de modificación (**Ver Capítulo 2. Generalidades**) teniendo en consideración las observaciones de la Autoridad Nacional Ambiental (ANLA) en la Tabla 5 de la Resolución 661 del 15 de abril de 2024 *“Por la cual se resuelve de reposición interpuesto en contra de la Resolución 3158 del 29 de noviembre de 2023 y se toman otras disposiciones”*. En esta tabla se exponen las inconsistencias de la cobertura con la realidad en campo, y por lo cual, áreas como el acceso a casa eléctrica, y en general, de la Torre 1 a la Torre 6 fueron negadas dadas estas inconsistencias; en ese sentido, se verifica la cobertura en la visita a campo que se llevó a cabo entre septiembre y octubre del 2024, y se realizan las actualizaciones sobre la cobertura interpretada.

Del mismo modo, se ajusta la información de Coberturas de la Tierra y Ecosistemas terrestres, dado que las áreas cambian respecto a la cobertura original radicada ante la autoridad. No obstante, como las coberturas de la Tierra donde se ubicaron parcelas dentro del Estudio de Impacto Ambiental no fueron modificadas, no se ajusta la caracterización florística para las coberturas naturales ya aprobada mediante Resolución 3158 de 2023; sin embargo, se complementa la caracterización con la composición florística de las coberturas de la Tierra de coberturas antrópicas, que corresponde a la cobertura de red vial y territorios asociados, y tierras desnudas y degradadas como resultado del censo forestal objeto de la presente modificación.

En este sentido, en el presente documento a raíz del cambio de la cobertura de la tierra en las áreas sujetas a la solicitud modificación de licencia, se actualiza la descripción de las coberturas y ecosistemas terrestres en el sentido que su extensión varía (número de hectáreas disminuye o aumenta para algunas categorías); y adicionalmente, se realiza el análisis de fragmentación y conectividad nuevamente con el fin de verificar que el área de influencia no cambió a pesar de los cambios realizados dentro de la cobertura. Por esta razón, para el análisis flora, la caracterización no es ajustada ni actualizada, debido a que el área de influencia no fue afectada respecto a la presentada en el EIA, además de que la cobertura se mantiene en las áreas donde se ubicaron parcelas de muestreo.

Igualmente, como se indicó en el Capítulo 4, en términos de conectividad ecológica, las afectaciones por las obras son puntuales y localizadas, no comprometen de forma significativa las funciones de conectividad estructural ni funcional del paisaje. Las franjas conectoras y los corredores ecológicos identificados dentro del área de influencia no sufrirán interrupciones ni degradación por las intervenciones previstas, lo que garantiza la continuidad del flujo funcional para las especies objetivo. Los resultados de este análisis confirman que las áreas críticas para la conectividad, así como las franjas conectoras identificadas inicialmente, permanecen dentro de los límites del área de influencia, lo que garantiza la continuidad del flujo ecológico.

Se reitera que la información de la caracterización ambiental biótica se presentó en el radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023 y hace parte del expediente LAV0022-00-2023.

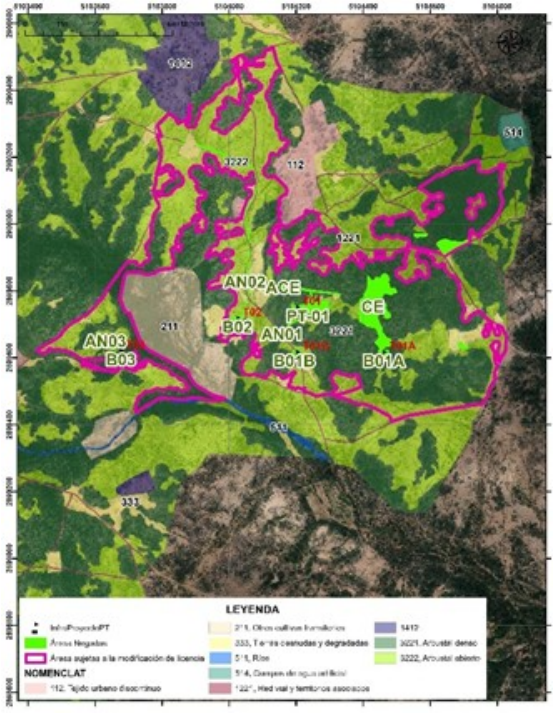
5.2.1. ÁREAS SUJETAS A LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL

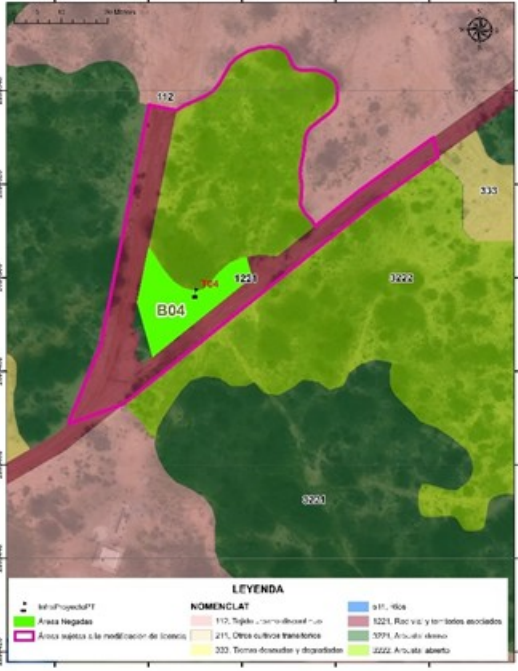
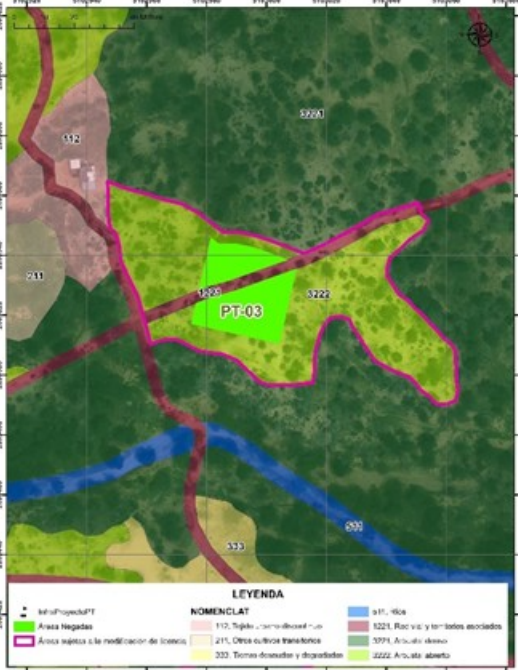
Las áreas sujetas a solicitud de modificación de licencia ambiental, corresponden a áreas delimitadas dentro del área de influencia del proyecto, que abarcan la delimitación de las coberturas que tienen intervención por los polígonos de la infraestructura solicitada (4,309 ha); es decir, la intersección ente las áreas de intervención por viabilizar y las coberturas de la Tierra que serán afectadas por el proyecto (Áreas de intervención por viabilizar) por la remoción de la cobertura vegetal; así como la solicitud de la ocupación de cauce OC_07.

Por lo tanto, para las áreas que fueron negadas para aprovechamiento forestal en la licencia ambiental (Resolución 3158 de 2023 modificada por la Resolución 00661 de 2024 y aclarada mediante Resolución 175 de 2025), pero que no requieren de la solicitud de permiso de aprovechamiento forestal por ausencia de individuos arbóreos, no se solicitará permiso de aprovechamiento forestal, a pesar de ser parte de las áreas de intervención por viabilizar, que en total corresponden a 17 polígonos (**Anexo F Registro fotográfico Infraestructura Sin Aprovechamiento**).

En ese sentido, en la Tabla 5-1 se presenta la delimitación de cada una de las áreas sujetas a modificación de licencia, que en total suman 620,055 ha y que están inmersas dentro del área de influencia del proyecto, considerando las 4,309 ha de áreas de intervención por viabilizar.

Tabla 5-1. Delimitación de áreas sujetas a la modificación de licencia

Infraestructura	Descripción	Figura
Subestación Casa Eléctrica, Acceso a casa eléctrica, Torre 1 a Torre 3 y accesos	Esta región abarca un polígono extenso por la infraestructura del acceso a la Subestación Casa Eléctrica, y comprende coberturas de arbustal denso, abierto y tierras desnudas y degradadas. Polígonos de cobertura que están interconectados entre sí, y por tal razón es el área más grande de la modificación de la licencia.	

Infraestructura	Descripción	Figura
Torre 4	La Torre 4 abarca coberturas de arbustal abierto denso, abierto y red vial y territorios asociados, y la delimitación está dada principalmente por la cobertura de arbustal abierto, la red vial se acota únicamente a aquella que será intervenida.	 El mapa de la Torre 4 muestra una zona delimitada por una línea magenta que indica la modificación de licencia. Dentro de esta zona, se identifican coberturas de arbustal abierto denso (333), arbustal abierto (2222) y red vial (211). El mapa incluye una leyenda con los siguientes ítems: - Infraestructura PT - Área protegida - Área sujeta a la modificación de licencia - NOMENCLAT: 112: Topófilo y territorialización 211: Ombroclima transitoria 333: Tierras drenadas y degradadas 333: Tierras drenadas y degradadas 2222: Arbustal abierto 211: Hoya 3221: Rocios y territorios asociados 3331: Arbustal denso
PT-03	El patio de tendido 03, abarca coberturas de arbustal abierto y denso por esta razón, la delimitación se acota a estas dos coberturas, y se acota la red vial resultado de la intersección.	 El mapa del PT-03 muestra una zona delimitada por una línea magenta que indica la modificación de licencia. Dentro de esta zona, se identifican coberturas de arbustal abierto (2222) y arbustal denso (3331). El mapa incluye una leyenda con los siguientes ítems: - Infraestructura PT - Área protegida - Área sujeta a la modificación de licencia - NOMENCLAT: 112: Topófilo y territorialización 211: Ombroclima transitoria 333: Tierras drenadas y degradadas 2222: Arbustal abierto 211: Hoya 3221: Rocios y territorios asociados 3331: Arbustal denso

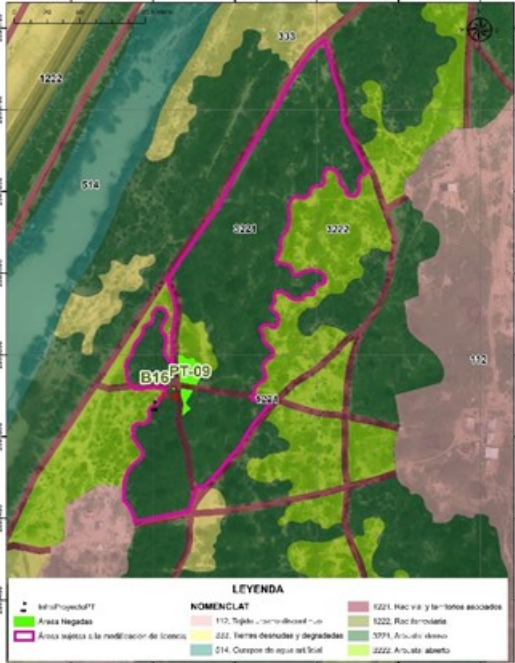
Infraestructura	Descripción	Figura
Torre 5 y Patio de tendido 04	La torre 5 abarca coberturas de arbustal denso y abierto, por esto, se observa en la figura que la delimitación está dada por la cobertura de arbustal denso, principalmente. El patio de tendido 04 únicamente abarca cobertura de red vial y territorios asociados, por lo cual, se acota únicamente a lo que será intervenido.	
Torre 6	La torre 6 abarca coberturas de arbustal abierto, denso y tierras desnudas y degradadas, por lo tanto, la extensión del área sujeta modificación está dada por estas coberturas, y acotándose con las vías que interrumpe la continuidad de las coberturas naturales.	

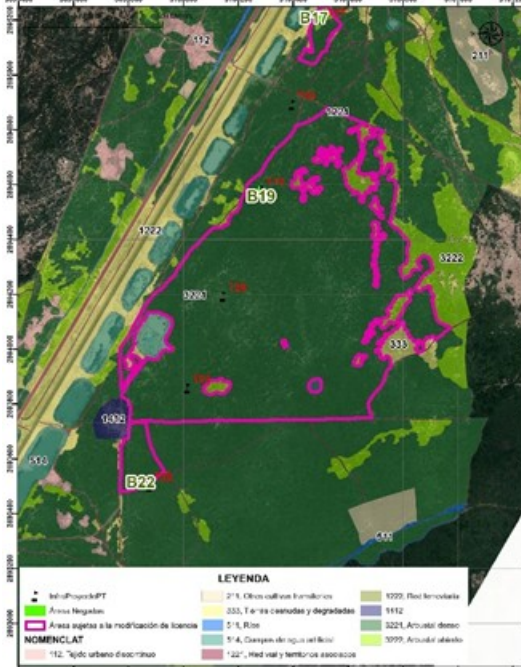
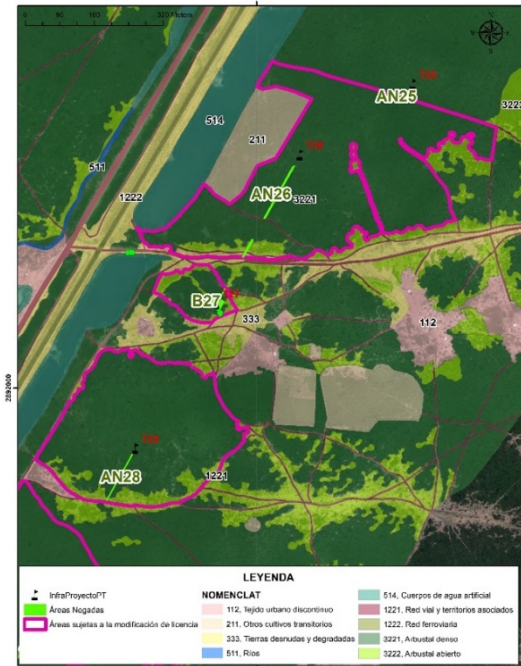
Infraestructura	Descripción	Figura
Torre 7	La Torre 7 abarca coberturas de arbustal abierto y tierras desnudas y degradadas, por lo cual su extensión se limita a estas dos coberturas, y se acota en la red vial y territorios asociados, únicamente donde será intervenido.	El mapa de la Torre 7 muestra una zona delimitada por una línea magenta que sigue una vía principal y ramificaciones. El interior de esta zona está dividido en áreas verdes (representando arbustal abierto) y áreas de color más claro (representando tierras desnudas y degradadas). Se identifican las etiquetas B07, 197 y AN07. El mapa incluye una leyenda con los siguientes ítems: - Infraestructura PT (punto negro) - Áreas Negativas (área verde) - Áreas sujetas a la modificación de la zona (área magenta) - NOMINCLAT (línea magenta) 112, Red vial y territorios asociados (área rosa) 333, Tierras desnudas y degradadas (área amarilla) 3221, Red vial y territorios asociados (línea magenta) 3221, Arbustal denso (área verde) 3222, Arbustal abierto (área verde)
Torre 8	El fragmento de la torre 8 que requiere de aprovechamiento forestal está dentro de arbustal abierto y red vial, por lo tanto, su delimitación está dada principalmente por la cobertura de arbustal abierto.	El mapa de la Torre 8 muestra un fragmento delimitado por una línea magenta que sigue una vía principal y ramificaciones. El interior de esta zona está dividido en áreas verdes (representando arbustal abierto) y áreas de color más claro (representando tierras desnudas y degradadas). Se identifican las etiquetas B08 y 704. El mapa incluye una leyenda con los siguientes ítems: - Infraestructura PT (punto negro) - Áreas Negativas (área verde) - Áreas sujetas a la modificación de la zona (área magenta) - NOMINCLAT (línea magenta) 112, Red vial y territorios asociados (área rosa) 333, Tierras desnudas y degradadas (área amarilla) 3221, Red vial y territorios asociados (línea magenta) 3221, Arbustal denso (área verde) 3222, Arbustal abierto (área verde)

Infraestructura	Descripción	Figura
Patio 06	Esta infraestructura abarca coberturas como tejido urbano discontinuo, arbustal denso, abierto y red vial. Hacia el norte se delimita con la cobertura de arbustal abierto, y hacia el sur con el arbustal denso, mientras que al occidente y oriente está delimitado por el tejido urbano discontinuo.	
Torre 10 y acceso	La torre 10 se encuentra inmersa dentro del arbustal abierto, y el acceso dentro del arbustal denso, por lo cual el área sujeta de modificación se limita a estas dos coberturas, en los fragmentos donde la interviene.	

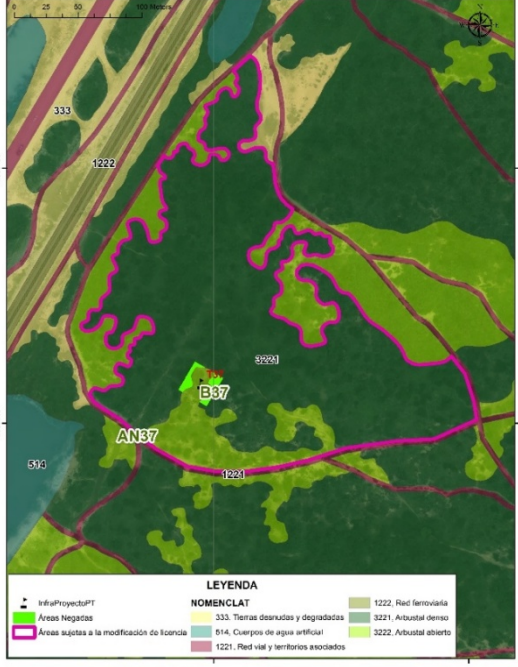
Infraestructura	Descripción	Figura
Torre 11 y acceso	La torre 11 abarca la cobertura de arbustal denso y abierto, y el acceso abarca las coberturas de arbustal abierto y tierras desnudas y degradadas, y red vial. En este sentido, se acota hacia el norte con la extensión del fragmento del arbustal denso, y hacia el sur con la red vial que interrumpe la continuidad de las coberturas naturales.	
Torre 12 y acceso	La torre 12 está dentro de una cobertura de arbustal denso, por esta razón la delimitación del área se acota a este parche, mientras que el acceso está dentro de la cobertura de red vial, y solo se acota la vía que será intervenida.	

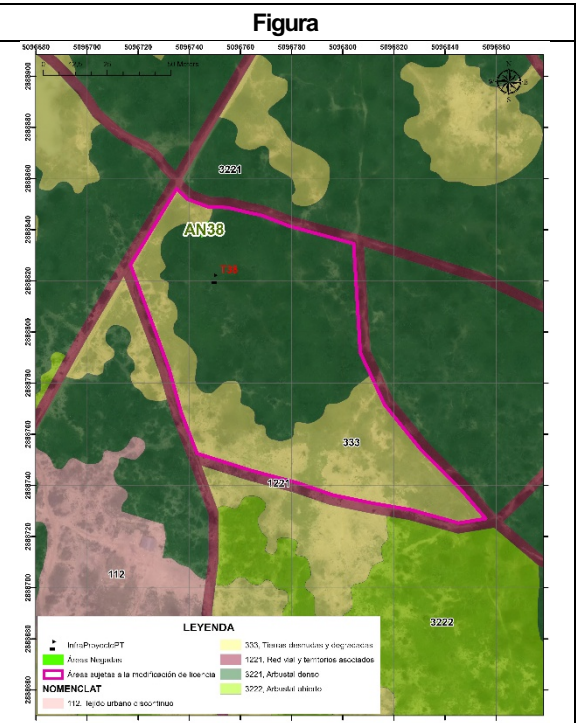
Infraestructura	Descripción	Figura
Torre 13, acceso y torre 14	La torre 13 está inmersa dentro de un polígono de arbustal denso, por lo cual el área sujeta a la modificación se acota a dicho parche. Mientras tanto, el acceso a la torre 14 se acota únicamente a la cobertura de red vial y territorios asociados, y el patio de tendido a la cobertura de arbustal abierto y tejido urbano discontinuo que se acota con la red vial que lo cruza.	LEYENDA - Infraestructura PT - Área sujeta a la modificación de licencia - Área de modificación de licencia 112: Tejido urbano discontinuo 122: Red vial y territorios asociados 211: Otros cultivos transitorios 322: Tierras desnudas y degradadas 3221: Arbustal denso 3222: Arbustal abierto 3223: Red ferroviaria 3224: Riegos asociados
Torre 15 y Patio de tendido 08	La torre 15 está dentro de la cobertura de arbustal abierto, tierras desnudas y degradadas y la red vial, por lo tanto, el área sujeta a la modificación se acota al norte con la extensión de tierras desnudas y degradadas, mientras que el patio de tendido 08 se acota con la red vial y el arbustal denso.	LEYENDA - Infraestructura PT - Área sujeta a la modificación de licencia - Área de modificación de licencia 112: Tejido urbano discontinuo 122: Red vial y territorios asociados 211: Otros cultivos transitorios 322: Tierras desnudas y degradadas 3221: Arbustal denso 3222: Arbustal abierto 3223: Red ferroviaria 3224: Riegos asociados

Infraestructura	Descripción	Figura
Patio de tendido 09 y torre 16	Estas dos infraestructuras abarcan coberturas de arbustal denso, abierto y red vial y territorios asociados, y el área se acota a dichos parches de cobertura natural, mientras tanto, el patio de tendido 10 fue excluido dentro de las áreas sujetas a la modificación, dado que no requiere de aprovechamiento forestal.	 Figura Mapa de la infraestructura B16 PT-09. El mapa muestra una zona con coberturas de arbustal denso (verde oscuro) y abierto (verde claro), áreas sujetas a modificación de licencia (línea magenta), y territorios asociados (línea roja). Se incluyen coordenadas UTM y una leyenda detallada. LEYENDA NOMENCLAT 112: Tejido urbano discontinuo 333: Tierras desnudas y degradadas 514: Cuerpos de agua artificial 1221: Red vial y territorios asociados 1222: Red ferroviaria 3391: Arbustal denso 3322: Arbustal abierto
Torre 17 y acceso	La torre 17 y su acceso se encuentra dentro de coberturas de arbustal denso y abierto, por lo cual el área está delimitada, principalmente, por estas dos coberturas naturales, en los fragmentos donde la interviene.	 Figura Mapa de la infraestructura AN17 B17. El mapa muestra una zona con coberturas de arbustal denso (verde oscuro) y abierto (verde claro), áreas sujetas a modificación de licencia (línea magenta), y territorios asociados (línea roja). Se incluyen coordenadas UTM y una leyenda detallada. LEYENDA NOMENCLAT 112: Tejido urbano discontinuo 333: Tierras desnudas y degradadas 514: Cuerpos de agua artificial 1221: Red vial y territorios asociados 1222: Red ferroviaria 3391: Arbustal denso 3322: Arbustal abierto

Infraestructura	Descripción	Figura
Torre 19, y torre 22.	El área sujeta a la modificación se acota al parche de arbustal denso que será intervenido, pero además al sur sobre el acceso nuevo de la torre 21, se forma una recta sentido occidente- oriente, y se debe a la cobertura de red vial, donde se ubica el acceso.	 LEYENDA - Infraestructura PT - Áreas Niegadas - Áreas sujetas a la modificación de licencia 112: Tejido urbano discontinuo 211: Otros cultivos transitorios 333: Tierras desnutridas y degradadas 514: Ríos 514: Cuerpos de agua artificial 1221: Red vial y territorios asociados 1222: Red ferroviaria 3221: Arbustal denso 3222: Arbustal abierto
Accesos nuevos a torre 25, 26, Torre 27 y acceso nuevo a torre 28	Estas áreas están delimitadas y acotadas a la intervención de las coberturas de arbustal denso abierto, principalmente.	 LEYENDA - Infraestructura PT - Áreas Niegadas - Áreas sujetas a la modificación de licencia 112: Tejido urbano discontinuo 211: Otros cultivos transitorios 333: Tierras desnutridas y degradadas 514: Ríos 514: Cuerpos de agua artificial 1221: Red vial y territorios asociados 1222: Red ferroviaria 3221: Arbustal denso 3222: Arbustal abierto

Infraestructura	Descripción	Figura
Acceso nuevo a torre 29	El acceso a la torre 29 comprende las coberturas de arbustal abierto y denso, por lo cual el área sujeta a la modificación está dada principalmente por la extensión del arbustal denso, que se interrumpe su continuidad por la red vial que se encuentra tanto al norte como occidente.	
Patio de tendido 15, Torre 32 y acceso, Patio de tendido 16, acceso nuevo a torre 33, patio de tendido 18 y Torre 35	Estas áreas se encuentran dentro de la cobertura de arbustal denso, red vial y territorios asociados y un parche de arbustal abierto cerca del patio de tendido 15. El arbustal denso se ve cortado debido a la presencia de vías que interrumpen la continuidad de la cobertura natural.	

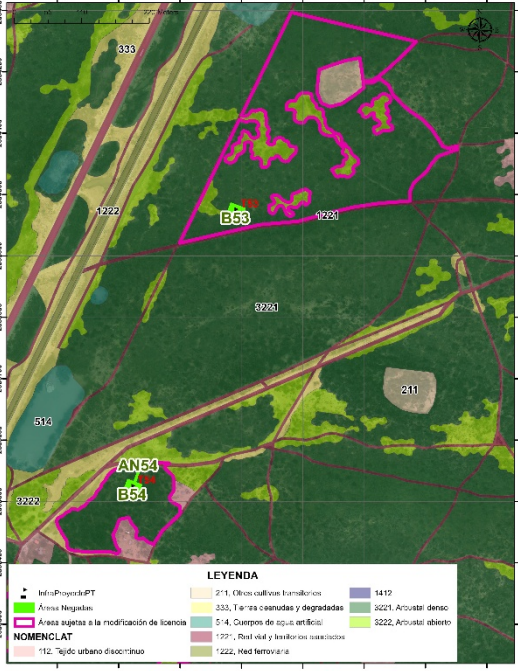
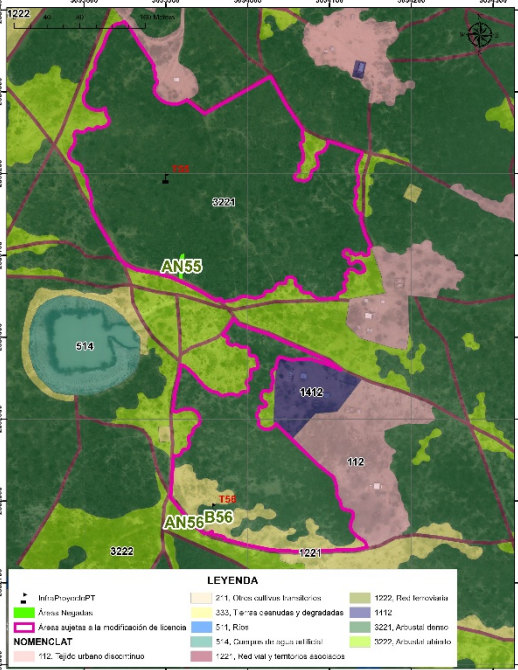
Infraestructura	Descripción	Figura
Acceso nuevo a torre 31	El acceso a la torre 31 requiere de la intervención de arbustal denso, abierto, y red vial y territorios asociados, por lo cual el área sujeta a la modificación de licencia está delimitada por la cobertura de arbustal denso y que se interrumpe su continuidad con la presencia de red vial.	
Torre 37 y acceso nuevo	La torre 37 abarca coberturas de arbustal abierto y denso, hacia el norte se acota la delimitación del área con la cobertura de arbustal denso, y hacia el sur con la cobertura de red vial y territorios asociados.	

Infraestructura	Descripción	Figura
Acceso nuevo 38	Esta infraestructura abarca la cobertura de arbustal denso y tierras denudas y degradadas, por lo que se delimita el área estas dos unidades, cortadas por la red vial delimitada.	
Torre 39 y acceso nuevo	Esta infraestructura abarca únicamente la cobertura de arbustal abierto, por lo cual, el área se acota a la extensión de esta cobertura.	

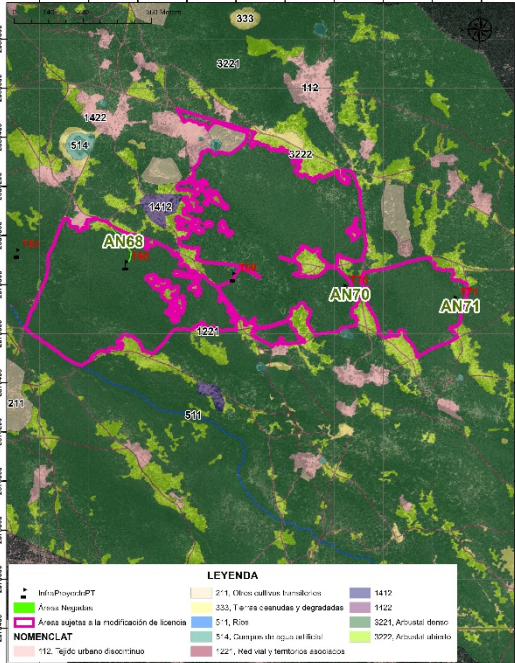
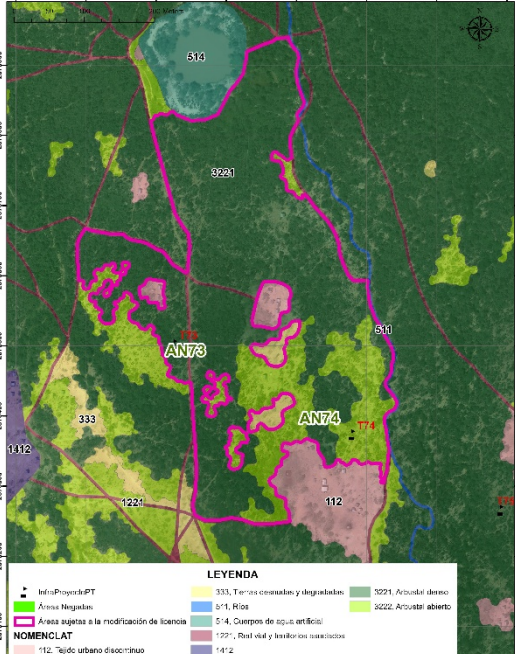
Infraestructura	Descripción	Figura
Torre 40 y acceso nuevo	La cobertura de arbustal denso, que interviene la torre define el área sujeta a la modificación, y hacia el occidente se acota por la red vial interceptada y el arbustal abierto.	
Torre 41	La torre 41 comprende las coberturas de arbustal abierto y denso, por lo tanto, su extensión se delimita con la extensión de estas dos coberturas naturales. Sin embargo, al occidente y norte se acota con la red vial.	

Infraestructura	Descripción	Figura
Acceso nuevo a torre 42	El acceso a la torre 42 requiere de la intervención de la cobertura de arbustal abierto, puesto que el área sujeta a la modificación se acota a dicha cobertura.	
Acceso nuevo torre 43	El acceso a la torre 43 abarca únicamente la cobertura de arbustal denso, por lo tanto, el área se delimita teniendo en cuenta la extensión de ese fragmento de arbustal denso. Hacia el norte y los costados, está acotada con la cobertura de red vial y territorios asociados.	

Infraestructura	Descripción	Figura
Patio de tendido 19, 20, 21, 23, Accesos a torre 44, 46, acceso a campamento y Torre 50	Esta infraestructura comprende un fragmento de arbustal denso, el cual se fragmenta hacia el sur con una vía, y hacia el costado occidente de igual forma se delimita con la red vial presente en esta área. Por esta razón, esta infraestructura queda agrupada dentro de un área de modificación de licencia.	Figura

Infraestructura	Descripción	Figura
Torre 53 y acceso nuevo a torre 54	La torre 53 y 54 se encuentran inmersos dentro de la cobertura de arbustal denso, por lo cual, en ambos casos el área sujeta a la modificación de licencia se acota a la extensión de esta cobertura, que únicamente se ve cortada por red vial.	
Acceso nuevo a torre 55 y Torre 56 y acceso nuevo	El acceso comprende la cobertura de arbustal denso, y se corta con tejido urbano discontinuo, por esta razón, el área se delimita teniendo como base la extensión de estas coberturas naturales.	

Infraestructura	Descripción	Figura
Torre 59	El acceso a torre 59 se encuentra dentro del arbustal abierto, por lo tanto, su extensión delimita el área sujeta a la modificación. Hacia el sur se acota el área con la cobertura de red vial.	
Accesos nuevos desde torre 58 a torre 65	Estos accesos se encuentran dentro de fragmentos de arbustal denso, por lo que el área se acota principalmente, con esta cobertura natural, y únicamente se ve cortada por la cobertura de red vial.	

Infraestructura	Descripción	Figura
Acceso nuevo torre 68, torre 69, acceso nuevos torre 70 y 71	Los arbustales densos son la cobertura que mayor tiene intervención por estas áreas, por consiguiente, el área sujeta a la modificación se delimita a la extensión del arbustal denso. Sin embargo, se encuentran varias vías que cortan la cobertura natural y por lo cual se observan varios polígonos separados entre sí.	Figura  LEYENDA - Infra-Proyecto PT - Áreas Negativas - Áreas sujetas a la modificación de licencia 211, Obras cultivos forestales 333, Terrenos cosechados y degradados 514, Ríos 514, Cuerpos de agua artificial 112, Tejido urbano discontinuo 1412 1122 3221, Arbustal denso 3222, Arbustal abierto NOMENCLAT 112, Tejido urbano discontinuo 1412
Acceso nuevo torre 73 y torre 74	El acceso a torre 73 abarca la cobertura de red vial y territorios asociados por lo que se acota únicamente a esta área, y el acceso a la torre 74 abarca tanto el arbustal abierto como denso y por esta razón, se extiende el área sujeta a la modificación hasta la cobertura de arbustal denso existente en esta parte.	 LEYENDA - Infra-Proyecto PT - Áreas Negativas - Áreas sujetas a la modificación de licencia 333, Terrenos cosechados y degradados 514, Ríos 514, Cuerpos de agua artificial 112, Tejido urbano discontinuo 1412 3221, Arbustal denso 3222, Arbustal abierto NOMENCLAT 112, Tejido urbano discontinuo 1412

Infraestructura	Descripción	Figura
Acceso a torre 76, y 77 y acceso a canal zodme 2	Esta área se delimita teniendo en consideración la cobertura de arbustal denso, dado que es la cobertura mayor intervenida y que atraviesa el acceso 75. El polígono es acotado con las vías alrededor existentes en la zona.	
Patio de tendido 35 y accesos nuevos a torre 81 y 82	Las áreas comprenden las coberturas de arbustal denso y abierto, pero el área sujeta a la modificación está delimitada principalmente, por lo extensión del arbustal denso.	

Infraestructura	Descripción	Figura
Patio de tendido 40	La infraestructura se encuentra inmersa dentro del arbustal denso, por lo que el área sujeta a la modificación se delimita teniendo en cuenta esta cobertura natural.	
Torre 88, acceso a torre 90, 91, torre 91 y patio de tendido 41	La torre 88 se encuentra dentro de un fragmento de arbustal denso por lo que el área se acota dicho fragmento de cobertura natural, de igual forma, el acceso de la torre 89 se encuentra dentro de un solo fragmento de arbustal abierto, así como el acceso a la torre 90. Y la torre 91, patio de tendido 41 y el acceso 91 abarca coberturas tanto de arbustal denso como abierto, pero la extensión del polígono está dada principalmente, por la extensión del arbustal denso.	

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025

5.2.2. ECOSISTEMAS TERRESTRES

De acuerdo con el Convenio de Diversidad Biológica (1992), un ecosistema es un “Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y antrópicas”. (Comité Técnico MEC, 2012). La identificación de ecosistemas se realizó siguiendo los lineamientos metodológicos establecidos en el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, del año 2007, desarrollado en el marco del convenio de cooperación entre el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, y otras entidades u organizaciones (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007), así como el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC), versión 2.1, actualización 2017, escala 1:100.000 (IDEAM, 2017).

5.2.2.1. Biomas y unidades bióticas

A pesar de que este numeral no fue modificado respecto a la caracterización presentada en el Estudio de Impacto Ambiental, se trae como contexto a nivel biótico para referir nuevamente en el acápite 5.2.2.4 Ecosistemas Modificación de Licencia Ambiental, en este sentido, se presenta a continuación la información radicada en el EIA.

Los elementos dinámicos, que describen y caracterizan los ecosistemas, están representados por la geopedología, las coberturas de la tierra y la zonificación climática, que incorpora temperatura y precipitación, dando como resultado el mapa de biomas y unidades bióticas, que relacionan la información de los ambientes de la geobiósfera con la similitud de la composición de las especies. Walter (1977) define los biomas como “ambientes grandes y uniformes de la geobiosfera” que corresponden a un área homogénea en términos biofísicos, ubicada dentro de una misma formación biogeográfica. Por lo tanto, un bioma puede considerarse como un conjunto de ecosistemas terrestres afines por sus rasgos estructurales y funcionales, los cuales se diferencian por sus características vegetales (Walter, 1985 y Hernández & Sánchez, 1992). Así mismo, pueden ocupar grandes extensiones y aparecen en los distintos continentes donde existen condiciones semejantes de clima y suelos (Carrizosa & Hernández, 1990).

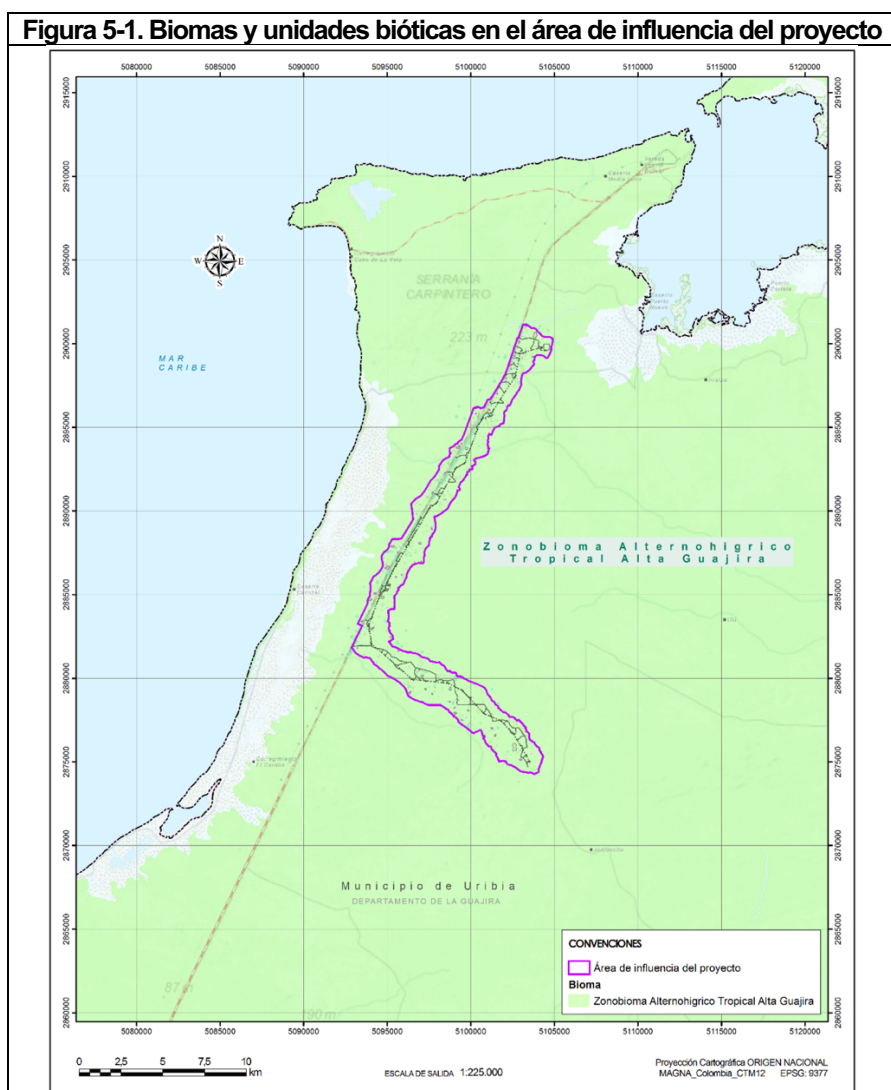
De acuerdo con el mapa de biomas y unidades bióticas (IAvH, 2016), el área de influencia del proyecto se encuentra en el Zonobioma Alternohigríco Tropical Alta Guajira, como se observa en la Figura 5-1. Adicionalmente, hace parte del Gran bioma Desierto tropical, Según la clasificación de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM, 2007), el Gran bioma del Desierto tropical, que se caracteriza por un clima cálido árido, donde se presenta una precipitación media anual inferior a 500 mm. Se localiza en altitudes por debajo de los 800 msnm y la cobertura es densa, rala o escasa. Este gran bioma se encuentra sobre geoformas de piedemonte coluvio-aluviales, planicies eólicas y fluvio-marinas, lomeríos estructurales y valles aluviales.

De acuerdo con el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC), versión 2.1, actualización 2017, escala 1:100.000 (IDEAM, 2017), el área de influencia del proyecto hace parte del gran bioma Zonobioma Alternohigríco Tropical y el bioma Zonobioma Alternohigríco Tropical Alta Guajira, definido en la capa actualizada de unidades bióticas elaboradas por el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH, 2016), y en los ecosistemas de Desierto en terrazas y Xerofitia desértica de arbustal abierto y arbustal denso en terrazas con suelo de condiciones de aridez (climas muy secos) y presencia de sales y/o sodio.

El Zonobioma Alternohigríco Tropical Alta Guajira se ubica en las serranías al norte del Departamento de La Guajira y está conformado por dos objetos de conservación: Arbustales en montaña y Bosque en montaña. La zona de arbustales está dominada por una comunidad vegetal de especies de arbusto, que presentan estructura de tallo leñosa, alturas entre 3 y 10 m, fuertemente ramificados desde la base, relativamente densos y espinosos, que pueden intercalarse con áreas pequeñas de un herbazal abierto con presencia de especies de follaje pequeño y espinoso, que se desarrollan en áreas donde hay un prolongado periodo de sequía, durante el cual gran parte de la vegetación pierde parcialmente su follaje. La zona de bosque está representada por una comunidad vegetal dominada por especies de árboles de porte medio, con alturas entre 7 y 15 m, que conforman un estrato de copas más o menos continuo (IAvH, 2008).

El relieve montañoso está formado por un núcleo de granitos y rodeadas de gneises y esquitos, con suelos poco profundos con un horizonte orgánico y otros compuestos por gravillas y rocas no meteorizadas. Este bioma presenta una precipitación anual de alrededor de 1.000 mm (IAVH, 2008). Dentro del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira se encuentran zonas influenciadas casi totalmente por el clima cálido árido, sobre geofomas de piedemonte coluvio-aluviales, planicies eólicas y fluvio-marinas y lomeríos estructurales, y la superficie está cubierta principalmente por herbazales, arbustales y zonas desnudas.

Para el Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira, el factor de compensación definido en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MADS, 2018), es de 6,25. Según el Listado Nacional de Factores de Compensación, el valor del FC está relacionado con la importancia nacional de los ecosistemas impactados, y se definen cuatro factores individuales de compensación: i) representatividad del ecosistema en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas; ii) rareza; iii) remanencia y iv) tasa de transformación anual. En el caso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira, los factores individuales son: i) representatividad (2) Alta Insuficiencia; ii) rareza (1,75) Raro; iii) remanencia (1,5) Alta y iv) tasa de transformación anual (1) Muy alto.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

5.2.2.2. Coberturas de la tierra dentro del área de influencia - Licencia Ambiental

La delimitación y codificación de las unidades de cobertura fue realizada siguiendo las metodologías y lineamientos para realizar el inventario y la actualización del mapa de coberturas de la tierra (IDEAM, 2012) y la base de datos de CORINE Land Cover Colombia (IDEAM, 2010). Es importante mencionar que las coberturas de la tierra fueron actualizadas dentro de las áreas sujetas de modificación de licencia, como se describe detalladamente en el **Capítulo 2. Generalidades**; para ello se realizó una verificación en campo de dichas áreas y se adjunta en el **Anexo B Caracterización Ambiental/Biótico/Flora** las fotografías asociadas a dichos puntos de control.

La distribución en área y porcentaje de las unidades de cobertura de la tierra identificadas en el área de influencia del proyecto y radicadas dentro del Estudio de Impacto Ambiental- EIA, se presenta en la Tabla 5-2, posteriormente se describen cada una de estas unidades de cobertura de acuerdo con la base de datos CORINE Land Cover Colombia (IDEAM, 2010). Así mismo, se presenta el área respecto a las modificaciones realizadas sobre las áreas sujetas de modificación de licencia, con el fin de reconocer los principales cambios dentro de la cobertura.

En el mapa 21. Cobertura Tierra (Ver Anexo 2. Cartografía) se detallan las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto. En la Tabla 5-2 se presenta la descripción de las coberturas de la tierra presentes en el AI del proyecto, con sus respectivas áreas (ha) y porcentaje de área, y se observa, que los principales cambios realizados para el presente documento se encuentran en las coberturas de arbustal denso, abierto y tierras desnudas y degradadas.

Tabla 5-2. Coberturas de la tierra en el área de influencia del proyecto

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nomenclatura	Nombre cobertura	Área (ha) EIA	%	Área actualizada (ha) 2024	%	Diferencia
1. Territorios artificializados	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	-	112	Tejido urbano discontinuo	305,44	5,07	304,57	5,05	-0,87
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	1221	Red vial y territorios asociados	203,48	3,37	203,48	3,37	0,00
			1.2.2.2. Red ferroviaria y terrenos asociados	1222	Red ferroviaria y terrenos asociados	25,3	0,42	25,30	0,42	0,00
	1.4. Zonas Verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1. Zonas verdes urbanas	1.4.1.2. Parques cementerios	1412	Parques cementerios	30,4	0,50	30,40	0,50	0,00
		1.4.2. Instalaciones recreativas	1.4.2.2. Áreas deportivas	1422	Áreas deportivas	0,48	0,01	0,48	0,01	0,00
2. Territorios agrícolas	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros Cultivos transitorios	-	211	Otros cultivos transitorios	113,91	1,89	113,91	1,89	0,00
3. Bosques y áreas	3.2. Áreas con vegetación	3.2.2. Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso	3221	Arbustal denso	4.065,77	67,44	4040,77	67,02	-25,00

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nomenclatura	Nombre cobertura	Área (ha) EIA	%	Área actualizada (ha) 2024	%	Diferencia
seminaturales	herbácea y/o arbustiva		3.2.2.2. Arbustal abierto	3222	Arbustal abierto	930,47	15,43	950,99	15,77	20,52
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	-	333	Tierras desnudas y degradadas	218,27	3,62	223,61	3,71	5,34
4. Áreas húmedas	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1. Zonas pantanosas	-	411	Zonas pantanosas	0,36	0,01	0,36	0,01	0,00
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos	-	511	Ríos	24,29	0,40	24,29	0,40	0,00
		5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	-	514	Cuerpos de agua artificiales	110,97	1,84	110,97	1,84	0,00
Total, general						6.029,14	100,00	6.029,14	100,00	

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

A continuación, se deja la descripción de las coberturas de la Tierra presentadas en el EIA, dado que son las mismas coberturas identificadas, no existe ninguna cobertura nueva dentro de la actualización realizada para la modificación de licencia.

- **Territorios artificializados (1):** En este nivel se agrupan las áreas de las ciudades, poblaciones y, demás áreas periféricas que están siendo anexas a las zonas urbanas mediante un proceso progresivo de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. En el área de influencia del proyecto este nivel está representado cinco unidades de cobertura de la tierra, dentro de los subniveles zonas urbanizadas (1.1), zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (1.2) y zonas verdes artificializadas, no agrícolas (1.4).
- **Zonas urbanizadas (1.1):** En este subnivel se incluyen las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas, que configuran un tejido urbano (IDEAM, 2010). En este subnivel se identificó una unidad de cobertura la cual corresponde con el tejido urbano discontinuo.
- **Tejido urbano discontinuo (1.1.2):** Esta unidad de cobertura incorpora las áreas conformadas por edificaciones y zonas verdes, en la cual las edificaciones, infraestructura y vías constituyen la superficie del terreno de forma dispersa y discontinua, mientras que el resto del área se encuentra cubierta por zonas verdes y vegetación (IDEAM, 2010). Esta cobertura ocupa un área de 305,57 ha y representa un 5,05% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto y se ubica principalmente en las comunidades indígenas del pueblo Wayúú y otras edificaciones de servicios públicos (escuelas, mercados, etc.). De manera más amplia, corresponde a los espacios conformados por infraestructura comunitaria, áreas abiertas y zonas verdes. Las viviendas de las comunidades, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área corresponde a tierras desnudas y zonas abiertas, o está cubierta por vegetación, como se aprecia en las Fotografía 5-1 y Fotografía 5-2.

 *Coordenadas (Magna CTM12): A). Norte: 2895866,00 – Este: 5101333,49	 *Coordenadas (Magna CTM12): B). Norte: 2895721,31 – Este: 5100982,4
Fotografía 5-1. Tejido urbano discontinuo comunidad de Youren, A). Vivienda tradicional	Fotografía 5-2. Tejido urbano discontinuo comunidad de Youren, B). Escuela

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (1.2): En este subnivel se incluyen las áreas cubiertas por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Comprende igualmente las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad (IDEAM, 2010). En este subnivel se identificaron dos unidades de cobertura, las cuales corresponden a red vial y territorios asociados y red ferroviaria y territorios asociados.
- Red vial y territorios asociados (1.2.2.1): Esta unidad de cobertura incorpora las áreas cubiertas por la infraestructura vial, tales como carreteras, autopistas y puentes, así como las áreas asociadas como peajes, zonas verdes y zonas de estacionamiento (IDEAM, 2010). Esta cobertura ocupa un área de 203,48 ha y representa un 3,37% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto; corresponde en primer lugar con el terraplén y la vía principal que conduce del municipio de Uribia a Puerto Bolívar, en segundo lugar, con las vías de acceso a las comunidades, entre otras vías, caminos y senderos, como se aprecia en las Fotografía 5-3 y Fotografía 5-4.

 *Coordenadas (Magna CTM12): A). Norte: 2885517,40 – Este: 5094745,92	 *Coordenadas (Magna CTM12): B). Norte: 2886089,70 – Este: 5095165,25
Fotografía 5-3. A) Vía de acceso hacia la comunidad Orechon, km 114 Vía Uribia – Puerto Bolívar	Fotografía 5-4. B). Vía de acceso hacia la comunidad Mashalerain, km 112 Vía Uribia

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- **Red ferroviaria y terrenos asociados (1.2.2.2):** Esta unidad de cobertura incorpora las áreas cubiertas por la infraestructura férrea, tales como vías, intercambiadores y estaciones de abordaje. Incluye las áreas asociadas como zonas verdes y zonas de estacionamiento conexas con las estaciones (IDEAM, 2010). Esta cobertura ocupa un área de 25,30 ha y representa un 0,42% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto; corresponde principalmente al terraplén y a la vía ferroviaria que realiza el transporte de carbón desde la mina el Cerrejón en el municipio de Albania hasta Puerto Bolívar (Ver Fotografía 5-5 a Fotografía 5-8).
- **Zonas verdes artificializadas, no agrícolas (1.4):** En este subnivel se incluyen las áreas cubiertas por zonas verdes localizadas en las áreas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación, donde los diferentes usos del suelo no requieren de infraestructura construida apreciable (IDEAM, 2010). En este subnivel se identificaron dos unidades de cobertura (Ver Fotografía 5-9 a Fotografía 5-13).

 *Coordenadas (Magna CTM12): A). Norte: 2896912,33 – Este: 5101328,40	 *Coordenadas (Magna CTM12): B). Norte: 2896912,33 – Este: 5101328,40
Fotografía 5-5. Vía férrea Albania – Puerto Bolívar a la altura de la comunidad Jichimalu. A). panorámica sentido norte	Fotografía 5-6. Vía férrea Albania – Puerto Bolívar a la altura de la comunidad Jichimalu. B). panorámica sentido sur

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

 *Coordenadas (Magna CTM12): A). Coord Norte: 2895880,47– Coord Este: 5101038,41	 *Coordenadas (Magna CTM12): B). Coord Norte: 2895880,47– Coord Este: 5101038,41
Fotografía 5-7. Vía férrea Albania – Puerto Bolívar a la altura de la comunidad Youren A). Terraplén vía férrea	Fotografía 5-8. Vía férrea Albania – Puerto Bolívar a la altura de la comunidad Youren. B). Carril vía férrea

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- **Parques cementerios (1.4.1.2):** Esta unidad de cobertura incluye las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, incluyendo parques urbanos y cementerios (IDEAM, 2010). Esta cobertura ocupa un área de 30,40 ha y representa un 0,5% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto, comprende las zonas de los cementerios y enramada-cementerio, distribuidas en el terreno de manera dispersa y discontinua, el resto del área está cubierta por tierras desnudas y zonas verdes o con vegetación, como se aprecia en las Fotografía 5-9 y Fotografía 5-10.

	
*Coordenadas (Magna CTM12): A). Coord Norte: 2893733,55 – Coord Este: 5099709,38	*Coordenadas (Magna CTM12): B). Coord Norte: 2893733,55 – Coord Este: 5099709,38
Fotografía 5-9. Cementerio en la comunidad de Maramaralein. A). Panorámica	Fotografía 5-10. Cementerio en la comunidad de Maramaralein. B). Acercamiento

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- **Áreas deportivas (1.4.2.2):** Esta unidad de cobertura incluye los terrenos dedicados a las actividades de camping, deporte, parques de atracción, golf, hipódromos y otras actividades de recreación y esparcimiento, incluyendo los parques habilitados para esparcimiento, no incluidos dentro del tejido urbano (IDEAM, 2010) y que se aprecia en la Fotografía 5-11. Esta cobertura ocupa un área de 0,48 ha y representa un 0,01% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto, corresponde principalmente a los terrenos dedicados a las actividades de deporte, recreación y esparcimiento, incluye las canchas deportivas georeferenciadas como elementos sociales, no incluidas dentro del tejido urbano.



*Coordenadas (Magna CTM12): A). Norte: 2893733,55 – Este: 5099709,38

Fotografía 5-11. Cancha deportiva en la comunidad de Maramaralein

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- **Territorios agrícolas (2):** En este nivel se agrupan los terrenos dedicados primordialmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Teniendo en cuenta lo anterior, comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas (IDEAM, 2010). En el área de influencia del proyecto este nivel está representado por 113,91 ha y representan un 1,89% respecto de la superficie total del área de estudio, en este nivel se identificó una unidad de cobertura de la tierra, dentro del subnivel cultivos transitorios (Ver Fotografía 5-12 y Fotografía 5-13).

 *Coordenadas (Magna CTM12): A A). Norte: 2882640,27 – Este: 5093675,49	 *Coordenadas (Magna CTM12): B). Norte: 2882640,27 – Este: 5093675,49
Fotografía 5-12. Área de roza para cultivo en los límites de las comunidades LaTrampa-Japuraloa, a un costado del Arroyo Achoujuri. A). Panorámica de área de roza y cerramiento	Fotografía 5-13. Área de roza para cultivo en los límites de las comunidades LaTrampa-Japuraloa, a un costado del Arroyo Achoujuri. B). Acercamiento

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- **Cultivos transitorios (2.1):** En este subnivel se incluyen las áreas ocupadas con cultivos transitorios. En el área de influencia del proyecto en esta categoría se identificó una unidad de cobertura la cual corresponde con otros cultivos transitorios.
- **Otros cultivos transitorios (2.1.1):** Comprende las áreas identificadas y delimitadas como rozas, estas tierras generalmente están ocupadas por cultivos transitorios, cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, al interior se encuentran algunos parches de vegetación. Esta cobertura ocupa un área de 113,91 ha y representa un 1,89% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto.
- **Bosques y áreas seminaturales (3):** En este nivel se incluyen aquellas coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación (IDEAM, 2010). En el área de influencia del proyecto este nivel está representado por 5.214,51 ha y representan un 86,49% respecto de la superficie total del área de estudio, en este nivel se identificaron tres unidades de cobertura de la tierra, dentro de los subniveles, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.2) y áreas abiertas sin o con poca vegetación (3.3).
- **Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.2):** En este subnivel se incluyen aquellas coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica (IDEAM, 2010).
- **Arbustal denso (3.2.2.1):** Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad (Ver Fotografía 5-14). Esta cobertura está representada por 4.040,77 ha y representan un 67,02% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto, es la cobertura mejor representada en el área de estudio en cuanto a su superficie y por tanto la cobertura vegetal más amplia con vegetación de tipo arbustivo, la cual está dominada

principalmente por arbustos de Trupillo (*Neltuma juliflora*) y Dividivi (*Libidibia coriaria*) y se entremezclan con los diversos grupos de cardonales.



*Coordenadas (Magna CTM12): A). Norte: 2874748,30 – Este: 5102952,13

Fotografía 5-14. Panorámica de un arbustal denso en la comunidad de Mashalerain

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- Arbustal abierto (3.2.2.2): Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Este tipo de arbustal abierto está caracterizado por presentar una vegetación esclerófila compuesta por arbustos achaparrados y por árboles pequeños, caracterizados por tener hojas duras y caducifolias, con cutícula gruesa y succulenta, por ejemplo, los cactus y/o plantas espinosas. Esta cobertura está representada por 950,99 ha y representan un 15,77% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto, es la segunda cobertura con mayor representatividad en el área de estudio en términos de superficie y la segunda cobertura vegetal con mayor representatividad con vegetación de tipo arbustiva. En el área de estudio está compuesta por plantas adaptadas a la sequedad, en cuya composición florística están presentes algunas especies de cactus arborescentes y arbustos caracterizados por tener hojas duras y caducifolias, con cutícula gruesa y succulenta, la mayoría espinosa (Ver Fotografía 5-15). También algunos árboles o arbustos de pequeño porte aislados conforman la composición florística de esta cobertura. Entre las especies presentes se encuentran: trupillo (*Neltuma juliflora*), dividivi (*Libidibia coriaria*), chaparro amargo (*Castela erecta*), cardon (*Stenocereus griseus*), tuna (*Opuntia caracasana*), entre otras.



*Coordenadas (Magna CTM12): A). Norte: 2891984,47 – Este: 5099979,18

Fotografía 5-15. Panorámica de un arbustal abierto en la comunidad de Namunashitou

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- Áreas abiertas, sin o con poca vegetación (3.3): En este subnivel se incluyen aquellas áreas en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve (IDEAM, 2010). En el área de influencia de proyecto dentro de esta categoría se identificó una cobertura la cual corresponde con Tierras desnudas y degradadas.
- Tierras desnudas y degradadas (3.3.3): Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación y/o condiciones climáticas y que se aprecia en la Fotografía 5-16. Esta cobertura está representada por 223,61 ha y representan un 3,71% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- Áreas húmedas (4): En este nivel se incluyen aquellas coberturas constituidas por terrenos susceptibles a la inundación, que pueden ser temporalmente anegados y estar parcialmente cubiertos por vegetación acuática, ubicados en los bordes marinos y al interior del continente (IDEAM, 2010). En el área de influencia del proyecto en este nivel se identificó únicamente una unidad de cobertura de la tierra, ubicadas dentro del subnivel áreas húmedas continentales.
- Áreas húmedas continentales (4.1): En este subnivel se incluyen las áreas húmedas, las cuales hacen referencia a los diferentes tipos de zonas inundables, pantanos y terrenos anegadizos en los cuales el nivel freático está a nivel del suelo en forma temporal o permanente (IDEAM, 2010). En el área de influencia del proyecto en este subnivel se identificó como única cobertura las zonas pantanosas.
- Zonas pantanosas (4.1.1): Esta cobertura comprende las tierras bajas, que pueden ser temporalmente inundadas, localizados en los bordes de los jagüeyes, algunas con cobertura parcial de vegetación. Esta cobertura está representada por 0,36 ha y representan un 0,01% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto (Ver Fotografía 5-17).



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- **Superficies de agua (5):** En este nivel se incluyen los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados dentro del continente y los que están a lo largo o se encuentran cercanos a la línea de costa continental, como los mares (IDEAM, 2010). En el área de influencia del proyecto se identificaron dos unidades de cobertura de la tierra, ubicadas dentro del subnivel aguas continentales.
- **Aguas continentales (5.1):** En este subnivel se incluyen cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales; como lo son lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, tales como los ríos y canales (IDEAM, 2010). En el área de influencia del proyecto en este subnivel se identificaron las coberturas de ríos y cuerpos de agua artificiales, siendo estos últimos los más representativos.
- **Ríos (5.1.1):** Los ríos se entienden como una corriente natural de agua que fluye con continuidad, los cuales adicionalmente poseen un caudal considerable y desembocan en el mar, en un lago o en otro río (IDEAM, 2010). Esta cobertura ocupa un área de 24,29 ha y representa un 0,40% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto; corresponde principalmente con los numerosos arroyos, los cuales en épocas de lluvias aumentan su caudal considerablemente y desembocan sus aguas principalmente en los Jagüeyes (Ver Fotografía 5-18 y Fotografía 5-19).



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

- **Cuerpos de agua artificiales (5.1.4):** Esta cobertura incorpora principalmente los cuerpos de agua de origen artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos y también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos (IDEAM, 2010). Esta cobertura ocupa un área de 110,97 ha y representa un 1,84% respecto de la superficie total del área de influencia del proyecto, corresponde principalmente a los jagüeyes y/o pozos artificiales construidos por y para las comunidades con fines de abastecimiento de agua para actividades de aseo y consumo principalmente animal (Ver Fotografía 5-20).



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

5.2.2.3. Coberturas de la tierra dentro del área de influencia – Áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia ambiental

De acuerdo con las coberturas identificadas y descritas en el Estudio de Impacto Ambiental, para la presente modificación de licencia ambiental se define dentro del área de influencia las áreas sujetas a la solicitud de modificación, que fueron descritas en el numeral 5.2.1 Áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia ambiental.

En este sentido, estas áreas abarcan 620,055 ha dentro del área de influencia del proyecto, siendo las coberturas más representativas el arbustal denso con 548,35 ha (88,44%) y el arbustal abierto con 59,11 ha (9,53%), y las cuales representan las únicas coberturas terrestres naturales. Así mismo, se observa en la Tabla 5-3, que las coberturas de Red ferroviaria, parques cementerios, áreas deportivas, otros cultivos transitorios, zonas pantanosas, y superficies de agua no se encuentran dentro de las áreas sujetas de modificación de licencia, a pesar de encontrarse dentro del área de influencia; y de igual manera, que las coberturas de Tejido urbano discontinuo, Red vial, arbustal denso y abierto y tierras desnudas y degradadas son las que sufren cambios con la actualización realizada acorde con las observaciones expuestas en la Resolución 661 del 15 de abril de 2024.

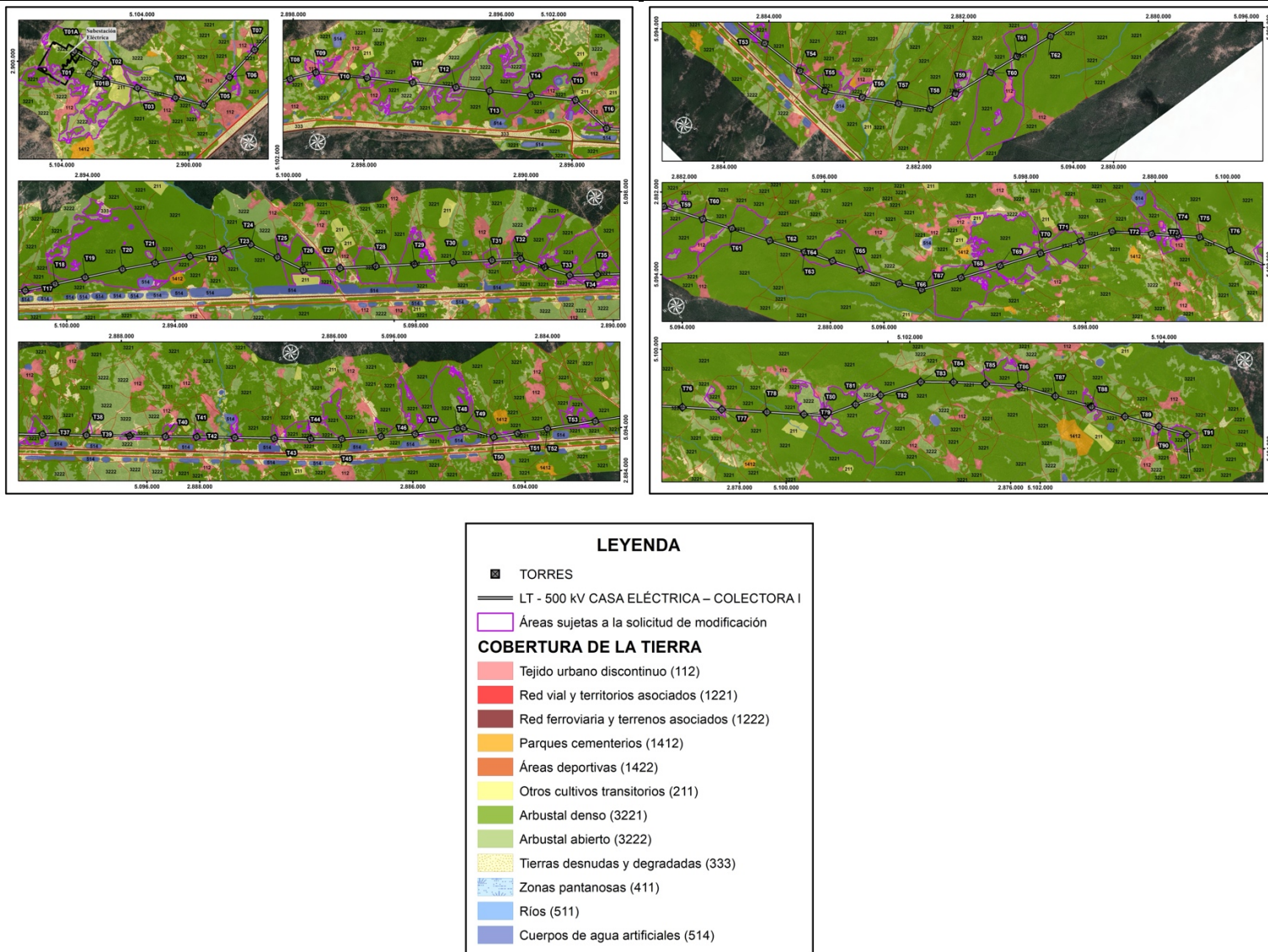
Tabla 5-3. Coberturas de la tierra en las áreas sujetas de modificación de licencia

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nomenclatura	Nombre cobertura	Área (ha) EIA	%	Área actualizada (ha) 2024	%	Diferencia
1. Territorios artificializados	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	-	112	Tejido urbano discontinuo	2,99	0,48	2,83	0,46	-0,17
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	1221	Red vial y territorios asociados	5,22	0,84	5,21	0,84	-0,01
			1.2.2.2. Red ferroviaria y terrenos asociados	1222	Red ferroviaria y terrenos asociados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1.4. Zonas Verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1. Zonas verdes urbanas	1.4.1.2. Parques cementerios	1412	Parques cementerios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1.4.2. Instalaciones recreativas	1.4.2.2. Áreas deportivas	1422	Áreas deportivas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2. Territorios agrícolas	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros Cultivos transitorios	-	211	Otros cultivos transitorios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Bosques y áreas	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.2. Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso	3221	Arbustal denso	560,69	90,43	548,35	88,44	-12,34
seminaturales			3.2.2.2. Arbustal abierto	3222	Arbustal abierto	49,39	7,97	59,11	9,53	9,72
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	-	333	Tierras desnudas y degradadas	1,76	0,28	4,56	0,74	2,80
4. Áreas húmedas	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1. Zonas pantanosas	-	411	Zonas pantanosas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos	-	511	Ríos	0,00	0,00	0	0,00	0,00
		5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	-	514	Cuerpos de agua artificiales	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Total, general						620,06	100,00	620,06	100,00	

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Se observa en la Figura 5-2 las coberturas de la tierra dentro de las áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia.

Figura 5-2. Áreas sujetas de modificación de licencia. Coberturas de la Tierra



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Las coberturas de la Tierra, como se ha manifestado se actualizaron considerando las observaciones expuestas en la Resolución 661 del 15 de abril de 2024 “Por la cual se resuelve de reposición interpuesto en contra de la Resolución 3158 del 29 de noviembre de 2023 y se tomas otras disposiciones”, por ejemplo, en la Torre 2, donde la autoridad encuentra que hay Tierras desnudas y degradadas dentro del área (**Fotografía 5-21**), con la visita de campo realizada entre los meses de agosto y octubre de 2024 y el insumo de la imagen satelital del año 2022 se puede comprobar esta observación (Ver capítulo 2. Generalidades).



5.2.2.4. Ecosistemas Modificación de Licencia Ambiental

La distribución espacial de los ecosistemas identificados en el área de influencia del proyecto se presenta en la Tabla 5-4 y la Figura 5-3, y corresponden a la integración de las variables de coberturas de la tierra y el mapa de biomas y unidades bióticas, escala 1:100.000, del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH, 2016), en el cual se identifica que la totalidad del área de influencia del proyecto se encuentra en el Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira.

En la Tabla 5-4, se observa igualmente, la comparación de áreas frente a los ecosistemas del EIA, y los cambios realizados sobre las áreas sujetas a modificación de licencia ambiental en la cobertura que influye en los ecosistemas terrestres del área de influencia.

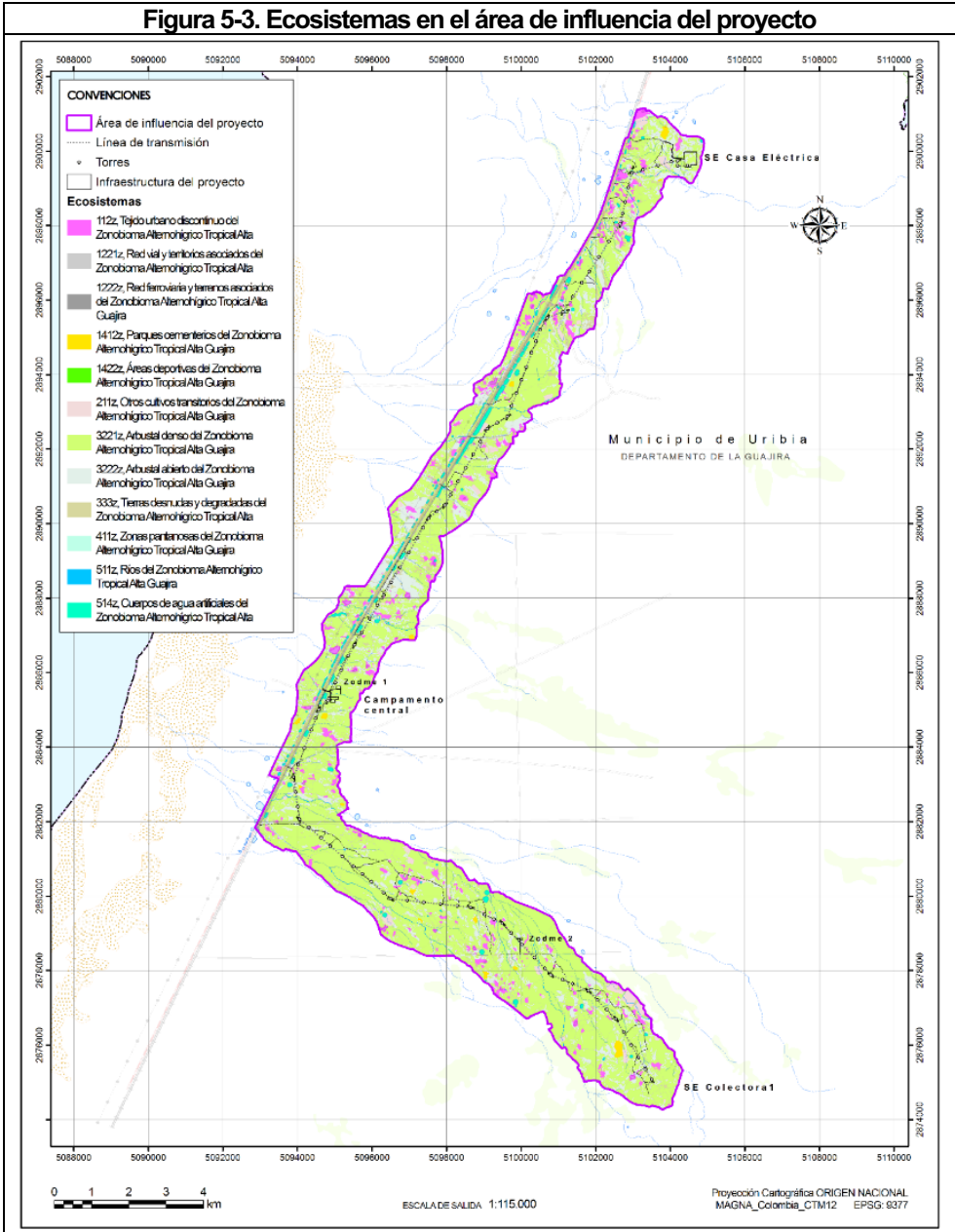
En el mapa 20. Ecosistema (Ver Anexo 2. Cartografía) se detallan las unidades ecosistémicas presentes en el área de influencia del proyecto.

Tabla 5-4. Ecosistemas en el área de influencia del proyecto

Nomenclatura	Cobertura	Área (ha) EIA 2023	Área (%)	Área (ha) 2024	%
112	Tejido urbano discontinuo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	305,44	5,07	304,57	5,05
211	Otros cultivos transitorios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	113,91	1,89	113,91	1,89
333	Tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	218,27	3,62	223,61	3,71
411	Zonas pantanosas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,36	0,01	0,36	0,01
511	Ríos del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	24,29	0,40	24,29	0,40
514	Cuerpos de agua artificiales del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	110,97	1,84	110,97	1,84
1221	Red vial y territorios asociados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	203,48	3,37	203,48	3,37
1222	Red ferroviaria y terrenos asociados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	25,3	0,42	25,30	0,42
1412	Parques cementerios del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	30,4	0,50	30,40	0,50

Nomenclatura	Cobertura	Área (ha) EIA 2023	Área (%)	Área (ha) 2024	%
1422	Áreas deportivas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,48	0,01	0,48	0,01
3221	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	4.065,77	67,44	4040,77	67,02
3222	Arbustal abierto del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	930,47	15,43	950,99	15,77
Total, general		6.029,14	100,00	6.029,14	100,00

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

Los ecosistemas que se encuentran dentro de las áreas sujetas a la solicitud de modificación de licencia son cinco (5), y dado que existe un único bioma, la extensión corresponde a la misma de las coberturas terrestres, siendo las de mayor extensión el ecosistema arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira y el Arbustal abierto del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira. Esta capa fue actualizada acorde con las modificaciones realizadas a la cobertura de la Tierra presentada en el Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 5-5. Ecosistemas en las áreas sujetas de modificación de licencia del proyecto

Nomenclatura	Cobertura	Área (ha) EIA	Porcentaje	Área actualizada (ha) 2024	Porcentaje
112	Tejido urbano discontinuo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	2,99	0,48	2,83	0,46
1221	Red vial y territorios asociados del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	5,22	0,84	5,21	0,84
3221	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	560,69	90,43	548,35	88,44
3222	Arbustal abierto del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	49,39	7,97	59,11	9,53
333	Tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	1,76	0,28	4,56	0,74
Total, general		620,06	100,00	620,06	100,00

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.2.5. Flora – Modificación de Licencia Ambiental

Como se mencionó anteriormente en la introducción, en este ítem únicamente se presenta el complemento a la caracterización florística de las coberturas antrópicas, de acuerdo con lo requerido en la Resolución 661 de 2024, en el cual no se evidenciaba caracterización de latizales y cardonales en estas coberturas. Dado que en el EIA presentado mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, el cual fue acogido por la Resolución 3158 de 2023 y la Resolución 661 del 15 de abril de 2024 se presentó la caracterización de las coberturas naturales, se mantiene el análisis y composición presentada allí, debido a que la modificación de licencia implicó el censo en las áreas específicas que fueron negadas para aprovechamiento forestal.

Adicionalmente, donde se ubicaron las 106 parcelas (71- arbustal denso y 35- arbustal abierto) caracterizadas y presentadas en el EIA, las coberturas no fueron modificadas, y por lo tanto, los estadígrafos presentados no cambian y siguen cumpliendo con la representatividad del muestreo acorde con los TdR de la Metodología General de estudios ambientales; y a pesar, que se presente a continuación una caracterización de coberturas antrópicas, dada la naturaleza de estas coberturas (antropizadas) no requiere del cálculo de error de muestreo, puesto que esta cobertura no corresponde a un comportamiento natural ni una distribución normal, producto de una sucesión vegetal, sino que por el contrario su crecimiento y desarrollo se ha dado por la intervención de las comunidades, dejando árboles dispersos con algún objetivo para su beneficio.

En este sentido, con base en el censo realizado para las áreas de intervención por viabilizar (4,309 ha) se presenta la siguiente caracterización florística de las coberturas antrópicas dentro del área de influencia, considerando que al no ser naturales no se comportan de forma natural ni con distribución normal, por lo cual, se reitera los estadígrafos no se consideran dentro de estas coberturas.

5.2.2.5.1. Flora terrestre

5.2.2.5.1.1. Composición florística de coberturas antrópicas

Como complemento a la caracterización florística realizada en EIA, se presenta a continuación, la composición florística de coberturas antrópicas como son la red vial y territorios asociados, y tierras desnudas y degradadas. Estas coberturas

generalmente presentan pocos individuos arbóreos o ninguno según las definiciones de la Leyenda Corine Land Cover; sin embargo, dadas las condiciones especiales de La Guajira, los elementos arbustivos se pueden presentar de forma dispersa en estas áreas, dado que la comunidad no altera la superficie vegetal en otros materiales, como cemento o asfalto.

Por esta razón, a continuación, se describen las especies que dentro del Censo forestal realizado para el capítulo 7. Aprovechamiento Forestal, se registraron de forma dispersa sobre estas coberturas y que en total representan 3,89 ha que corresponden a las áreas que requieren de permiso de aprovechamiento forestal del total de las 4,309 ha censadas de las áreas de intervención por viabilizar.

A continuación, en la Tabla 5-6 se describe el área de cada cobertura dentro de las áreas de intervención por viabilizar, que, en este caso, se resalta el área de las coberturas que se describen a continuación: Red vial y territorios asociados, y Tierras desnudas y degradadas. Dado que no se presentan individuos fustales en gran magnitud no se calculan volúmenes por hectárea.

Tabla 5-6 Coberturas de la tierra existentes dentro de las áreas de intervención por viabilizar

Cobertura de la Tierra	Área (ha) EIA (2023)	%	Área (ha) Actualización	%
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	0,094	2,18	0,094	2,18
1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	0,013	0,31	0,026	0,60
3.2.2.1 Arbustal denso	1,834	42,56	1,958	45,43
3.2.2.2 Arbustal abierto	2,328	54,01	1,897	44,02
3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	0,041	0,94	0,335	7,78
Total, general	4,309	100	4,309	100

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

• Red vial y territorios asociados

Para la cobertura de red vial y territorios asociados, se registró un total de un (1) individuo latizal (Tabla 5-7), perteneciente a la especie Trupillo (*Neltuma juliflora*), no se registran cardonales ni fustales dentro de esta cobertura.

Tabla 5-7 Composición florística en la cobertura de red vial y territorios asociados

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Área basal (m2)	Volumen Total (m3)
FABACEAE	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	1	0,00	0,01

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

• Tierras desnudas y degradadas

Finalmente, para la cobertura de Tierras desnudas y degradadas se registraron nueve (9) individuos, que en total representan tres (3) especies, y en mayor representación por la especie Trupillo (*Neltuma juliflora*), además de ser la especie con un único individuo fustal (Tabla 5-8), esto se debe a que estas áreas a pesar de observar una degradación en el suelo por el tránsito continuo de la comunidad, hay elementos arbustivos dispersos dentro de la cobertura, sin embargo, no representa más del 5% del área total.

Tabla 5-8 Composición florística en la cobertura de Tierras desnudas y degradadas

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de tamaño	Número de individuos	Área basal (m2)	Volumen Total (m3)
CACTACEAE	<i>Stenocereus griseus</i>	Yossu	Cardonal	1	0,01	0,13
FABACEAE	<i>Neltuma juliflora</i>	Trupillo	Fustal	1	0,01	0,03
			Latizal	5	0,01	0,03
	<i>Parkinsonia praecox</i>	Mapúa	Latizal	2	0,01	0,03

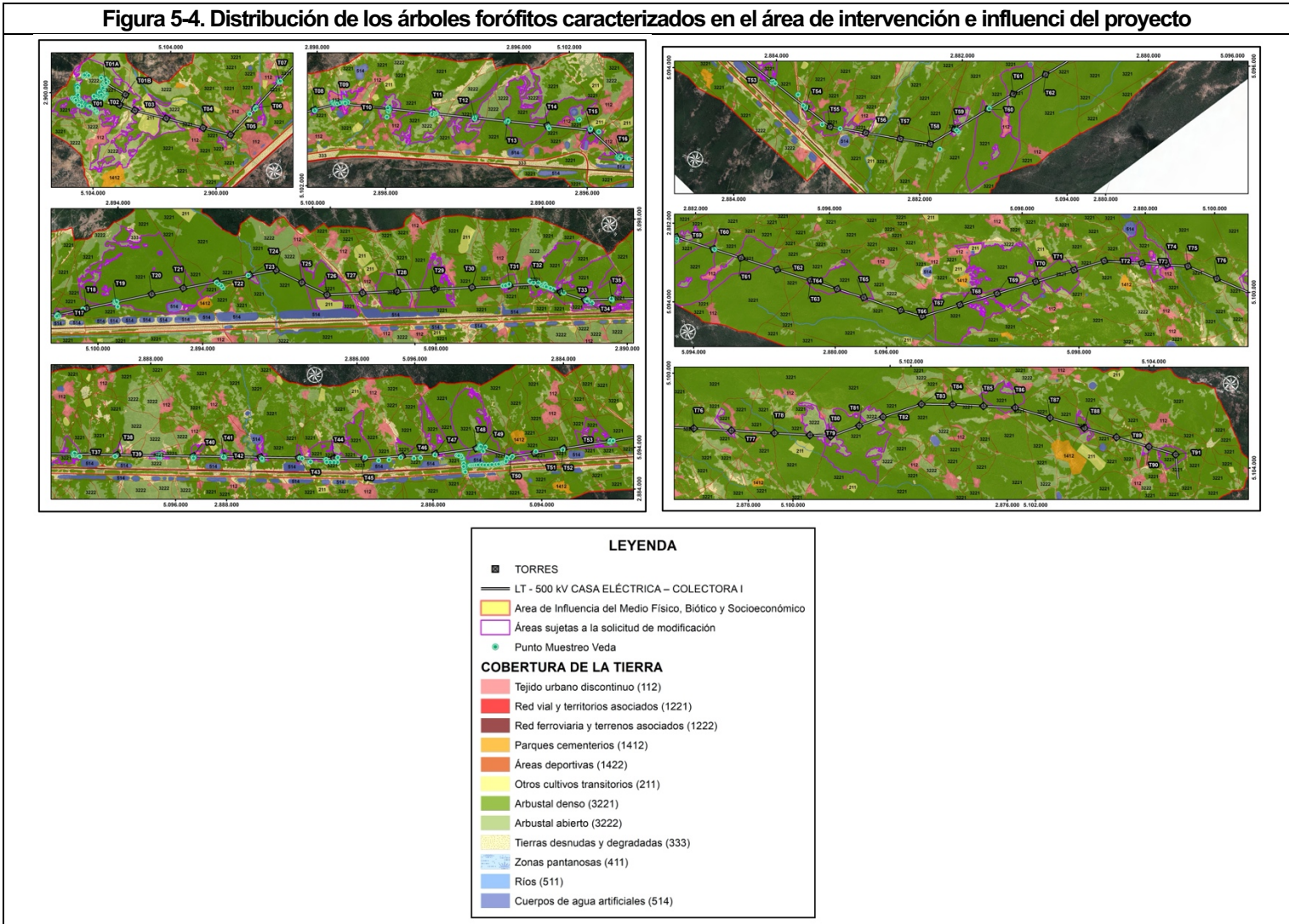
Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de tamaño	Número de individuos	Área basal (m2)	Volumen Total (m3)
TOTAL				9	0,04	0,21

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.2.6. Especies vasculares y no vasculares (epífita, rupícola y terrestre)

A continuación se presentan los resultados de la caracterización de las especies vasculares y no vasculares de los hábitos epífita, rupícola y terrestre registradas en el área sujeta a la solicitud de modificación de 4,309 hectáreas, conformada por cinco (5) coberturas (Arbustal abierto, Arbustal denso, Red vial y territorios asociados, Tejido urbano discontinuo y Tierras desnudas y degradadas), además, se incluyeron en el muestreo dos (2) coberturas adicionales (Ferrocarril del Cerrejón y Otros cultivos transitorios) presentes en el área de influencia, debido a que allí se evidenciaron especies en categoría de veda nacional de hábitos epífita, rupícola y terrestre, en las cuales se caracterizaron un total de 599 árboles y arbustos forófitos y 266 parcelas de sustratos rupícolas y terrestres (Figura 5-4), cumpliendo el esfuerzo de muestreo según la metodología RRED y las circulares del MADS y la ANLA.

Figura 5-4. Distribución de los árboles forófitos caracterizados en el área de intervención e influenci del proyecto



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

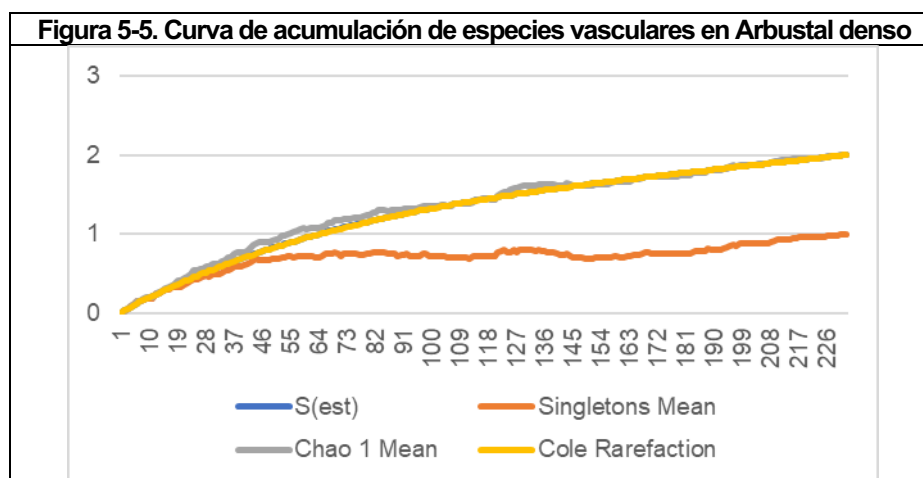
5.2.2.6.1. Especies vasculares

5.2.2.6.1.1. Representatividad del muestreo

La estimación del esfuerzo de muestreo en las tres (3) coberturas en las cuales se hicieron registros de especies vasculares, de las siete (7) con presencia de vegetación caracterizadas en el área sujeta a la solicitud de modificación y en el área de influencia, correspondientes a Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad) y Red vial y territorios asociados (Rv) se evaluó por medio de una curva de acumulación de especies, con los forófitos como la unidad muestral, empleando los estimadores S(est), Cole y Chao 1 (basados en datos de abundancia), además, se empleó la curva de Singletons, que tiene en cuenta a aquellas especies que registraron solo un individuo (Villarreal et. al, 2003) (**Anexo B Biótico/Epifitas/Base de datos y curvas de acumulación**).

• Arbustal denso

El esfuerzo de muestreo de las especies vasculares en la cobertura Arbustal denso, fue representativo en un 100% para los estimadores Cole y Chao 1, donde se registraron dos (2) especies de las dos (2) estimadas para esta cobertura, observándose cómo se estabilizan en una asíntota los estimadores; en cuanto a la curva de Singletons (aquellas especies que registraron un solo individuo), esta curva registró una (1) especie vascular, con lo cual logra estabilizarse, lo que ratifica la buena representatividad del muestreo (Figura 5-5).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.2.6.1.2. Composición y riqueza de especies

La composición de las especies vasculares que se registraron en las tres (3) coberturas en las cuales se hicieron registros de especies vasculares, de las siete (7) con presencia de vegetación caracterizadas en el área sujeta a la solicitud de modificación, correspondientes a Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad) y Red vial y territorios asociados (Rv) se presenta en la Tabla 5-9. Se registraron dos (2) especies vasculares de hábito epífita, agrupadas en el género *Cissus* de la familia Sapindaceae (**Anexo B Biótico/Epifitas/Certificados de herbario y especialista, Base de datos y curvas de acumulación y Anexo F Registro fotográfico**).

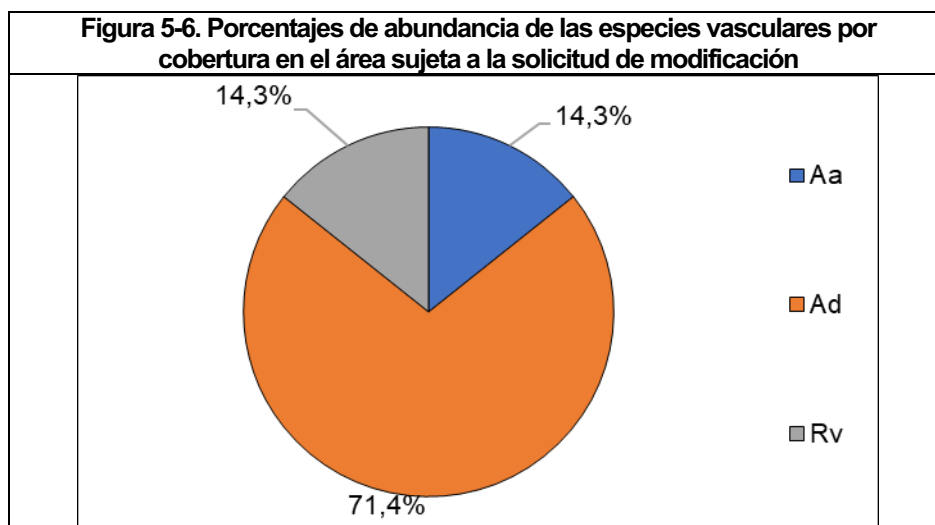
Tabla 5-9 Composición de especies vasculares en el área de solicitud de modificación del proyecto

Familia	Especies vasculares	Hábito	Aa	Ad	Rv	Abundancia total
Vitaceae	<i>Cissus trifoliata</i> (L.) L.	Epífita		4	1	5
	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	Epífita	1	1		2
TOTAL	2 ESPECIES	-	1	5	1	7

Donde: Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad) y Red vial y territorios asociados (Rv)

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

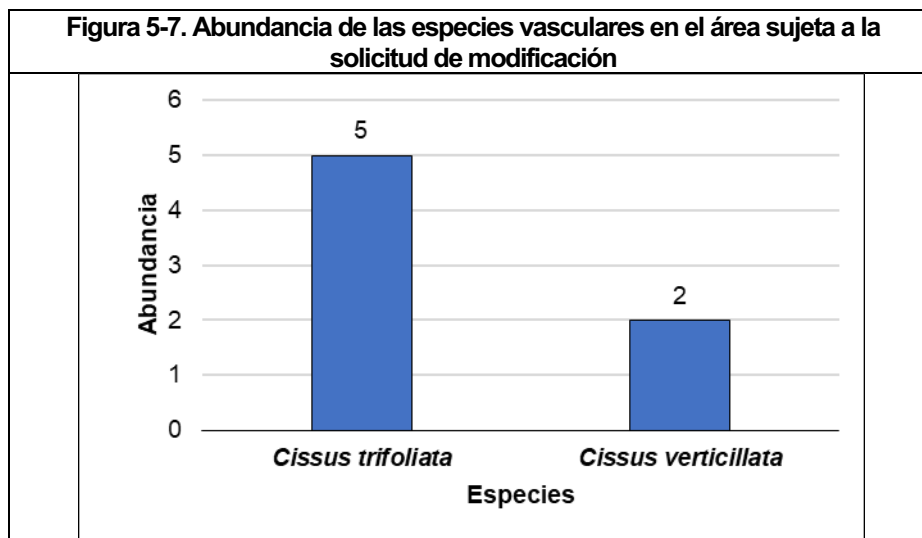
De las tres (3) coberturas con presencia de especies vasculares en el área del proyecto, la cobertura que presentó la mayor abundancia correspondió a Arbustal denso (Ad) con cinco (5) registros de abundancia, seguida por Arbustal abierto (Aa) y Red vial y territorios asociados (Rv), con un (1) registro de abundancia cada una (Figura 5-6). La mayor abundancia y riqueza de especies vasculares en la cobertura de Arbustal abierto (Aa) se debe posiblemente a la preferencia por ambientes de menor luminosidad e intensidad lumínica, las cuales están beneficiando a las plantas trepadoras de la familia Vitaceae, especialmente del género *Cissus*.



Donde: Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad) y Red vial y territorios asociados (Rv)

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

En cuanto a la abundancia de especies vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación (Figura 5-7), la trepadora de la familia Vitaceae *Cissus trifoliata* (L.) L., fue la especie vascular de mayor representatividad, con el 71,4% de la abundancia, seguida por la también trepadora *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E. Jarvis (Fotografía 5-23), con el 28,6% de abundancia.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

	
Fotografía 5-22. <i>Cissus trifoliata</i> (L.) L.	Fotografía 5-23. <i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

- Diversidad
- Diversidad alfa

Se emplearon índices de diversidad alfa para estimar la diversidad de especies vasculares en las tres (3) coberturas con presencia de especies vasculares, sin embargo, la cobertura Arbustal denso (Ad) fue la única que registró más de una (1) especie y un (1) individuo; los índices correspondieron al de Simpson (1-D) y al de Shannon-Wiener (H'), donde el índice de Simpson (1-D) adquiere la tendencia de ser más cercano a cero (0) cuando se presenta mayor dominancia en la muestra estudiada y el índice de Shannon-Wiener contempla valores entre cero cuando hay una sola especie y $\ln(S)$ cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Villarreal et al., 2006) (Tabla 5-10), (ver **Anexo B Biótico/Epifitas/Certificados de herbario y especialista** y **Anexo F Registro fotográfico**).

Tabla 5-10 Índices de diversidad alfa para las especies epifitas vasculares en el área del proyecto

Índices	Aa	Ad	Fc	Oct	Rv	Tud	Tdd	Todas las coberturas
Riqueza	1	2	0	0	1	0	0	2
Frec. /Abund.	1	5	0	0	1	0	0	7
Shannon H	NA	0,50	NA	NA	NA	NA	NA	0,60
Simpson 1-D	NA	0,32	NA	NA	NA	NA	NA	0,41

Donde: Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad), Ferrocarril del Cerrejón (Fc), Otros cultivos transitorios (Oct), Red vial y territorios asociados (Rv), Tejido urbano discontinuo (Tud) y Tierras desnudas y degradadas (Tdd)

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

El índice de dominancia de Simpson (1-D) para las especies vasculares que se obtuvo para la cobertura Arbustal denso (Ad) fue medio-alto, con un valor de 0,32. Por su parte, al evaluar la diversidad bajo los parámetros de equidad del índice de Shannon para esta cobertura con presencia de especies vasculares, se obtuvo en esta área sujeta a la solicitud de modificación caracterizada un valor medio-alto de 0,50, lo que correspondió al 72,2% de la máxima diversidad de epifitas vasculares esperada.

- Diversidad beta - Vertical

En cuanto a la distribución vertical de las especies vasculares registradas en el área del proyecto en los tres (3) estratos verticales del forófito muestreados para este tipo de organismos (Base-B, Tronco-T y Dosel-D), se evidencio una mayor frecuencia de las especies en el estrato Tronco (T), donde dicho estrato albergo cinco (5) registros de la abundancia total, seguido por el Dosel (D) con dos (2) registros; en cuanto a la riqueza de especies por estrato, el tronco tuvo la

mayor riqueza con dos (2) especies, seguido por el dosel con una (1) especie (Tabla 5-11).

Tabla 5-11 Distribución vertical de las especies vasculares presentes en el área sujeta a la solicitud de modificación

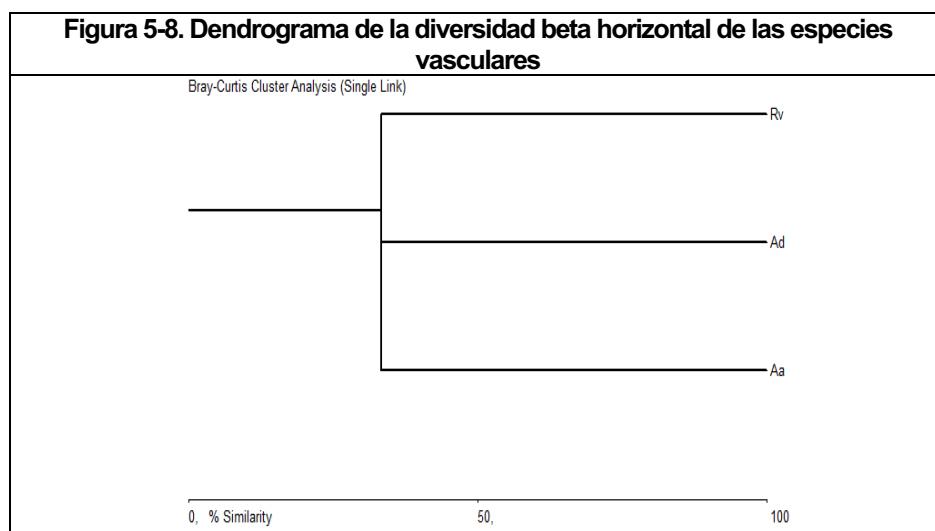
Especies vasculares	T	D
<i>Cissus trifoliata</i> (L.) L.	3	2
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	2	
TOTAL	5	2

Donde: T: Tronco y D: Dosel.

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

- Diversidad beta - Horizontal

En cuanto a la distribución horizontal de las especies vasculares a través de las coberturas caracterizadas, la mayor similitud la presentaron Arbustal abierto (Aa) y Arbustal denso (Ad) con una similitud del 33,3%, al igual que Arbustal denso (Ad) y Red vial y territorios asociados (Rv), que también tuvieron una similitud del 33,3%, debido a que presentan frecuencias de registros similares en las especies que comparten (Figura 5-8).



Donde: Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad) y Red vial y territorios asociados (Rv)

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

• Preferencia de forófito

Dentro del análisis de preferencia de forófito de las especies epífitas en los árboles hospederos muestreados en las tres (3) coberturas vegetales del área del proyecto en las cuales se registraron las especies vasculares, correspondientes a dos (2) especies arbóreas que albergaron las especies epífitas vasculares, estos hospederos fueron el cactus ***Stenocereus griseus*** (Haw.) Buxb, con el 85,7% de abundancia, seguido por el árbol ***Haematoxylum brasiletto*** H. Karst., con el 14,3% de abundancia (Tabla 5-12).

Tabla 5-12 Preferencia de forófito para las especies vasculares de habito epífita

Especies forófito	Abundancia	Riqueza de especies vasculares	% abundancia
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	1	1	14,3
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb	6	2	85,7

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.2.6.1.3. Categorías de amenaza de las especies vasculares

Al revisar las especies vasculares registradas ninguna se registró en la Resolución 0126 de 2024, la cual establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino costera colombiana; tampoco se registraron en las listas de las series de Libros Rojos para Colombia.

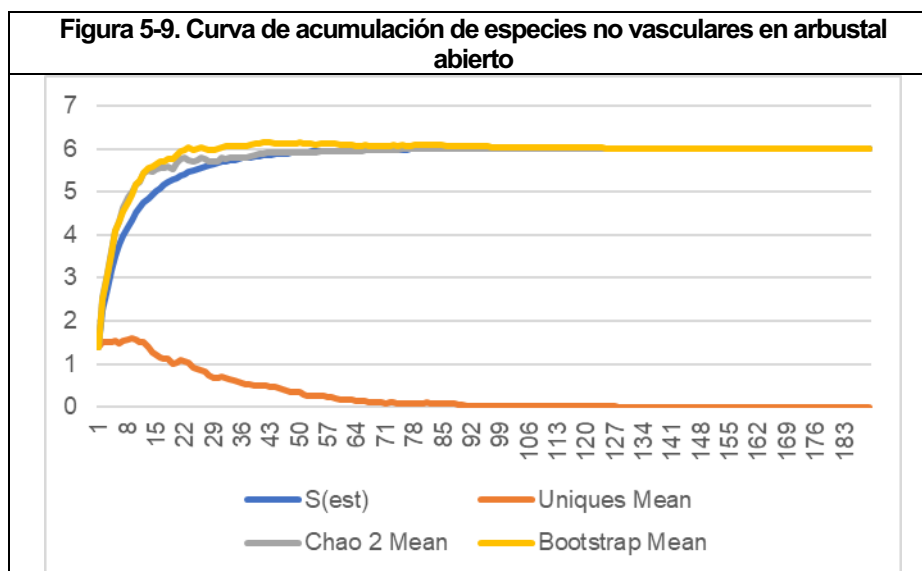
5.2.2.6.2. Especies no vasculares

5.2.2.6.2.1. Representatividad del muestreo

La estimación del esfuerzo de muestreo en las coberturas de Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad), Otros cultivos transitorios (Oct), Red vial y territorios asociados (Rv), Tejido urbano discontinuo (Tud) y Tierras desnudas y degradadas (Tdd), se evaluó por medio de curvas de acumulación de especies, con los forófitos como la unidad muestral, empleando los estimadores S(est), Bootstrap y Chao 2 (basados en datos de frecuencia), además, se empleó la curva de Uniques, que tiene en cuenta a aquellas especies que se registraron en una sola unidad muestral (Villarreal et. al, 2003) (**Anexo B Biótico/Epifitas/Base de datos y curvas de acumulación**).

- Arbustal abierto

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura Arbustal abierto fue representativo en un 100% para los estimadores Bootstrap y CHAO 2, donde se registraron seis (6) especies de las seis (6) estimadas para esta cobertura, observándose cómo se estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación junto al estimador S(est), el cual corresponde a las especies registradas; en cuanto a la curva de Uniques (aquellas especies que se registraron en una sola unidad muestral), esta curva no registró especies no vasculares, lo que ratifica la buena representatividad del muestreo (Figura 5-9).

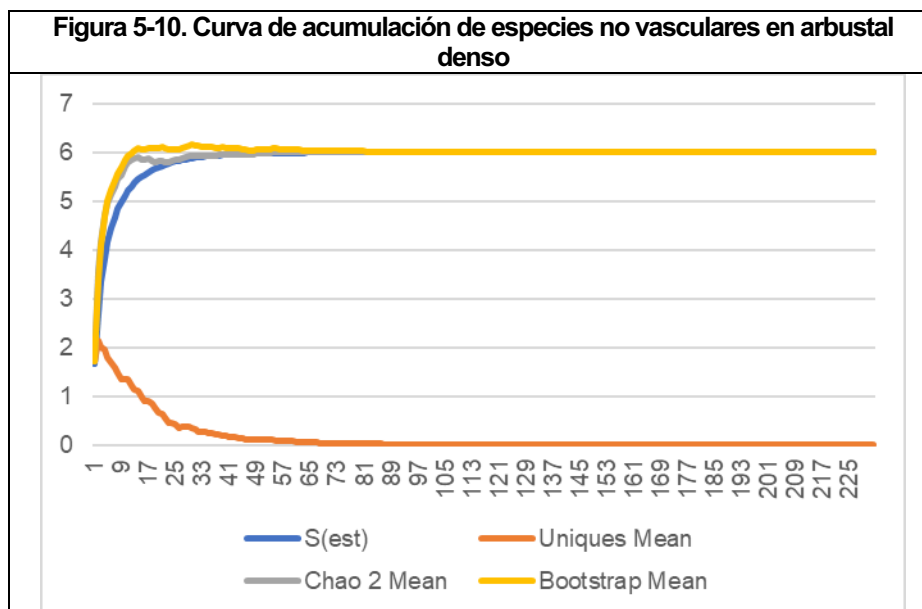


Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

- Arbustal denso

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la cobertura Arbustal denso fue representativo en un 100% para los estimadores Bootstrap y CHAO 2, donde se registraron seis (6) especies de las seis (6) estimadas para esta cobertura, observándose cómo se estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación junto al estimador S(est), el

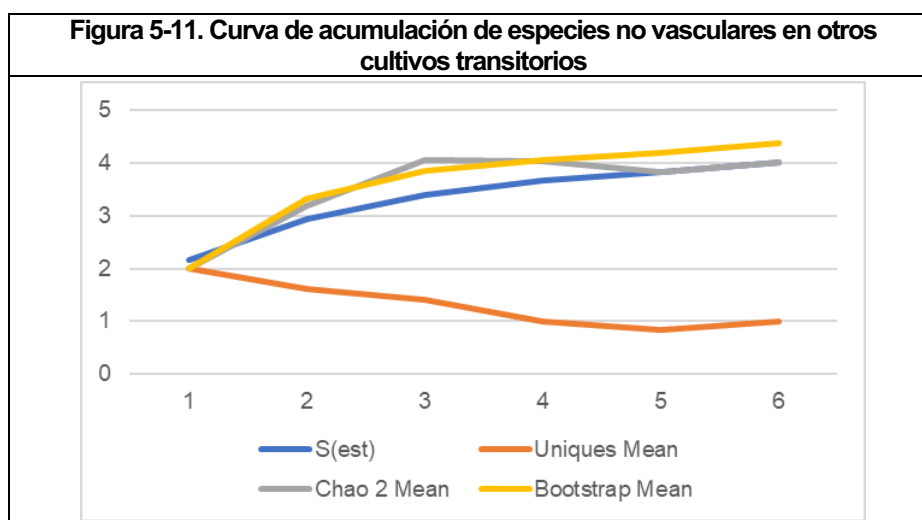
cual corresponde a las especies registradas; en cuanto a la curva de Uniques (aquellas especies que se registraron en una sola unidad muestral), esta curva no registró especies no vasculares, lo que ratifica la buena representatividad del muestreo (Figura 5-10).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

- Otros cultivos transitorios

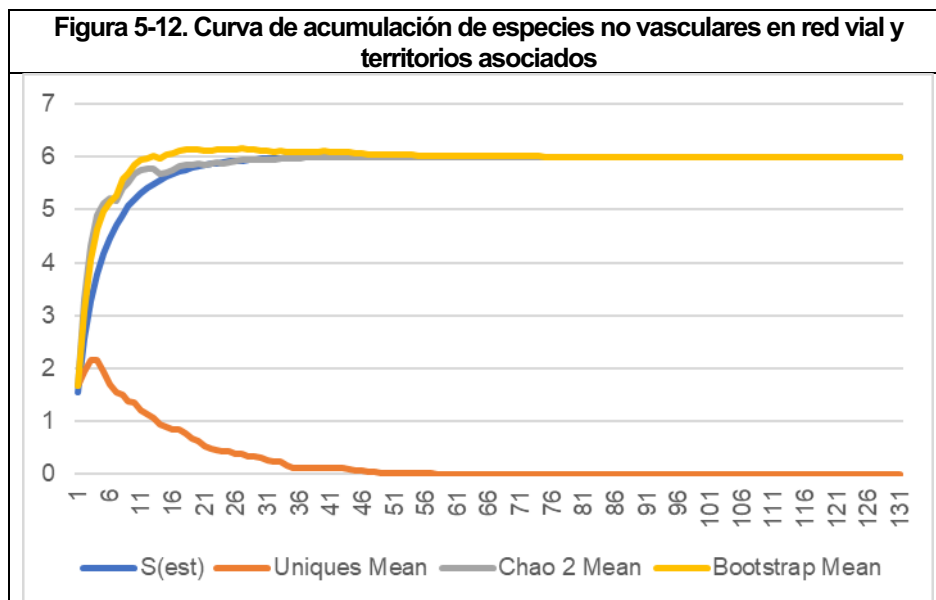
El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la Otros cultivos transitorios fue representativo en un 100% para los estimadores Bootstrap y CHAO 2, donde se registraron seis (6) especies de las seis (6) estimadas para esta cobertura, observándose cómo se estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación junto al estimador S(est), el cual corresponde a las especies registradas; en cuanto a la curva de Uniques (aquellas especies que se registraron en una sola unidad muestral), esta curva no registró especies no vasculares, lo que ratifica la buena representatividad del muestreo (Figura 5-11).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

- Red vial y territorios asociados

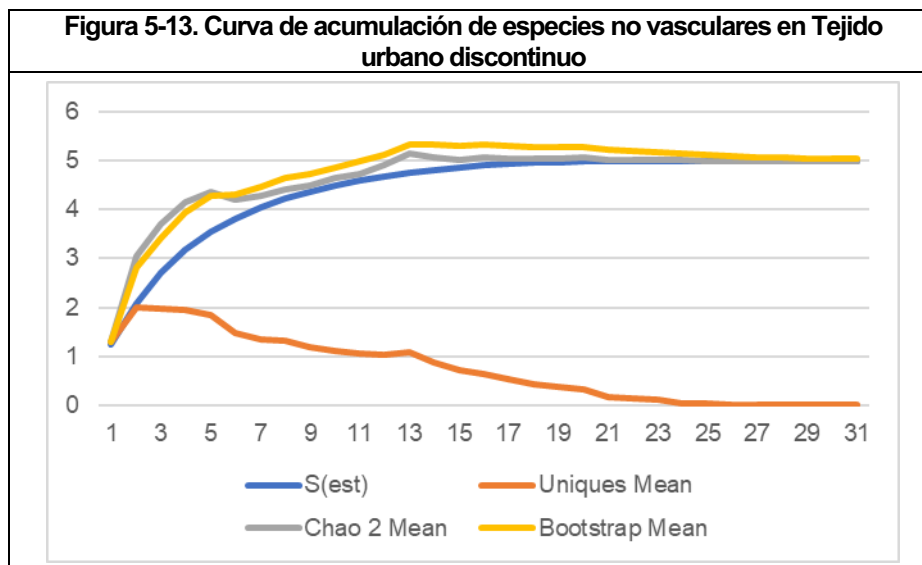
El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la Red vial y territorios asociados fue representativo en un 100% para los estimadores Bootstrap y CHAO 2, donde se registraron seis (6) especies de las seis (6) estimadas para esta cobertura, observándose cómo se estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación junto al estimador S(est), el cual corresponde a las especies registradas; en cuanto a la curva de Uniques (aquellas especies que se registraron en una sola unidad muestral), esta curva no registró especies no vasculares, lo que ratifica la buena representatividad del muestreo (Figura 5-12).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

- Tejido urbano discontinuo

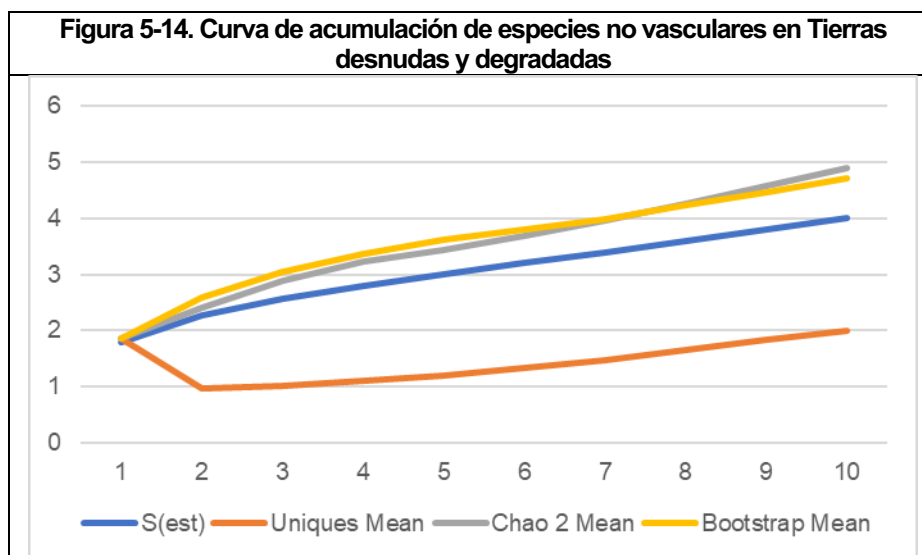
El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la Tejido urbano discontinuo fue representativo en un 100% para los estimadores Bootstrap y CHAO 2, donde se registraron cinco (5) especies de las cinco (5) estimadas para esta cobertura, observándose cómo se estabilizan en una asíntota en la curva de acumulación junto al estimador S(est), el cual corresponde a las especies registradas; en cuanto a la curva de Uniques (aquellas especies que se registraron en una sola unidad muestral), esta curva no registró especies no vasculares, lo que ratifica la buena representatividad del muestreo (Figura 5-13).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

- Tierras desnudas y degradadas

El esfuerzo de muestreo de las especies no vasculares en la Tierras desnudas y degradadas fue representativo en un 85% para el estimador Bootstrap y un 82% para CHAO 2, donde se registraron cuatro (4) especies de las cinco (5) estimadas para esta cobertura, observándose cómo tienden a estabilizarse en una asíntota en la curva de acumulación junto al estimador S(est), el cual corresponde a las especies registradas; en cuanto a la curva de Uniques (aquellas especies que se registraron en una sola unidad muestral), esta curva registró dos (2) especies no vasculares, valor con el cual tiende a estabilizarse (Figura 5-14).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.2.6.2.2. Composición y riqueza de especies

La composición de especies epífitas no vasculares para las seis (6) coberturas con presencia de especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación del proyecto estuvo representada por seis (6) especies, con un total de 2.134 registros de frecuencia. El único grupo taxonómico registrado correspondió a los Líquenes con cinco (5) familias, cinco (5) géneros y seis (6) especies, (Tabla 5-13 y el **Anexo B Biótico/Epífitas/Certificados de herbario y especialista, Base de datos y curvas de acumulación y Anexo F Registro fotográfico**).

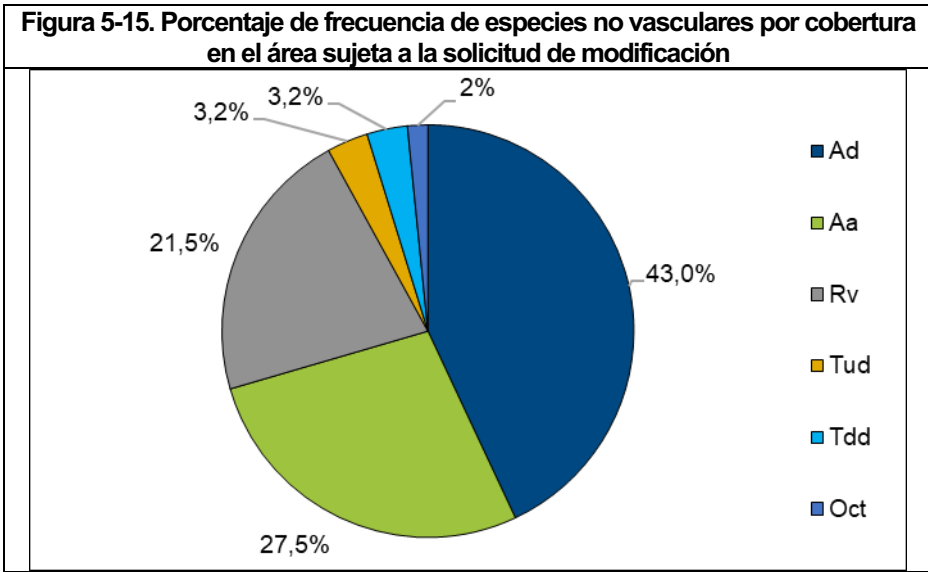
Tabla 5-13 Composición de especies no vasculares en el área sujetas a la solicitud de modificación

T. O	Familia	Especie no vasculares	Hábito	Frecuencia						
				Aa	Ad	Oct	Rv	Tud	Tdd	Total
Liquen	Arthoniaceae	<i>Arthonia conferta</i> (Fée) Nyl.	Epífito	255	292	15	142	19	26	749
		<i>Arthonia</i> sp.	Epífito	103	202	9	103	14	18	449
	Celotheliaceae	<i>Celothelium</i> cf. <i>dominicanum</i> (Vain.) M.B. Aguirre	Epífito	24	95	1	28	7	3	158
	Graphidaceae	<i>Graphis caesiella</i> Vain.	Epífito	62	87		42		3	194
	Monoblastiaceae	<i>Anisomeridium</i> cf. <i>subprostans</i> (Nyl.) R.C. Harris	Epífito	12	29		45	5		91
	Pyrenulaceae	<i>Pyrenula aspistea</i> (Afzel. ex Ach.) Ach.	Epífito	130	213	9	99	24	18	493
Total	5 familias	6 especies	-	586	918	34	459	69	68	2134

Donde: T. O: tipo de organismo, Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad), Otros cultivos transitorios (Oct), Red vial y territorios asociados (Rv), Tejido urbano discontinuo (Tud) y Tierras desnudas y degradadas (Tdd)

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

En lo relacionado con la frecuencia de registros de epífitas no vasculares por cobertura caracterizada, la cobertura más representativa fue Arbustal denso (Ad), con 918 registros de frecuencia, seguida por Arbustal abierto (Aa) con 586 registros, mientras que el tercer lugar lo ocupó la cobertura Red vial y territorios asociados (Rv), la cual estuvo representada por 459 registros de frecuencia (Figura 5-15).

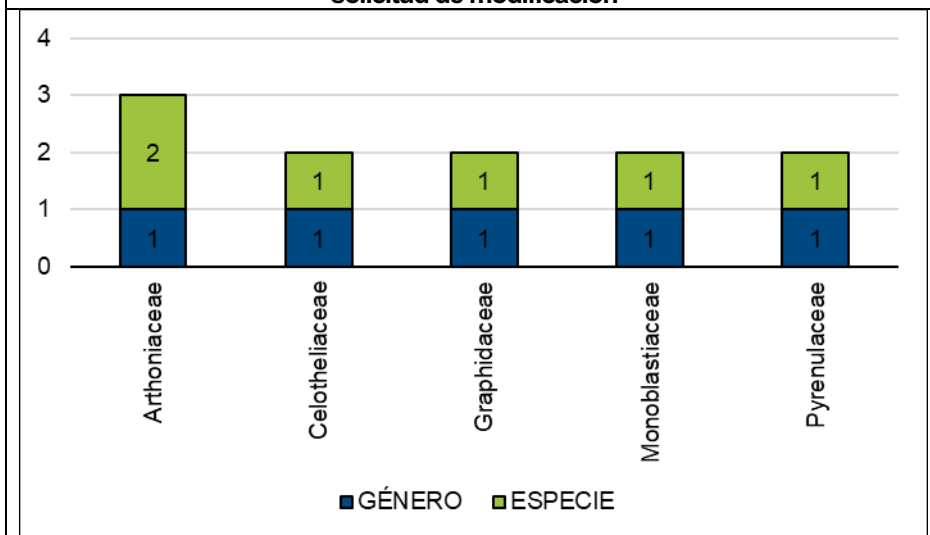


Donde: Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad), Otros cultivos transitorios (Oct), Red vial y territorios asociados (Rv), Tejido urbano discontinuo (Tud) y Tierras desnudas y degradadas (Tdd)

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

De las cinco (5) familias que representaron las especies no vasculares, la familia de líquenes Arthoniaceae fue la que presentó una mayor riqueza de especies con respecto a las demás, registrando dos (2) especies y dos (2) géneros, seguida por cuatro (4) familias de también líquenes representadas en el área sujeta a la solicitud de modificación por una (1) especie y un (1) géneros (Figura 5-16).

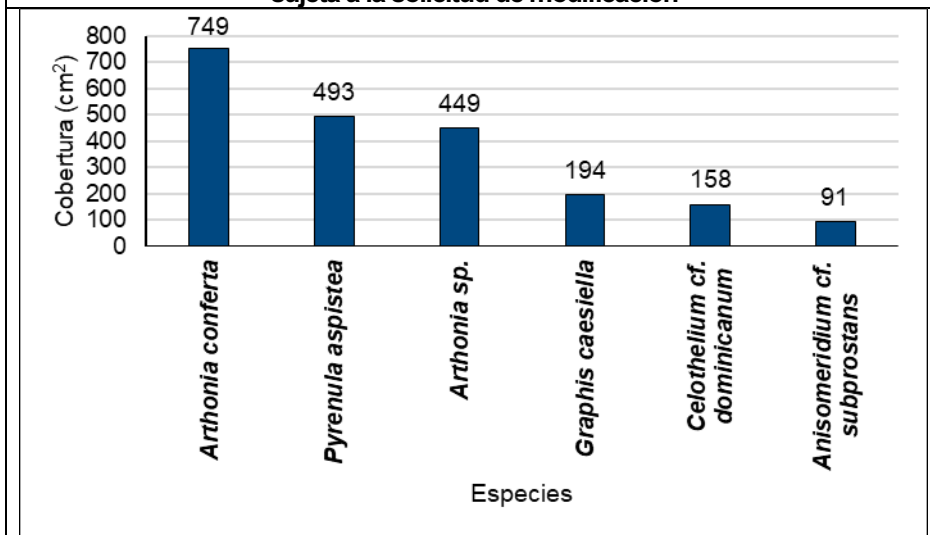
Figura 5-16. Riqueza de familias de especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Con respecto a la frecuencia de las especies no vasculares, el mayor valor lo obtuvieron los líquenes ***Arthonia conferta*** (Fée) Nyl. (Fotografía 5-24) y ***Pyrenula aspistea*** (Afzel. ex Ach.) Ach. (Fotografía 5-25), con el 35,1% y 23,1% de la frecuencia respectivamente, seguidos por los también líquenes ***Arthonia* sp.** (Fotografía 5-26) con el 21%, ***Graphis caesiella*** Vain. con el 9,1% de la frecuencia, ***Celothelium* cf. *dominicanum*** (Vain.) M.B. Aguirre con el 7,4% (Fotografía 5-28) y ***Anisomeridium* cf. *subprostans*** (Nyl.) R.C. Harris con el 4,3% (Fotografía 5-29).

Figura 5-17. Frecuencia de registros de especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Fotografía 5-24. <i>Arthonia conferta</i> (Fée) Nyl	Fotografía 5-25. <i>Pyrenula aspistea</i> (Afzel. ex Ach.) Ach.
Fotografía 5-26. <i>Arthonia</i> sp.	Fotografía 5-27. <i>Graphis caesiella</i> Vain.
Fotografía 5-28. <i>Celothelium</i> cf. <i>dominicanum</i> (Vain.) M.B. Aguirre	Fotografía 5-29. <i>Anisomeridium</i> cf. <i>subprostans</i> (Nyl.) R.C. Harris

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2025

A partir de la estimación del porcentaje de cobertura (cm^2), se pudo determinar que las especies con mayor porcentaje de cobertura fueron el líquen ***Arthonia conferta*** (Fée) Nyl. con 54.920 cm^2 (38% de cobertura), seguido por los también líquenes ***Arthonia*** sp. con 30.384 cm^2 (21% de cobertura) y ***Celothelium*** cf. ***dominicanum*** (Vain.) M.B. Aguirre con 15.487 cm^2 (10,7% de la cobertura) (Tabla 5-14).

Tabla 5-14 Cobertura de especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación

Especie	Frecuencia	Cobertura (cm^2)	%
<i>Arthonia conferta</i> (Fée) Nyl.	749	54.920	38,0
<i>Arthonia</i> sp.	449	30.384	21,0
<i>Celothelium</i> cf. <i>dominicanum</i> (Vain.) M.B. Aguirre	158	15.487	10,7
<i>Graphis caesiella</i> Vain.	194	10.912	7,5
<i>Anisomeridium</i> cf. <i>subprostans</i> (Nyl.) R.C. Harris	91	5.735	4,0
<i>Pyrenula aspistea</i> (Afzel. ex Ach.) Ach.	493	27.211	18,8
6 especies	2.134	144.649	100

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2025.

• Diversidad

- Diversidad alfa

Se emplearon índices de diversidad alfa para estimar la diversidad en las seis (6) coberturas con presencia de especies no vasculares (Tabla 5-15); el índice de Simpson (1-D) y el de Shannon-Wiener (H'), donde el índice de Simpson (1-D) adquiere la tendencia de ser más cercano a cero (0) cuando se presenta mayor dominancia en la muestra estudiada y el índice de Shannon-Wiener contempla valores entre cero cuando hay una sola especie y $\text{Ln}(S)$ cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Villarreal et al., 2006) (**Anexo B Biótico/Epifitas/Certificados de herbario y especialista, Base de datos y curvas de acumulación y Anexo F Registro fotográfico**).

Tabla 5-15 Índices de diversidad alfa para las especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de la modificación

Índices	Aa	Ad	Fc	Oct	Rv	Tud	Tdd	Todas las coberturas
Riqueza	6	6	0	4	6	5	5	6
Frec. /Abund.	586	918	0	34	459	69	68	2134
Shannon H	1,45	1,60	NA	1,17	1,65	1,47	1,35	1,58
Simpson 1-D	0,72	0,78	NA	0,66	0,79	0,75	0,71	0,76

Donde: Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad), Otros cultivos transitorios (Oct), Red vial y territorios asociados (Rv), Tejido urbano discontinuo (Tud) y Tierras desnudas y degradadas (Tdd).

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

El índice de dominancia de Simpson (1-D) de las especies no vasculares que se obtuvo para las seis (6) coberturas en conjunto fue media-alta, de 0,76 (cercano a 1), debido a que las especies presentaron una frecuencia similar entre ellas a través de las coberturas; al analizar las coberturas de manera independiente, se evidencio una dominancia baja en las seis coberturas, la cual es similar entre ellas, sin embargo, se presenta una mayor dominancia Simpson (1-D) en la cobertura Otros cultivos transitorios (Oct) con un valor de 0,66.

Al evaluar la diversidad bajo los parámetros de equidad del índice de Shannon para las seis (6) coberturas estudiadas, se obtuvo en el área sujeta a la solicitud de modificación un valor alto de 1,58, lo que correspondió al 88,1% de la máxima diversidad de epifitas no vasculares esperada. El índice de equidad de Shannon por cobertura fue mayor para la cobertura Red vial y territorios asociados (Rv), con un valor de 1,65, alcanzando el 92% de la máxima diversidad estimada por este índice, corroborándola como una cobertura con equidad bajo los parámetros de diversidad de Shannon; por su parte, la cobertura de Otros cultivos transitorios (Oct) obtuvo el menor valor del índice de Shannon, con 1,17, alcanzando el 84,3% de la máxima diversidad esperada para esta cobertura bajo este índice, debido a la menor riqueza de especies.

- Diversidad beta - Vertical

En cuanto a la distribución vertical de las especies no vasculares registradas en el área del proyecto en los tres (3) estratos verticales del forófito muestreados (Base-B, Tronco-T y Dosel-D), se evidencio una mayor frecuencia de las especies en el estrato tronco (T), donde dicho estrato albergo 935 registros de la frecuencia total, mientras que el estrato base albergo 743 registros de la frecuencia y el dosel 456; en cuanto a la riqueza de especies por estrato, los tres (3) registraron las seis (6) especies caracterizadas en el estudio (Tabla 5-16).

Tabla 5-16 Distribución vertical de las especies no vasculares presentes en el área sujeta a la solicitud de modificación

Especies no vasculares	B	T	D
<i>Anisomeridium</i> cf. <i>subprostans</i> (Nyl.) R.C. Harris	40	50	1
<i>Arthonia conferta</i> (Fée) Nyl.	271	375	103
<i>Arthonia</i> sp.	154	155	140
<i>Celothelium</i> cf. <i>dominicanum</i> (Vain.) M.B. Aguirre	67	64	27
<i>Graphis caesiella</i> Vain.	65	65	64
<i>Pyrenula aspistea</i> (Afzel. ex Ach.) Ach.	146	226	121
TOTAL	743	935	456

Donde: B: Base, T: Tronco y D: Dosel.

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

- Diversidad beta - Horizontal

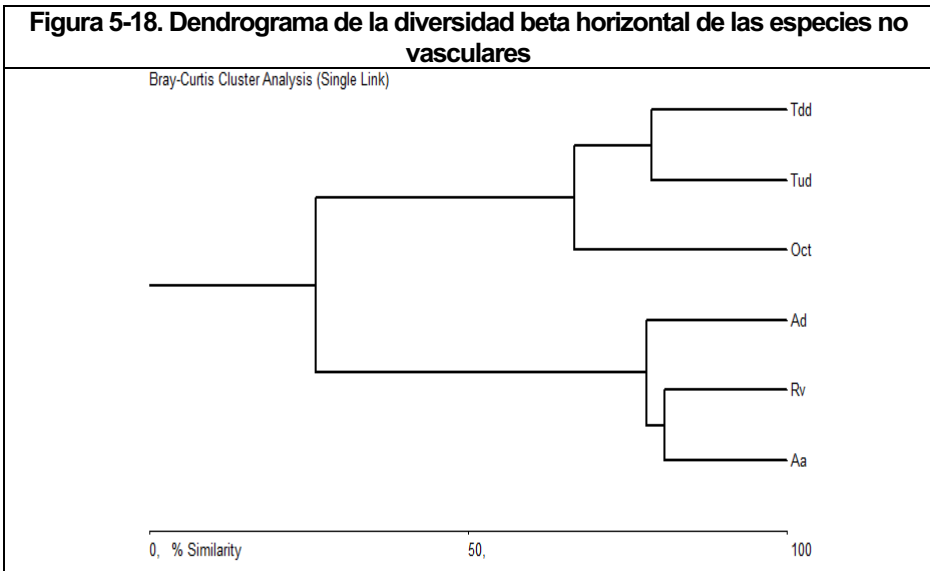
En cuanto a la distribución horizontal de las especies a través de las coberturas caracterizadas, la mayor similitud la presentaron Red vial y territorios asociados (Rv) y Arbustal abierto (Aa) con una similitud del 80,8% debido a que presentan frecuencias de registros similares en las especies que comparten (Figura 5-18 y Tabla 5-17).

Tabla 5-17 Índices de diversidad beta para las especies no vasculares en el área sujeta a la solicitud de modificación

Cobertura	Aa	Ad	Oct	Rv	Tud	Tdd
Aa	*	77,9	11,0	80,8	21,1	20,8
Ad	*	*	7,1	64,3	14,0	13,8
Oct	*	*	*	13,8	66,0	66,7
Rv	*	*	*	*	26,1	25,8
Tud	*	*	*	*	*	78,8
Tdd	*	*	*	*	*	*

Donde: Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad), Otros cultivos transitorios (Oct), Red vial y territorios asociados (Rv), Tejido urbano discontinuo (Tud) y Tierras desnudas y degradadas (Tdd).

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.



Donde: Arbustal abierto (Aa), Arbustal denso (Ad), Otros cultivos transitorios (Oct), Red vial y territorios asociados (Rv), Tejido urbano discontinuo (Tud) y Tierras desnudas y degradadas (Tdd).

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

• Preferencia de forófito

En cuanto a la preferencia de forófito de las especies no vasculares, de las 15 especies de árboles o arbustos que albergan las especies epífitas no vasculares, dos (2) de estos sobresalieron, con mayor preferencia para el establecimiento de epífitas no vasculares, por albergar mayor frecuencia y riqueza de especies, estos fueron el árbol ***Prosopis juliflora*** (Sw.) DC. con el 62,3% del total de frecuencia de epífitas no vasculares y seis (6) especies, seguida por el cactus ***Stenocereus griseus*** (Haw.) Buxb, albergando el 23,2% de frecuencia y cinco (5) especies (Tabla 5-18).

Tabla 5-18 Preferencia de forófito para las especies no vasculares

Especies forófito	Frecuencia	Riqueza de especies no vasculares	% frecuencia
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	24	3	1,12
<i>Castela erecta</i> Turpin	1	1	0,05
<i>Diphysa cartagenensis</i> Jacq.	24	4	1,12
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	6	2	0,28
<i>Libidibia coriaria</i> Schlttdl. (Jacq.)	151	4	7,08
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkin	3	1	0,14
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	1	1	0,05
<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	17	2	0,80
<i>Pithecellobium subglobosum</i> Pittier	25	4	1,17
<i>Pithecelloium dulce</i> (Roxb.) Benth.	51	4	2,39
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	1330	6	62,32
<i>Quadrella indica</i> (L.) Iltis & Comejo	2	1	0,09
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	1	1	0,05
<i>Rocheportia spinosa</i> (Jacq.)	2	1	0,09
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb	496	5	23,24

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.2.6.2.3. Categorías de amenaza de las especies no vasculares

Al revisar las especies no vasculares registradas ninguna se registró en la Resolución 0126 de 2024, la cual establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino costera colombiana; tampoco se registraron en las listas de las series de Libros Rojos para Colombia.

5.2.3. ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN Y CONECTIVIDAD

Según Vila et al. (2006), la concepción e interpretación del paisaje, desde la perspectiva de la ecología del paisaje, se basa en un enfoque estructural que abarca tanto aspectos morfológicos como funcionales. En este contexto, la ecología del paisaje, de manera integral, se sostiene sobre tres dimensiones fundamentales: la estructura, la funcionalidad y el cambio (Forman & Godron, 1986). La estructura alude a la organización espacial de los elementos del paisaje y a las interrelaciones entre ellos, considerando aspectos como el tamaño, la forma, la cantidad, los tipos y la disposición de los componentes. Por su parte, la función se refiere a las interacciones entre estos elementos espaciales, que incluyen el flujo de energía, materiales y organismos dentro de los componentes del ecosistema. Finalmente, el cambio se refiere a la transformación temporal de la estructura y función del mosaico ecológico (Turner, 1989).

El análisis ecológico del paisaje involucra dos conceptos esenciales: fragmentación y conectividad, los cuales permiten abordar la estructura espacial del paisaje, su disposición y la relación entre los elementos de acuerdo con características como el tamaño, la forma, la cantidad, los tipos y la configuración de los componentes (Brooks, 2003).

El término fragmentación se utiliza comúnmente para describir el proceso de división de un hábitat previamente continuo en fragmentos aislados que varían en forma y tamaño (McGarigal & Marks, 1994). Este fenómeno se compone de tres aspectos: la pérdida total o destrucción del hábitat, la disminución de su extensión y el aislamiento de los fragmentos remanentes (Bennett, 1999). La fragmentación de bosques y la consecuente degradación de la calidad del hábitat asociada son algunas de las principales causas de la pérdida de biodiversidad (Colorado, 2017). El análisis de fragmentación permite evaluar el estado actual de un área y comprender su dinámica en términos de tamaño, número de fragmentos, grado de aislamiento, forma y los factores que más contribuyen a estos cambios.

La conectividad funcional o ecológica se entiende como la capacidad del paisaje para facilitar o restringir el desplazamiento de los organismos y los procesos ecológicos (Taylor, Fahrig, Henein, & Merriam, 1993; Ament, Callahan, McClure, Reuling, & Tabor, 2014). Este concepto es específico de una especie o de un grupo de especies que comparten requisitos ecológicos similares y capacidades de dispersión (Del Barrio et al., 2000). Se ha evidenciado que la composición y configuración de la matriz del paisaje pueden influir en el comportamiento de los organismos, particularmente en su decisión de cruzar o no una determinada área, debido a los riesgos asociados con este desplazamiento (Pflüger & Balkenhol, 2014).

La conectividad ecológica es fundamental para el mantenimiento de varios procesos ecológicos, tales como el flujo de nutrientes, energía, las interacciones entre depredadores y presas, la polinización y la dispersión de semillas, entre otros (Ament, Callahan, McClure, Reuling, & Tabor, 2014). En el caso de la fauna, la conectividad funcional es crucial para facilitar su movimiento, lo cual es esencial para la viabilidad de las poblaciones a largo plazo. Este movimiento incluye desplazamientos diarios entre fragmentos de hábitat en busca de recursos, la dispersión hacia nuevas áreas para establecer territorios, migraciones y respuestas a cambios en el entorno, como incendios, desarrollo humano y cambio climático (Ament, Callahan, McClure, Reuling, & Tabor, 2014).

El análisis de fragmentación considera dos escenarios principales, el **escenario sin proyecto (SP)**, que refleja el estado actual del paisaje, y el **escenario con proyecto (CP)**, que incorpora los cambios derivados de la intervención propuesta. Estas temporalidades permiten evaluar los impactos en la estructura y conectividad del paisaje bajo un enfoque comparativo.

El presente análisis de fragmentación y conectividad para ambos escenarios permite evaluar las modificaciones en la estructura del paisaje, como cambios en el área total de cobertura, número de parches y configuración de bordes. Estas

métricas reflejan el impacto de las intervenciones del proyecto sobre el ecosistema y su capacidad para mantener funciones ecológicas clave. El análisis también identifica posibles reducciones en la conectividad estructural, lo que puede influir en la biodiversidad y la movilidad de las especies. Al comparar ambos escenarios, se pueden establecer bases sólidas para la planificación y toma de decisiones que mitiguen los impactos negativos y promuevan la sostenibilidad del paisaje. Para el análisis se emplearon modelaciones realizadas con los programas VLATE, Patch Analyst Linkage Mapper y Conefor.

5.2.3.1. Área de influencia para el análisis de fragmentación y conectividad

Es necesario mencionar que para el análisis del Estudio de Impacto Ambiental (radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023) se empleó un área de influencia específicamente para el análisis de fragmentación y conectividad. Esta área fue delimitada bajo los criterios de límites antrópicos y naturales en función de elementos que pudiera reflejarse como barreras para la movilidad de algunas especies. Si bien el presente estudio parte de la actualización de las coberturas de la tierra específicamente en el área de modificación de la licencia ambiental, al contar con información de coberturas para la totalidad del área de influencia, se procede a modelar los escenarios considerando está en su conjunto. Esto se debe a que la conectividad ecológica no se restringe únicamente a las áreas directamente intervenidas por el proyecto, sino que abarca todo el espacio que las especies requieren para desplazarse, alimentarse, refugiarse y reproducirse. Desde el Estudio de Impacto Ambiental, dicha delimitación estuvo respaldada por factores técnico-ambientales identificados durante la etapa preliminar, tales como la fragmentación de la vegetación, los límites naturales o artificiales (cuerpos de agua, carreteras, cambios de uso del suelo) y los elementos del paisaje que influyen en el movimiento de las especies. Asimismo, se destaca que, a pesar de los cambios puntuales en las coberturas al interior del área de modificación de la licencia, la infraestructura propuesta por el proyecto permanece igual a la planteada en el EIA. Si bien los análisis de fragmentación y conectividad se realizan a escala general para toda el área de influencia, se hace especial énfasis en el ajuste puntual del área de la modificación de licencia. Finalmente, en términos de conectividad ecológica, debido a que las afectaciones generadas por las obras son puntuales y localizadas, estas no comprometen de manera significativa las funciones de conectividad estructural ni funcional del paisaje. Las franjas conectoras y los corredores ecológicos identificados dentro del área de influencia no sufrirán interrupciones ni degradación relevantes por las intervenciones previstas, lo que garantiza la continuidad del flujo funcional para las especies objeto de análisis.

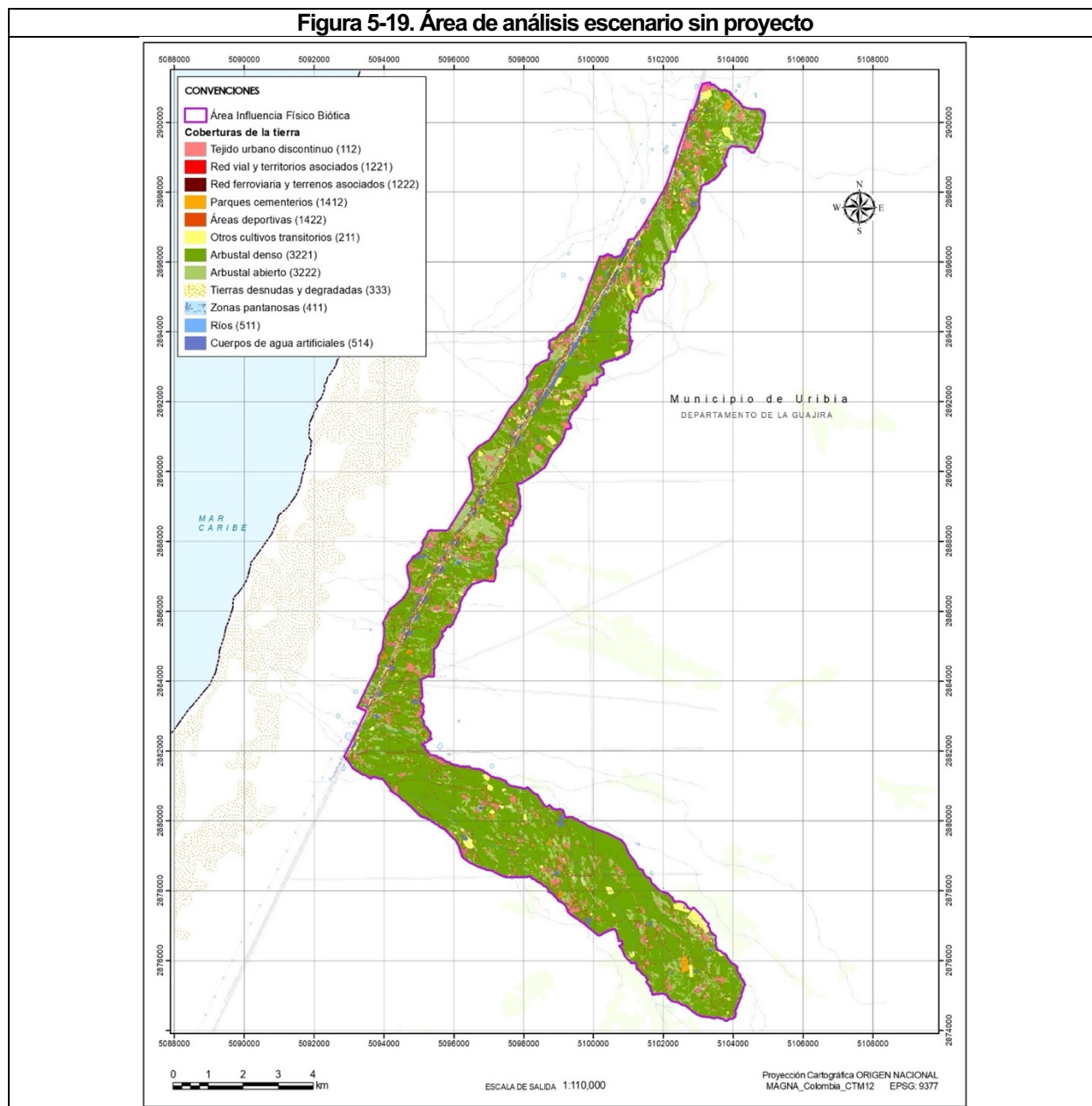
5.2.3.2. Escenarios analizados

El análisis de fragmentación del paisaje y conectividad ecológica se centra en dos escenarios principales: el escenario sin proyecto (SP), que representa el estado actual del paisaje, y el escenario con proyecto (CP), que refleja los cambios derivados de la intervención propuesta. Estas dos temporalidades son suficientes para evaluar de manera robusta el impacto potencial del proyecto, ya que permiten comparar el estado inicial del ecosistema antes de cualquier intervención con la configuración proyectada tras su implementación, bajo un enfoque comparativo.

El análisis multitemporal de la conectividad ecológica y la fragmentación del paisaje ya fue abordado de manera integral en una etapa previa del proyecto durante el Estudio de Impacto Ambiental (EIA). En esa instancia, se evaluaron los cambios históricos relevantes en el área de influencia, permitiendo identificar tendencias significativas en la dinámica del paisaje. Sobre la base de dichos resultados y como se mencionó anteriormente, el presente análisis se enfoca en los escenarios clave de interés actual para la modificación de licencia: el escenario sin proyecto (SP) y el escenario con proyecto (CP).

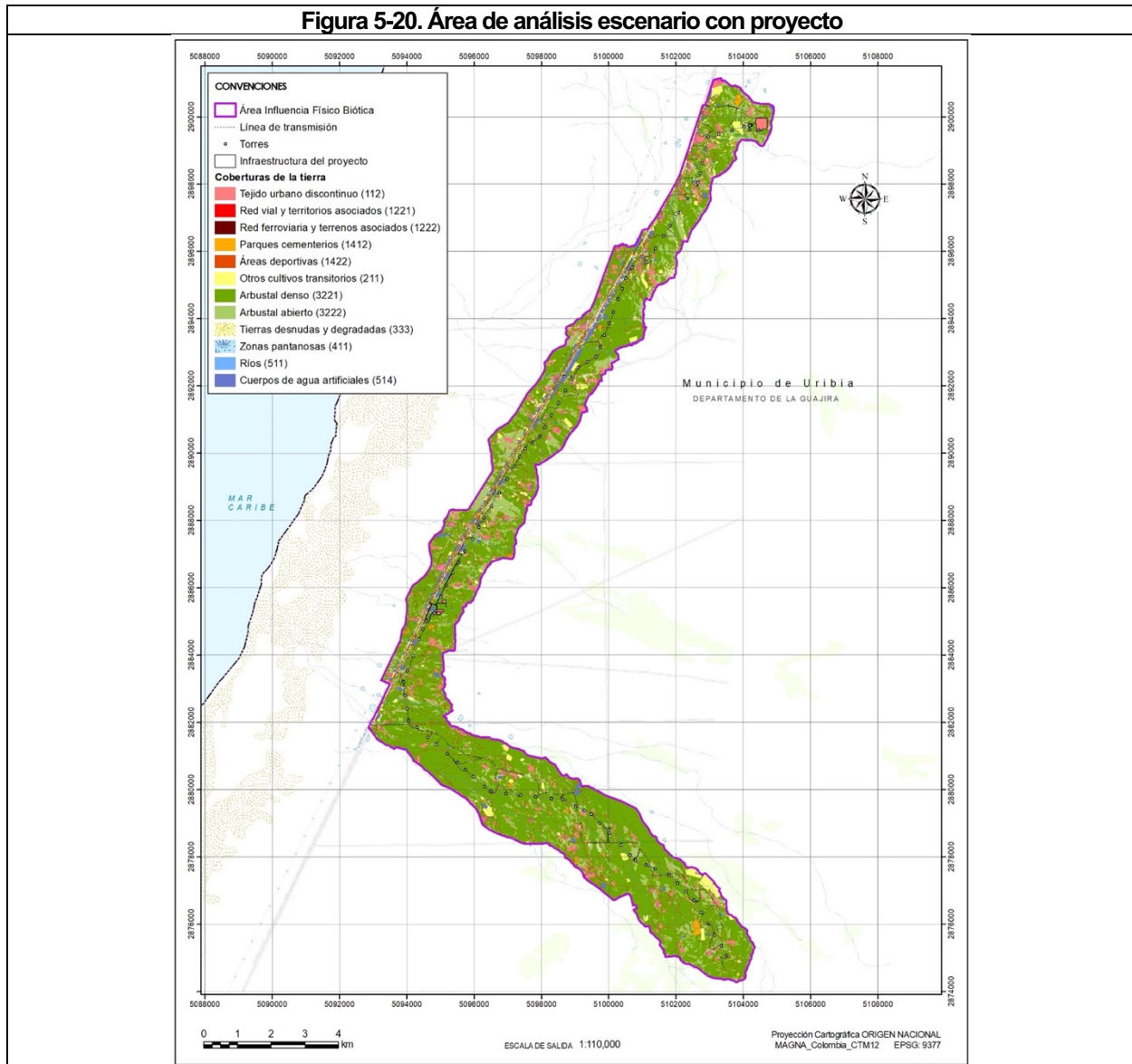
Este enfoque garantiza una evaluación precisa del impacto directo del proyecto en la conectividad ecológica, asegurando que los escenarios considerados son suficientes para identificar y mitigar las posibles afectaciones en la funcionalidad del paisaje. Finalmente, este enfoque garantiza la pertinencia y precisión de los resultados, orientándose en el estado actual del paisaje y en el efecto directo del proyecto, lo que permite proponer medidas de manejo y mitigación específicas para minimizar los impactos en la conectividad ecológica.

Figura 5-19. Área de análisis escenario sin proyecto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-20. Área de análisis escenario con proyecto



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.3.3. Coberturas analizadas

El análisis incluyó coberturas arbustal denso, arbustal abierto y zonas pantanosas. Estas coberturas representan hábitats clave en la zona de estudio y se analizaron en términos de métricas de área, borde, forma, y conectividad para evaluar los impactos de la intervención.

Tabla 5-19 Coberturas analizadas para el análisis de fragmentación

Código	Cobertura	Símbolo	Área (ha) Sin Proyecto	Área (ha) Con Proyecto
3221	Arbustal denso	Ad	4040.78	4015.44
3222	Arbustal abierto	Aa	950.98	943.96
411	Zonas pantanosas	Zp	0.36	0.36

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.3.4. Análisis de conectividad estructural

Un análisis de fragmentación estructural para dos escenarios consiste en evaluar cómo se distribuyen y conectan los parches de hábitat en el paisaje bajo dos condiciones diferentes, que pueden ser antes y después de una intervención, como la construcción de infraestructuras o cambios en el uso del suelo. Este tipo de análisis se centra en la estructura espacial del paisaje, identificando características como el tamaño, la forma, la cantidad, el aislamiento y la configuración de los parches de hábitat. Al comparar estos parámetros entre los dos escenarios, se puede determinar cómo una intervención puede afectar la conectividad del paisaje y, en consecuencia, la viabilidad de las especies que dependen de estos hábitats fragmentados. El análisis de fragmentación estructural también considera la creación de corredores ecológicos o la pérdida de áreas clave para el movimiento de las especies, lo que puede tener implicaciones para la biodiversidad y la resiliencia del ecosistema (Fahrig, 2003).

5.2.3.4.1. Métricas de área

• Área Total (CA)

Esta métrica mide la extensión total ocupada por una clase de cobertura. Un área total más grande indica mayor disponibilidad de hábitat, mientras que reducciones significativas podrían reflejar pérdida de hábitat (Turner et al., 2001). Los resultados muestran que las reducciones en el área total son mínimas (<1%), lo que indica que el proyecto no genera una pérdida significativa de hábitat en términos de extensión total (**Anexo B. Caracterización ambiental/Biótico/Fragmentación/Fragmentación RIA**).

Cobertura	Escenario Sin Proyecto (SP CA)	Escenario Con Proyecto (CP CA)	Cambio (%)
3.2.2.1 Arbustal denso	40,407,760 m ²	40,154,420 m ²	-0.63
3.2.2.2 Arbustal abierto	9,509,848 m ²	9,439,630 m ²	-0.74
4.1.1 Zonas pantanosas	3,571 m ²	3,571 m ²	0.00

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

• Número de Parches (NP)

Esta métrica representa el número total de fragmentos o parches por clase de cobertura. Un aumento en NP puede reflejar una mayor fragmentación (Fahrig, 2003). Se observa un ligero aumento en el número de fragmentos, lo que sugiere una leve fragmentación del paisaje en las clases de arbustales.

Cobertura	Escenario Sin Proyecto (SP NP)	Escenario Con Proyecto (CP NP)
3.2.2.1 Arbustal denso	1,659	1,712
3.2.2.2 Arbustal abierto	2,225	2,288
4.1.1 Zonas pantanosas	4	4

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

• Tamaño Medio del Parche (MPS)

Esta métrica evalúa el tamaño promedio de los parches en una clase de cobertura. Un MPS menor puede reflejar mayor fragmentación, con implicaciones negativas para especies sensibles al tamaño del hábitat (Bennett, 2003). Aunque hay

una reducción en el tamaño medio de los parches para arbustales, esta no compromete significativamente su funcionalidad ecológica.

Cobertura	Escenario Sin Proyecto (SP MPS)	Escenario Con Proyecto (CP MPS)
3.2.2.1 Arbustal denso	24,357 m ²	23,455 m ²
3.2.2.2 Arbustal abierto	4,274 m ²	4,126 m ²
4.1.1 Zonas pantanosas	893 m ²	893 m ²

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.3.4.2. Métricas de borde

- Densidad de Borde (ED)

Esta métrica mide la longitud de borde por unidad de área. Aumentos en ED reflejan paisajes más fragmentados y pueden generar efectos de borde, como cambios en microclima o incremento de especies invasoras (Fletcher, 2005).

Métrica	Escenario Sin Proyecto	Escenario Con Proyecto	Cambio (%)
ED	0.0473 m/m ²	0.0479 m/m ²	+1.41

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Aunque hay un ligero incremento en la densidad de borde, este cambio es marginal y no representa un impacto significativo en la configuración general del paisaje.

5.2.3.4.3. Métricas de forma

- Índice de Forma Media (MSI)

Este índice refleja la complejidad promedio de la forma de los parches. Valores más altos indican formas más irregulares, asociadas comúnmente con paisajes fragmentados (McGarigal et al., 2002). El índice de forma media disminuye ligeramente, indicando una leve simplificación en la morfología de los parches.

El análisis demuestra que, si bien el proyecto genera ligeros cambios en métricas clave como el área total, el número de fragmentos y la densidad de bordes, estos cambios no son significativos a nivel global. El paisaje mantiene su integridad estructural, con reducciones mínimas en las áreas críticas y configuraciones funcionales para la conectividad ecológica. Las conclusiones están respaldadas por estudios que resaltan la resiliencia de paisajes bien conectados frente a impactos moderados (Opdam et al., 2003; Fischer & Lindenmayer, 2007).

Métrica	Escenario Sin Proyecto	Escenario Con Proyecto	Cambio (%)
MSI	1.924	1.913	-0.57

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

- Relación Perímetro-Área Media (MPAR)

Esta métrica mide la relación entre el perímetro y el área de los parches, representando la eficiencia espacial de las formas del paisaje (McGarigal et al., 2002). Un valor alto puede indicar formas más alargadas y menos compactas, lo cual tiene implicaciones sobre la conectividad y exposición a efectos de borde.

Cobertura	Escenario Sin Proyecto (SP CA)	Escenario Con Proyecto (CP CA)	Cambio (%)
3.2.2.1 Arbustal denso	0.036043	0.036733	+1.91
3.2.2.2 Arbustal abierto	0.095142	0.095753	+0.64
4.1.1 Zonas pantanosas	0.260551	0.260551	0.00

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

El cambio en MPAR refleja un ligero incremento en la complejidad de los parches para arbustales densos y abiertos. Sin embargo, estos cambios son mínimos y no comprometen la conectividad estructural del paisaje.

- Dimensión Fractal Media del Parche (MPFD)

Esta métrica mide la complejidad de las formas de los parches, donde valores más altos reflejan formas más irregulares y fractales (McGarigal et al., 2002). La irregularidad de las formas puede estar asociada a paisajes más fragmentados y a una mayor exposición a efectos de borde.

Cobertura	Escenario Sin Proyecto (SP CA)	Escenario Con Proyecto (CP CA)	Cambio (%)
3.2.2.1 Arbustal denso	1.421803	1.426067	+0.30
3.2.2.2 Arbustal abierto	1.506898	1.508981	+0.14
4.1.1 Zonas pantanosas	1.559870	1.559870	0.00

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Los cambios en MPFD son mínimos y sugieren que la intervención no afecta significativamente la complejidad de los parches, manteniendo formas relativamente estables que no alteran la conectividad funcional del paisaje.

5.2.3.4.4. Métricas de área núcleo

Las métricas de área núcleo son indicadores fundamentales para evaluar la calidad del hábitat interior y su capacidad para sostener biodiversidad. Según Fletcher (2005), el área núcleo representa aquellas zonas alejadas de los bordes donde los efectos de fragmentación, como cambios microclimáticos y aumento de especies invasoras, son mínimos.

La Total Área Núcleo (TCA) mide la extensión acumulada de estas áreas, proporcionando un indicador de la disponibilidad de hábitat protegido. El Número de Áreas Núcleo (NCA) permite identificar la partición del hábitat, mientras que el Índice de Área Núcleo Total (TCAI) calcula el promedio de área núcleo por parche, indicando la eficiencia del espacio interior. Estas métricas en conjunto ofrecen una visión integral sobre cómo los cambios en el paisaje afectan la conectividad ecológica y la sostenibilidad de los hábitats clave (**Anexo B. Caracterización ambiental/Biótico/Fragmentación/Fragmentación RIA**).

Cobertura	TCA SP (m²)	NCA SP	TCAI SP (m²)	TCA CP (m²)	NCA CP	TCAI CP (m²)
3.2.2.1 Arbustal denso	221.41	1	221.41	198.75	1	198.75
3.2.2.2 Arbustal abierto	221.41	1	221.41	198.75	1	198.75

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

En conjunto, las métricas de área núcleo indican que, si bien el proyecto genera cambios medibles en las estructuras del paisaje, estos no son lo suficientemente significativos como para comprometer la funcionalidad ecológica general. Las áreas núcleo muestran resiliencia, destacando la importancia de una planificación adecuada que minimice la fragmentación y promueva la conectividad ecológica.

- Total, de Área Núcleo (TCA)

Esta métrica mide la suma del área núcleo de todos los parches de una clase de cobertura. Es un indicador de la disponibilidad de hábitat interior, esencial para especies sensibles a los efectos de borde (Fletcher, 2005). Un TCA más alto sugiere una mayor capacidad del paisaje para sostener biodiversidad.

Las reducciones en TCA son marginales, reflejando que el proyecto tiene un impacto limitado sobre la disponibilidad de hábitat núcleo. Esto sugiere que la intervención respeta las condiciones estructurales del paisaje.

- **Número de Áreas Núcleo (NCA)**

Representa la cantidad de áreas núcleo identificadas dentro de una clase de cobertura. Un aumento en NCA puede reflejar fragmentación, pero también una mayor partición del hábitat disponible.

El número de áreas núcleo permanece constante en ambos escenarios, lo que indica que no hay fragmentación adicional significativa derivada del proyecto.

- **Índice de Área Núcleo Total (TCAI)**

Este índice calcula el área núcleo promedio por parche, lo que permite evaluar la eficiencia espacial del hábitat núcleo. Un valor alto indica que los parches tienen áreas núcleo más amplias, lo cual es beneficioso para la conectividad y funcionalidad ecológica (Turner et al., 2001).

Las ligeras disminuciones en TCAI reflejan una leve reducción en la eficiencia espacial de las áreas núcleo. Sin embargo, estas variaciones son mínimas y no comprometen la funcionalidad ecológica global.

5.2.3.4.5. Métricas de diversidad

Las métricas de diversidad son herramientas clave para analizar la composición y estructura de los paisajes, proporcionando información sobre la heterogeneidad del entorno y su capacidad para sustentar procesos ecológicos. El Índice de Diversidad de Shannon (SDI) mide la riqueza y la abundancia relativa de las clases de cobertura, lo que permite evaluar la heterogeneidad y resiliencia ecológica del paisaje (Shannon & Weaver, 1949). Por otro lado, el Índice de Uniformidad de Shannon (SEI) cuantifica qué tan equitativamente se distribuyen las áreas entre las diferentes clases, ayudando a identificar posibles dominancias en la composición del paisaje (Magurran, 1988). Adicionalmente, la Riqueza de Parches (PR), que representa el número de clases de cobertura presentes, indica la diversidad composicional del paisaje, asociada a una mayor capacidad para soportar biodiversidad y procesos ecológicos clave (Forman & Godron, 1986).

Estas métricas son esenciales para entender cómo las modificaciones en el paisaje, como las intervenciones humanas, afectan su estructura y funcionalidad. Al comparar diferentes escenarios, como el sin proyecto y con proyecto, estas métricas permiten evaluar si los cambios alteran la diversidad y uniformidad del paisaje, ofreciendo datos relevantes para la planificación y gestión sostenible del territorio.

Cobertura	Índice de Diversidad SP (SDI SP)	Índice de Uniformidad SP (SEI SP)	Índice de Diversidad CP (SDI CP)	Índice de Uniformidad CP (SEI CP)
All	0.487682	0.443908	0.487436	0.443684

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

- **Índice de Diversidad de Shannon (SDI)**

Esta métrica mide la heterogeneidad del paisaje considerando tanto el número de clases de cobertura como su abundancia relativa. Valores más altos indican una mayor diversidad de coberturas, lo que generalmente se asocia con una mayor resiliencia ecológica (Shannon & Weaver, 1949).

La diversidad de coberturas en ambos escenarios se mantiene prácticamente constante, lo que sugiere que el proyecto no altera significativamente la heterogeneidad del paisaje.

- **Índice de Uniformidad de Shannon (SEI)**

Evalúa qué tan equitativamente se distribuyen las áreas entre las diferentes clases de cobertura. Un valor cercano a 1 indica una distribución más uniforme, mientras que valores más bajos reflejan dominancia de algunas clases sobre otras.

Los valores de uniformidad también son estables entre escenarios, reflejando una distribución equitativa de las áreas entre las clases de cobertura. Esto indica que no hay dominancia excesiva de una clase en particular tras la intervención.

5.2.3.4.6. Métricas de proximidad y subdivisión

El índice de proximidad caracteriza el grado de aislamiento espacial de los fragmentos, tomando en cuenta todos los fragmentos más próximos que se encuentran dentro de un radio de búsqueda especificado (Correa Ayram, Mendoza, & López Granados, 2014); por su parte el índice de tamaño efectivo de malla es un indicador de subdivisión del paisaje y puede actuar como un índice de conectividad, siendo inverso a la fragmentación, ya que un mayor tamaño de malla es indicativo de menor fragmentación.

- Índice de tamaño efectivo de malla (MEFF)

Esta métrica es utilizada para evaluar la conectividad estructural del paisaje. Representa el tamaño promedio de malla funcionalmente conectada dentro de una clase de cobertura o un paisaje completo. Es particularmente útil para medir cómo la fragmentación afecta la conectividad funcional y estructural.

El MMEFF mide el tamaño promedio de las áreas funcionalmente conectadas dentro del paisaje. Se calcula como el cociente entre el área total del paisaje y el número de componentes (fragmentos o parches desconectados). Valores más altos reflejan menor fragmentación y mayor conectividad, mientras que valores bajos indican un paisaje altamente fragmentado.

Para el escenario sin proyecto el índice MMEFF indica una conectividad estructural relativamente alta, con un tamaño efectivo de malla de 15,511.41 m². Este valor sugiere que el paisaje presenta áreas funcionalmente conectadas de tamaño considerable.

Por otra parte, en el escenario con proyecto el valor de MMEFF disminuye ligeramente a 15,059.64 m² debido al incremento en el número de componentes (fragmentos), lo que refleja una leve fragmentación del paisaje. Sin embargo, esta reducción no es significativa y la conectividad general del paisaje se mantiene.

En general, los resultados indican que el proyecto genera un impacto limitado en la conectividad estructural del paisaje, preservando grandes áreas funcionalmente conectadas.

5.2.3.4.7. Síntesis y conclusiones de fragmentación estructural

El análisis realizado evidencia que el proyecto de la línea de alta tensión genera un impacto mínimo en el paisaje. Aunque se registra un leve aumento en el número de componentes y una pequeña reducción en el tamaño promedio de las mallas conectadas (MMEFF), estos cambios son insignificantes para comprometer la funcionalidad ecológica del paisaje. Las métricas de diversidad, como el Índice de Diversidad de Shannon (SDI), reflejan estabilidad en la heterogeneidad y composición del paisaje, lo que confirma que la configuración del ecosistema permanece casi intacta.

Es importante destacar que el diseño del proyecto, siendo una infraestructura lineal con puntos específicos de intervención como las plataformas para torres, minimiza significativamente su impacto. Este tipo de intervención no crea barreras físicas que impidan la movilidad de las especies seleccionadas para el análisis de conectividad funcional. Además, al estar las plataformas espacialmente dispersas, no se generan fragmentaciones directas en los corredores ecológicos principales.

En resumen, este proyecto puede clasificarse como de bajo impacto ambiental siempre y cuando se implementen estrategias adecuadas de manejo y mitigación durante su construcción y operación. Este análisis refuerza la viabilidad

del proyecto desde una perspectiva ambiental y destaca la importancia de realizar estudios integrales de conectividad y fragmentación como una herramienta esencial para la planificación sostenible de infraestructura.

El análisis de fragmentación del paisaje y conectividad estructural demostró que, aunque el proyecto genera ligeros cambios en las métricas clave evaluadas, como área total, número de fragmentos, tamaño medio de los parches y densidad de borde, estos impactos son mínimos y no comprometen significativamente la funcionalidad ecológica del paisaje.

Las reducciones en la extensión de hábitat disponibles fueron menores al 1%, lo que indica que la pérdida de hábitat es marginal. Si bien se observó un leve aumento en el número de parches y una disminución en el tamaño medio de los mismos, la conectividad del paisaje no se ve afectada de manera crítica, manteniendo la integridad funcional del hábitat.

Asimismo, el análisis de métricas de borde y forma reveló que los cambios en la configuración espacial son poco significativos, con una ligera simplificación en las formas de los parches y un incremento marginal en la densidad de borde. Las áreas núcleo, esenciales para la biodiversidad, mostraron una resiliencia notable, manteniendo su capacidad de sostener hábitats interiores.

Las métricas de diversidad, como el índice de Shannon y el índice de uniformidad, se mantuvieron prácticamente estables entre los escenarios, lo que sugiere que la intervención no altera la heterogeneidad del paisaje ni genera dominancias significativas en alguna clase de cobertura.

Finalmente, las métricas de proximidad y subdivisión indican una leve fragmentación, pero la conectividad estructural general del paisaje se preserva, destacando que el impacto del proyecto sobre la conectividad ecológica es limitado y controlado.

5.2.3.5. Análisis de conectividad funcional

5.2.3.5.1. Selección de las especies

Con el objetivo de evaluar la conectividad funcional del área de estudio, se adoptó un enfoque multiespecies que permite representar diferentes patrones de conectividad (Liu, Newell, White, & Bennett, 2018). Este enfoque considera que la interacción de las especies con su entorno es específica para cada una. Los criterios empleados para la selección de especies son la presencia confirmada dentro del área de estudio, la variabilidad en la capacidad de movimiento, la representatividad en cuanto a requerimientos o preferencias ecológicas y la disponibilidad de información científica.

En función de estos criterios, se seleccionaron tres especies: el zorro (*Cerdocyon thous*), una especie terrestre con capacidad media de dispersión, un área de dominio vital amplia (home range) y una notable adaptabilidad a diferentes hábitats; el rabipelado pequeño (*Marmosa xerophila*), especie semiarbórea, con baja capacidad de dispersión, un área de dominio vital reducida y preferencia por bosques y arbustales xerofíticos, y el barriquete aliazul (*Spatula discors*), especie voladora y migratoria, con alta capacidad de dispersión, asociada a ambientes acuáticos.

Además, considerando las características del proyecto, los dos mamíferos podrían ser afectados por la pérdida y fragmentación de su hábitat, mientras que el ave enfrenta riesgos de colisión derivados de la incorporación de líneas de transmisión de energía, lo que podría comprometer su movilidad.

Para el desarrollo de los modelos, se realizó una revisión exhaustiva de literatura sobre las características ecológicas de las especies seleccionadas, enfocándose en sus preferencias de hábitat, áreas de dominio vital y capacidades de dispersión. A continuación, se presentan las características ecológicas reportadas.

Tabla 5-20 Características ecológicas de las especies objeto de análisis

Especie	Hábitat	Capacidad de Dispersión	Preferencias Ecológicas	Impactos Potenciales
<i>Cerdocyon thous</i> (Zorro)	Gran variedad de coberturas: bosques, arbustales, zonas pantanosas, vegetación secundaria, plantaciones forestales, cultivos, pastizales, incluso zonas urbanas y periurbanas.	Media, con un área de dominio vital amplio. Prefiere zonas con vegetación no tan densa.	Generalista, dieta flexible; utiliza zonas riparias para refugio y alimento.	Pérdida de hábitat debido a la fragmentación; desplazamiento por actividades humanas.
<i>Marmosa xerophila</i> (Rabipelado pequeño)	Bosques y arbustales xerofíticos. Asociado a hábitats secos con vegetación densa.	Baja, debido a su tamaño pequeño y hábitos semiarborícolas.	Dependiente de vegetación xerofítica; utiliza matorrales densos para refugio.	Altamente afectado por la fragmentación del hábitat; vulnerabilidad en hábitats xerofíticos.
<i>Spatula discors</i> (Barraquete aliazul)	Ambientes acuáticos: humedales, lagunas, cuerpos de agua dulce, áreas cercanas a ríos y zonas pantanosas.	Alta, especie voladora y migratoria.	Asociada a cuerpos de agua, utiliza áreas inundables para alimentación y reproducción.	Riesgo de colisión con líneas de transmisión eléctrica; alteración de hábitats acuáticos.

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.3.5.2. Selección de parches de hábitat o nodos de conexión

El hábitat se define como el conjunto de recursos y condiciones presentes en un área que permiten su ocupación por un organismo determinado (Hall, Krausman, & Morrison, 1997). Este satisface los requerimientos básicos de alimentación, reproducción, acceso al agua, y protección frente a depredadores y competidores (Grebner, Bettinger, & Siry, 2014). Dado que el hábitat es específico para cada especie, su evaluación debe realizarse considerando el conocimiento detallado de sus requerimientos ecológicos y su biología (De Vos & Mosby, 1978; Brooks, 1997).

En este estudio, el hábitat dentro del área de interés se definió como aquellos parches que cumplen con los siguientes criterios:

- Distribución potencial de la especie dentro del área de estudio.
- Áreas continuas compuestas por tipos de cobertura vegetal donde la especie ha sido reportada y que ofrecen refugio y alimento.
- Parches con un tamaño igual o superior al área de dominio vital reportada para la especie.
- Áreas con presencia confirmada a través de la caracterización de fauna.

Con base en la revisión de la literatura, en la Tabla 5-21 se especifican las coberturas seleccionadas para conformar el hábitat de cada especie. Además, se utilizó el área de dominio vital mínimo reportado para algunas especies:

Para *C. thous*, el área mínima considerada fue de 25 ha, para *M. xerophila*, el área mínima fue de 0.06 ha y para *S. discors*, no se utilizó un área de dominio vital fija, dado que durante la época de migración esta especie utiliza los cuerpos de agua disponibles como hábitat temporal (Rohwer, Johnson, & Loos, 2020).

Es importante señalar que, en la interpretación de las coberturas se consideraron los caminos o senderos como Red vial y territorios asociados (1221) y fueron cartografiados, si bien estos fueron considerados como divisores de los parches de cobertura, su naturaleza temporal y su ancho no representan barreras significativas para la fauna terrestre. No obstante, fueron calificados como variables no facilitadoras en la construcción de los rasters barrera (**Anexo B. Caracterización ambiental/Biótico/Fragmentación/Fragmentación RIA**).

Tabla 5-21 Coberturas utilizadas como hábitat por las especies

Cobertura	<i>Cerdocyon thous</i>	<i>Spatula discors</i>	<i>Marmosa xerophila</i>
Arbustal denso	X		X
Arbustal abierto	X		X
Zonas pantanosas	X	X	
Ríos		X	
Cuerpos de agua artificiales		X	

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Este enfoque garantiza que la delimitación de hábitats sea coherente con las condiciones ecológicas y de conectividad reales del área de estudio, proporcionando un marco adecuado para el análisis de conectividad y la identificación de nodos clave para la conservación de las especies evaluadas.

5.2.3.5.3. Construcción de la matriz de resistencia

Para analizar cómo las especies se desplazan a través del paisaje, se elaboró una matriz de resistencia que modela de manera hipotética la relación entre diferentes variables que pueden influir en el movimiento de los organismos (Wade, McKelvey, & Schwartz, 2015). Esta matriz representa una estimación del costo ecológico asociado al tránsito por áreas específicas. Los valores de resistencia reflejan la percepción de calidad del hábitat y las características del entorno que facilitan o dificultan el movimiento (Wade, McKelvey, & Schwartz, 2015). Los aspectos considerados para su construcción consisten en:

- Configuración del ráster: Se estableció un tamaño de celda de 5 metros.
- Selección de variables: Se incluyeron factores conocidos por su incidencia en el desplazamiento de las especies (Zeller, McGarigal, & Whiteley, 2012), tales como el tipo de cobertura vegetal, la distancia a drenajes, vías y áreas urbanizadas.
- Calificación de variables: Las variables se clasificaron en una escala de 0 a 10, donde 10 representa la máxima resistencia. Los valores se asignaron con base en criterios profesionales sustentados en experiencia técnica y referencias científicas. Ver **Tabla 5-22**
- Distancia a elementos: Las variables relacionadas con distancia se analizaron utilizando métricas de distancia euclidiana, reclasificadas posteriormente en valores de resistencia de 0 a 10.
- Integración de variables: La matriz de resistencia se generó combinando las variables seleccionadas mediante un proceso de ponderación aplicado con la herramienta de álgebra de mapas de ArcGIS. Las ponderaciones de las variables (ver **Tabla 5-23**.) se determinaron a través del método de análisis jerárquico de Saaty, tomado del Estudio de Impacto Ambiental (2023).

En el caso de *Marmosa xerophila*, los ríos se consideraron como barreras naturales debido a su comportamiento semi-arbóreo, su tamaño reducido y la falta de registros que indiquen habilidades natatorias en esta especie. Por esta razón, en la matriz de resistencia se excluyeron las áreas correspondientes a los cuerpos de agua, generando huecos en las zonas ocupadas por estos elementos.

Este enfoque permite aproximarse de manera general al análisis del movimiento de las especies en paisajes heterogéneos, integrando criterios ecológicos y metodologías cuantitativas.

Las Figura 5-21 y Figura 5-22 nos permiten visualizar la matriz de resistencia para el para los escenarios sin proyecto y con proyecto respectivamente para los tramos T01 a T53, así mismo las Figura 5-23 y Figura 5-24 representan el comparativo para los tramos T53 hasta T91. Se puede observar como para esta especie la matriz de resistencia presenta valores más altos en impedancia al movimiento de la especie hacia el norte del área de influencia, esto se soporta en coberturas más fragmentadas y presencia de mayor número de elementos que fragmentan el paisaje como vías y tierras desnudas. Comparativamente no se observan grandes diferencias entre los escenarios sin proyecto y con proyecto (**Anexo B. Caracterización ambiental/Biótico/Fragmentación/Fragmentación RIA**).

Tabla 5-22 Calificación de las variables

Cobertura	Variable	Cerdocyon thous	Spatula discors	Marmosa xerophila
Cobertura (Corine Land Cover)	Tejido urbano discontinuo	6	7	8
	Otros cultivos transitorios	3	5	8
	Tierras desnudas y degradadas	4	5	10
	Zonas pantanosas	3	0	8
	Ríos	7	0	9
	Cuerpos de agua artificiales	6	0	9
	Red vial y territorios asociados (Tipo 4, 5 y 6)	8	7	9
	Red vial y territorios asociados (Tipo 7)	1	1	2
	Red ferroviaria y terrenos asociados	6	7	10
	Parques cementerios	6	4	10
	Áreas deportivas	8	4	9
	Arbustal denso	0	2	0
	Arbustal abierto	0	2	1
Distancia a cuerpos de agua	Distancia euclidiana a cuerpos de agua	de 0 a 10 siendo 10 lo más distante	de 0 a 10 siendo 10 lo más distante	de 0 a 10 siendo 10 lo más distante
Distancia a asentamientos humanos	Distancia euclidiana a asentamientos humanos	de 0 a 10 siendo 10 lo más cercano	de 0 a 10 siendo 10 lo más cercano	de 0 a 10 siendo 10 lo más cercano
Distancia a vías	Distancia euclidiana a vías	de 0 a 10 siendo 10 lo más cercano	de 0 a 10 siendo 10 lo más cercano	de 0 a 10 siendo 10 lo más cercano

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

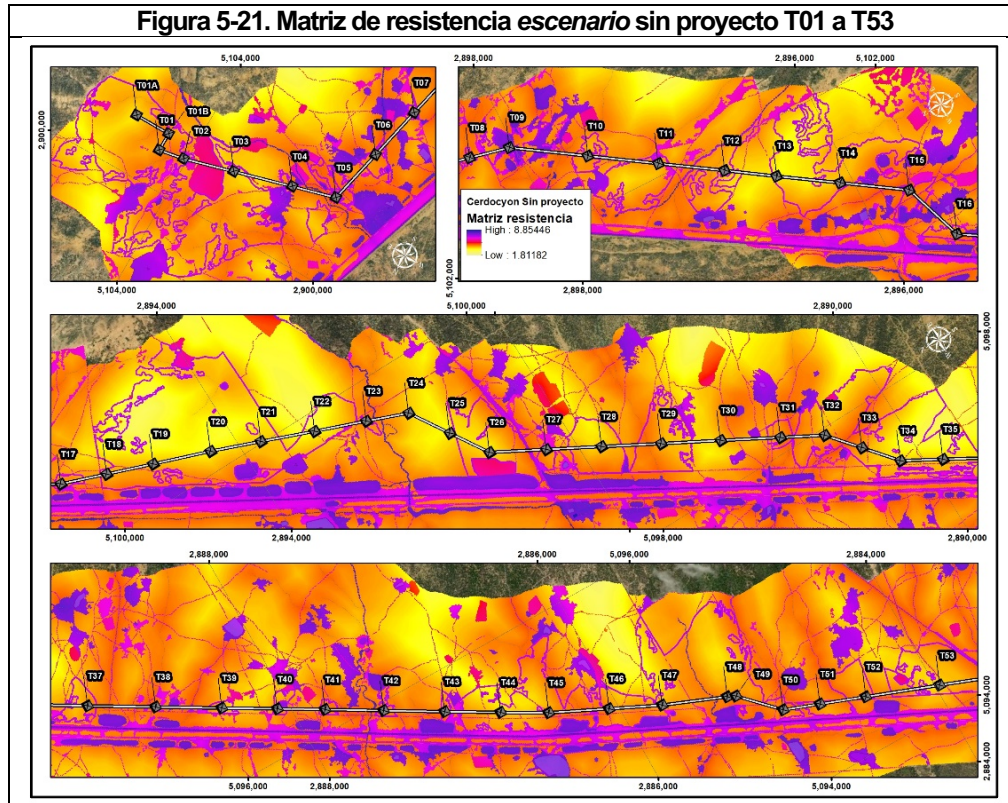
Tabla 5-23 Peso de las variables

Variable	Peso		
	Cerdocyon thous	Spatula discors	Marmosa xerophila
Cobertura	0.50	0.23	0.55
Distancia a superficies de agua	0.30	0.39	0.10
Distancia a asentamientos humanos	0.07	0.10	0.10
Distancia a vías	0.13	0.28	0.25
Total	1	1	1

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Línea de Conexión 500 kV Casa Eléctrica – Colectora I y Subestación Casa Eléctrica, 2023

Las Figura 5-25 y Figura 5-26 nos muestran las matrices de resistencias comparativas entre escenarios para la especie *Spatula discors* para los tramos T01 a T 53, mientras que las Figura 5-27 y Figura 5-28 contienen las matrices de resistencia para los tramos T53 y T91. En estas figuras se destaca el hábitat específico asociado a los cuerpos de agua, mientras que el resto de las coberturas presentan mayor resistencia. Finalmente las Figura 5-29 y Figura 5-30 representan las matrices de resistencia comparativas entre escenarios para la especie *Marmosa xerophila* para los tramos T01 a T53 mientras que las Figura 5-31 y Figura 5-32 representan el tramo T53 y T91 de manera comparativa,

se observa como para esta especie la mayor resistencia se asocia a él áreas de vías y territorios construidos, la menor impedancia está asociada a las áreas de hábitat para la especie, comparativamente se observa como hacia el norte del área de estudio se presentan las obras de mayor tamaño, causando una diferencia notable alrededor de la torre T01A.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-22. Matriz de resistencia escenario con proyecto T01 a T53

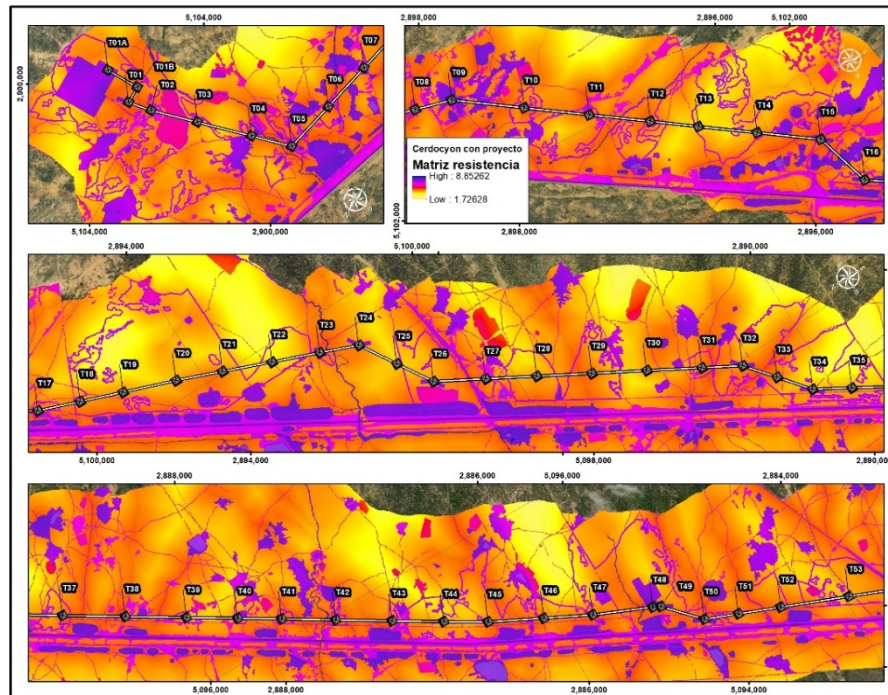
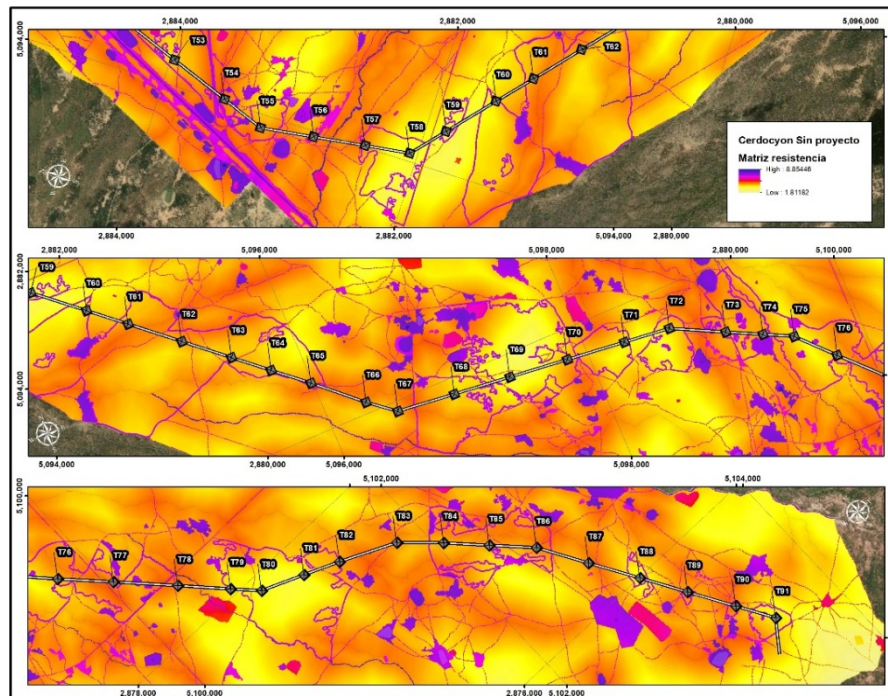
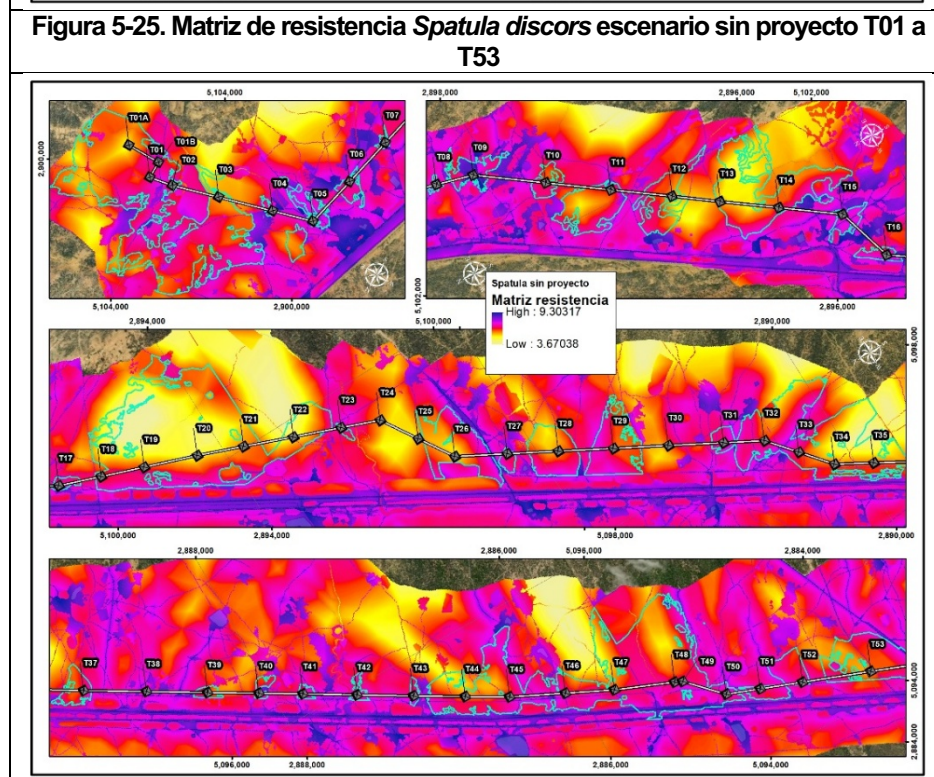
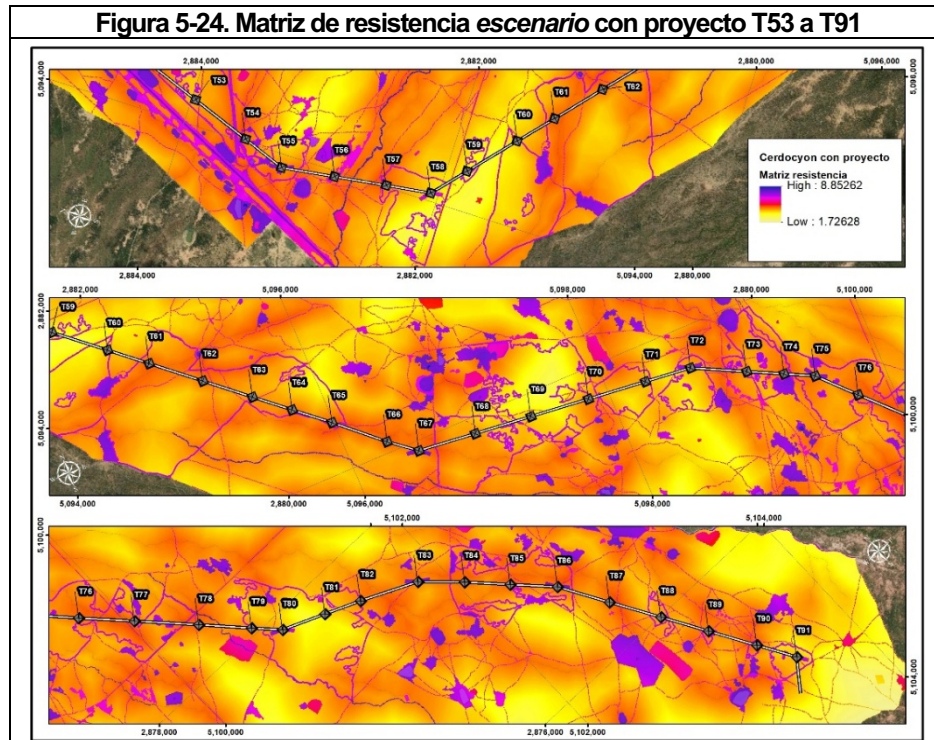


Figura 5-23. Matriz de resistencia escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-26. Matriz de resistencia *Spatula discors* escenario con proyecto T01 a T53

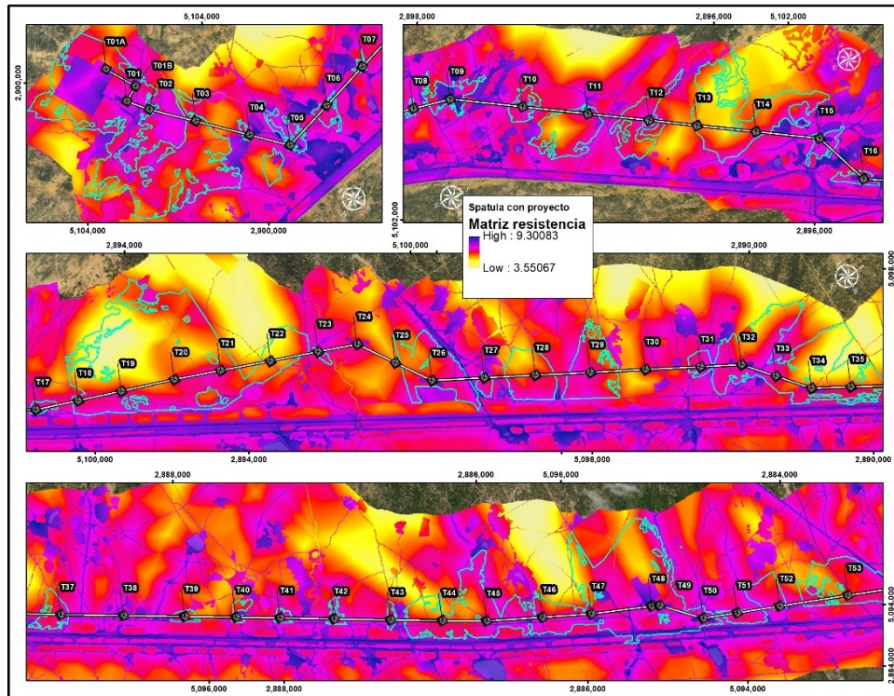
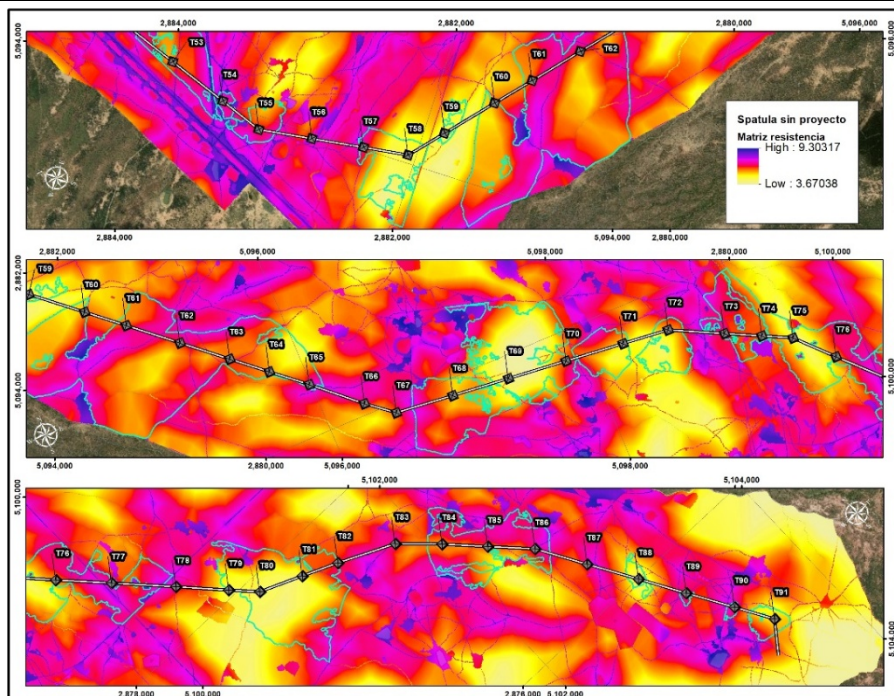


Figura 5-27. Matriz de resistencia *Spatula discors* escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-28. Matriz de resistencia *Spatula discors* escenario con proyecto T53 a T91

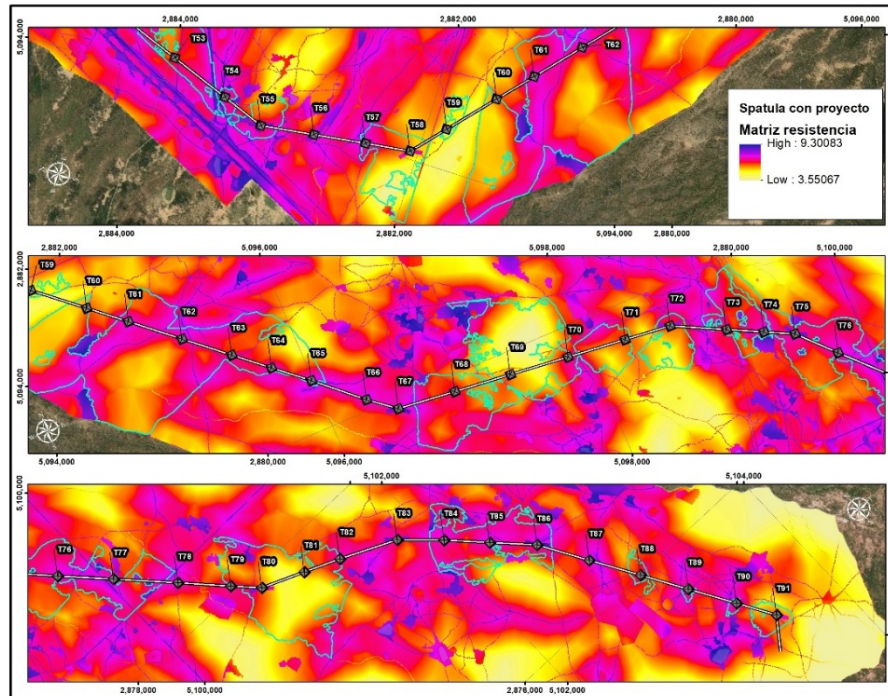
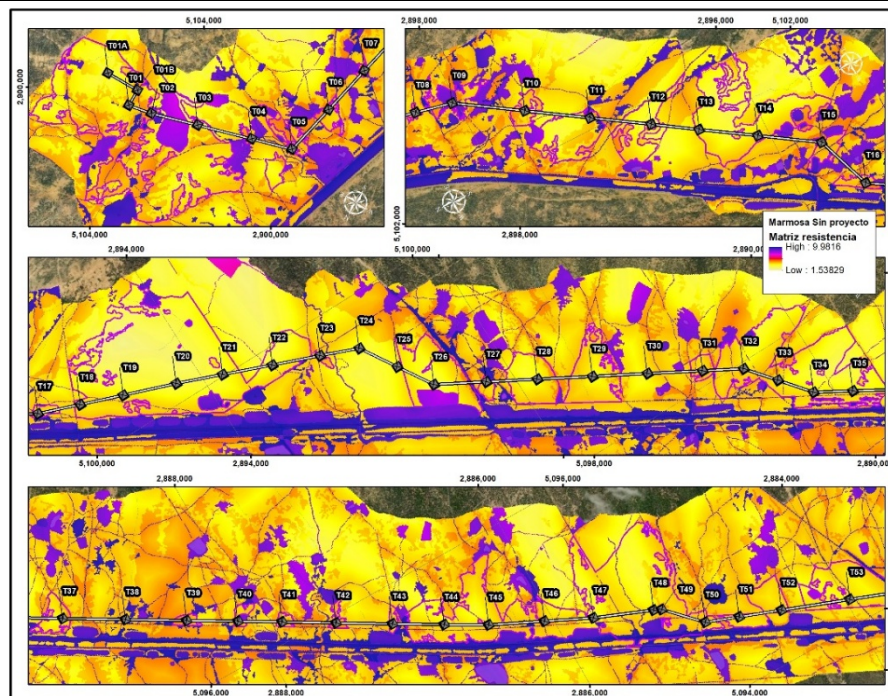


Figura 5-29. Matriz de resistencia *Marmosa xerophila* escenario sin proyecto T01 a T53



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-30. Matriz de resistencia *Marmosa xerophila* escenario con proyecto T01 a T53

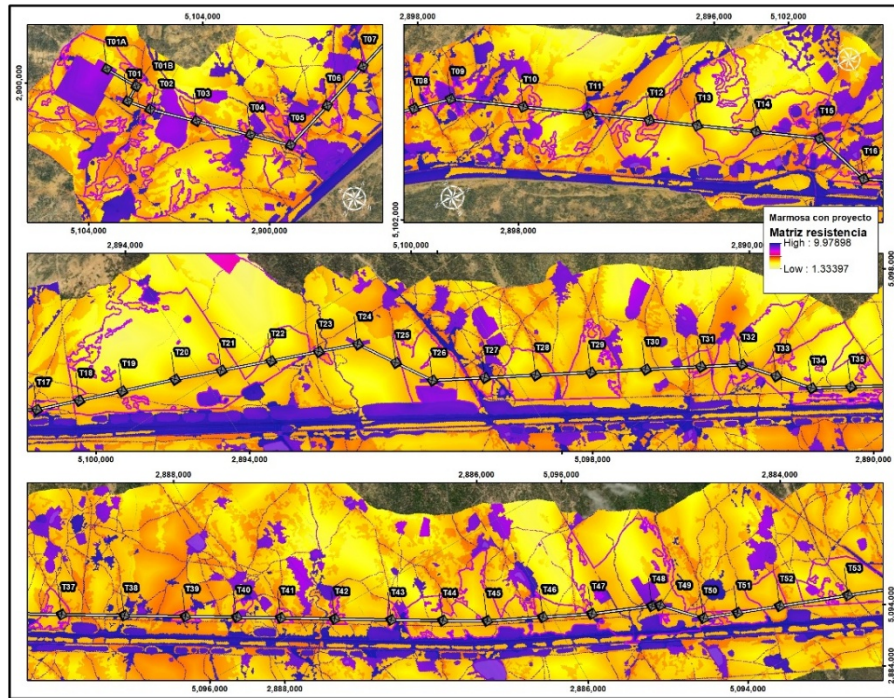
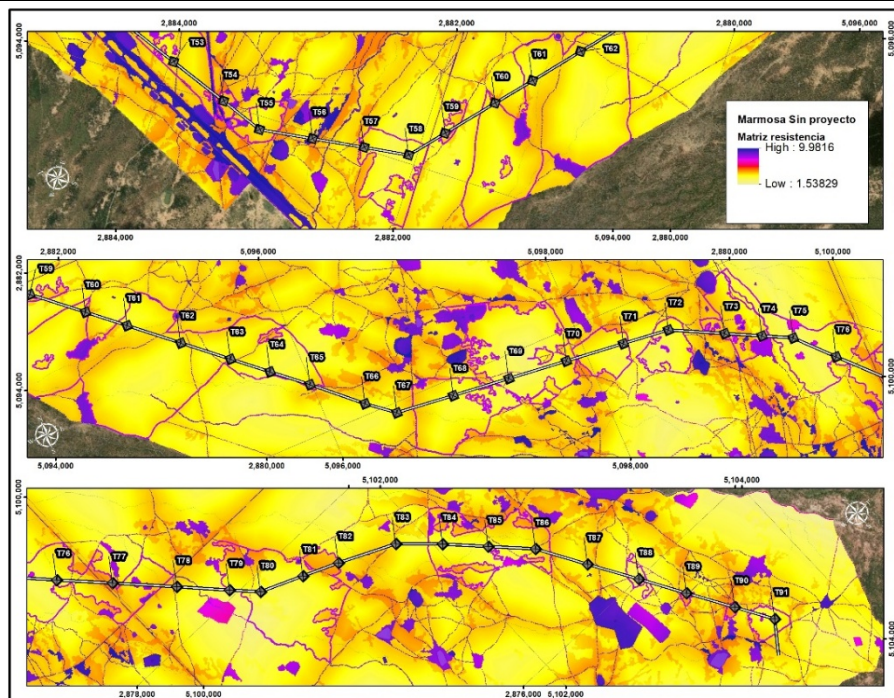
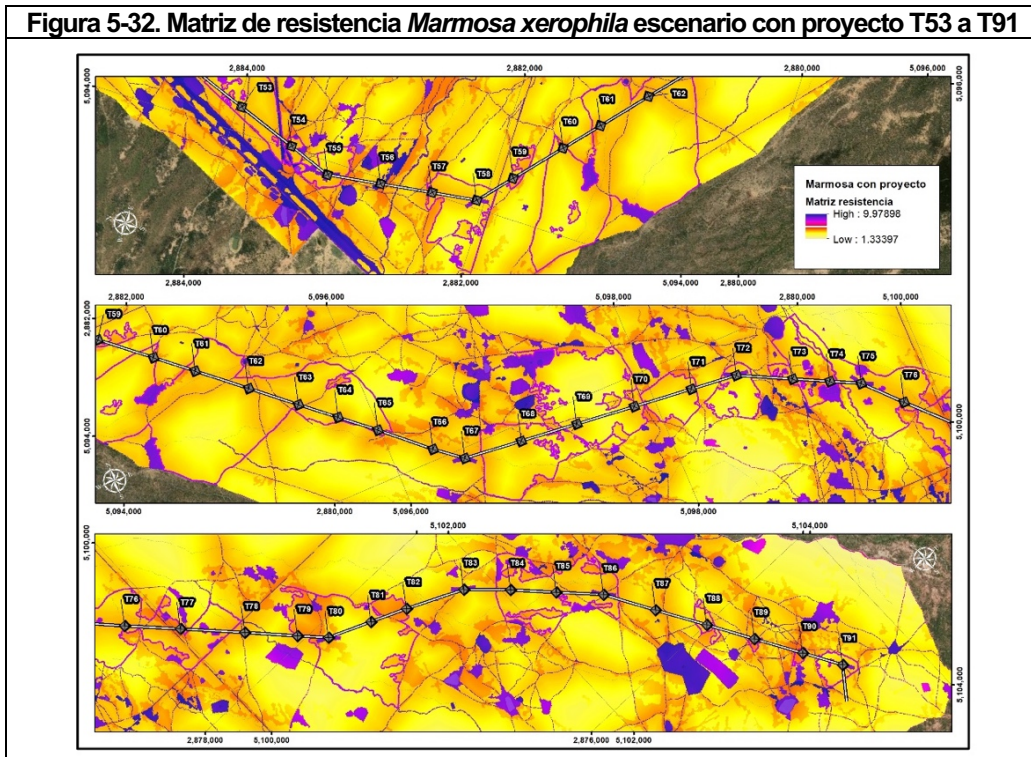


Figura 5-31. Matriz de resistencia *Marmosa xerophila* escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.3.6. Modelación de conectividad funcional

Utilizando la herramienta Linkage Mapper (McRae & Kavanagh, 2011), compatible con las versiones 9 y 10 de ArcGIS, se modelaron las rutas de menor costo (Least-Cost Paths, LCP) mediante la función “Build Network and Map Linkages”. Estas rutas representan las conexiones potenciales entre parches de hábitat, o nodos, y están diseñadas para acumular la menor resistencia al movimiento. Por lo tanto, reflejan los trayectos con mayor probabilidad de ser utilizados por las especies (Balbi et al., 2019).

Para este análisis, los enlaces fueron delimitados por la distancia efectiva de desplazamiento, definida como el valor de costo acumulado. Este se calculó a partir de la distancia promedio de desplazamiento de cada especie y la mediana de la matriz de resistencia (Vergara, Ciontescu, & Barrera, 2019; Goicolea & Mateo-Sánchez, 2022). Con base en los datos reportados para cada especie, se estimó la distancia promedio de desplazamiento, la cual corresponde a 4.18 km para, 372 km para *Spatula discors*, y 32.4 m para *Marmosa xerophila*.

Este enfoque permite modelar las conexiones más probables dentro del paisaje, considerando las capacidades específicas de desplazamiento de cada especie y la influencia de las características del entorno.

Posteriormente, se utilizaron los resultados del ráster de salida denominado “CORRIDOR” para identificar y delimitar los corredores potenciales de movilidad. Estos corredores representan áreas de menor costo que rodean las rutas de menor costo previamente modeladas, proporcionando un espacio más amplio que facilita el desplazamiento de las especies dentro del paisaje. Esta metodología permite integrar no solo las rutas óptimas, sino también las zonas adyacentes con bajas resistencias al movimiento, aumentando así la probabilidad de conectividad funcional.

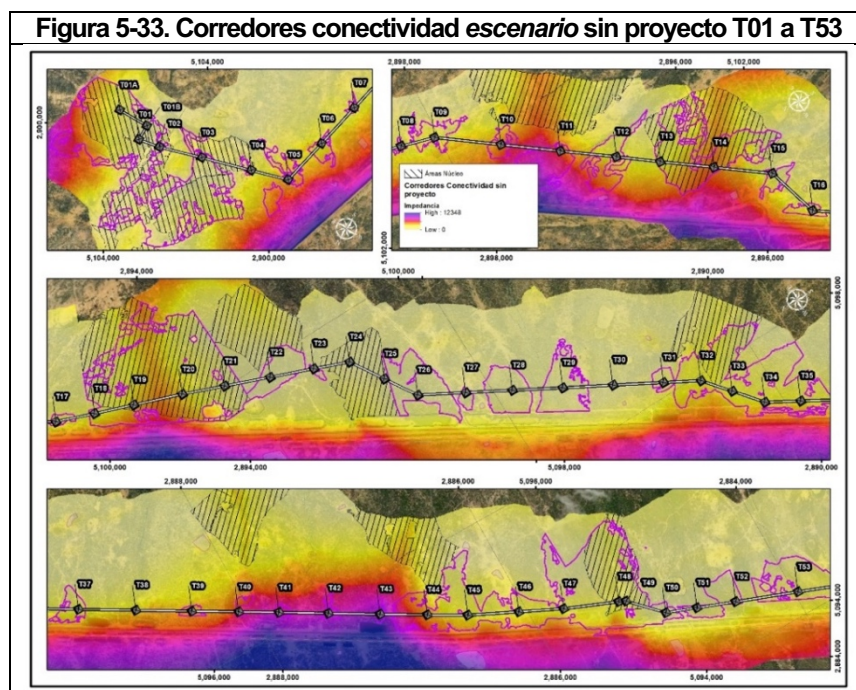
El análisis de los escenarios con y sin proyecto revela que los corredores de conectividad funcional modelados para no sufren fragmentación significativa debido a la construcción de las obras. A pesar de los cambios observados en los

niveles de impedancia y la configuración espacial de los corredores, la red se mantiene estructuralmente conectada, asegurando la continuidad de los flujos ecológicos esenciales para esta especie.

En el escenario sin proyecto, los corredores presentan una configuración más uniforme, con menores valores de impedancia y áreas bien conectadas a lo largo del trazado. Las zonas de mayor conectividad están distribuidas en torno a parches de hábitat clave, principalmente arbustales, que ofrecen refugio y oportunidades de desplazamiento para la especie. En contraste, en el escenario con proyecto, las áreas de mayor impedancia tienden a concentrarse cerca de ciertos puntos específicos, como las torres T01, T02, T01A y T01B, así como las obras asociadas a la T49 donde las actividades constructivas generan un impacto más visible sobre las coberturas de hábitat, específicamente cambiando la forma y tamaño de las áreas consideradas como hábitat para el zorro; no obstante si bien se observa que en el escenario con proyecto una de las áreas núcleo desaparece, esta cambia levemente de tamaño lo que no le permite entrar como área núcleo para la modelación de este escenario, sin embargo por su tamaño y debido a que queda rodeada de otros fragmentos continuos de menor área los flujos se redireccionan y no se pierde la calidad del corredor de conectividad ecológica.

A pesar de estas variaciones locales, los corredores potenciales alrededor de las rutas de menor costo (Least-Cost Paths, LCP) permanecen funcionales, permitiendo el desplazamiento continuo de *Cerdocyon thous*. Las áreas de impacto observadas se concentran mayoritariamente en los arbustales abiertos, una cobertura clave para la especie, pero estas no resultan en una fragmentación completa de los corredores. Más bien, los flujos de conectividad se redirigen hacia zonas adyacentes con menores resistencias, compensando los efectos que el proyecto pudiera causar.

El impacto del proyecto sobre los corredores de conectividad para *Cerdocyon thous* es manejable y no compromete la movilidad de la especie. Las áreas afectadas, principalmente cerca de las torres mencionadas, pueden ser mitigadas mediante estrategias como la restauración de arbustales y la implementación de pasos de fauna en puntos críticos. En términos generales, la conectividad funcional de la red se mantiene, lo que respalda la viabilidad del proyecto desde una perspectiva ecológica. Este análisis subraya la importancia de un diseño cuidadoso que minimice la interferencia con las coberturas clave y maximice las oportunidades de conectividad en el paisaje (**Anexo B. Caracterización ambiental/Biótico/Fragmentación/Fragmentación RIA**).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-34. Corredores conectividad escenario con proyecto T01 a T53

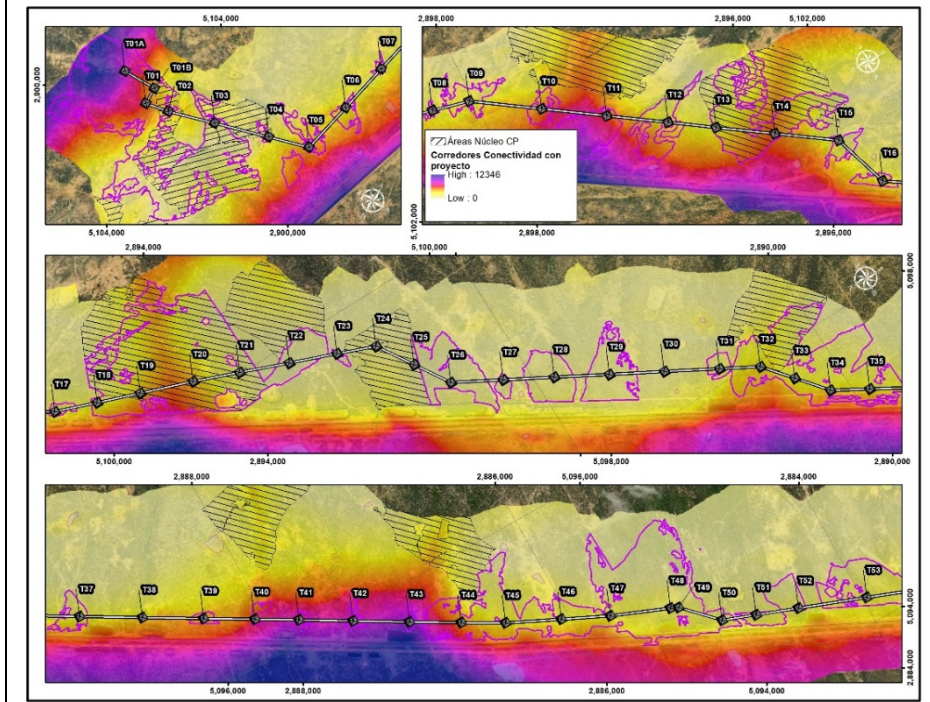
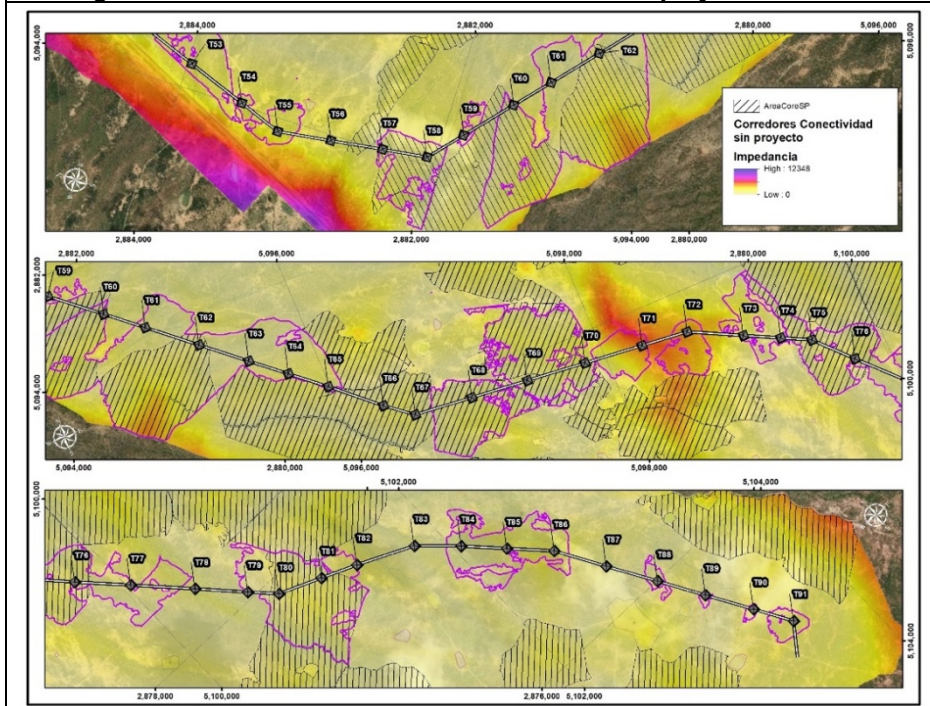
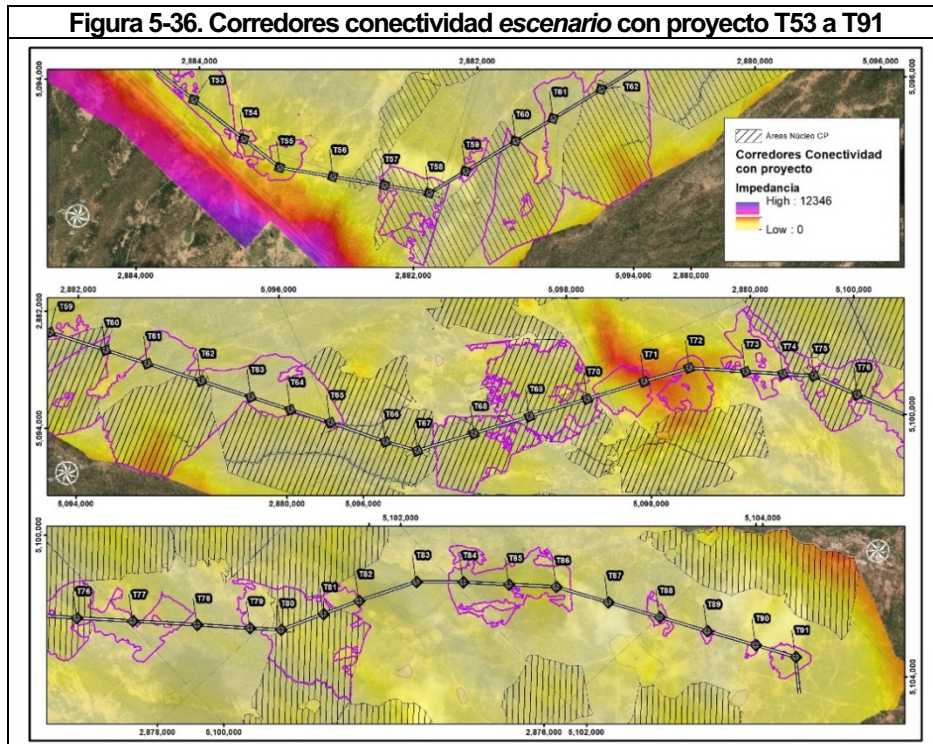


Figura 5-35. Corredores conectividad escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

El análisis de los escenarios con y sin proyecto para *Spatula discors* refleja que la construcción de las obras tiene un impacto manejable sobre los corredores de conectividad de la especie. Las rutas de menor costo (Least-Cost Paths, LCP) y los corredores circundantes presentan modificaciones locales, pero la conectividad funcional general se mantiene.

En el escenario sin proyecto, los corredores se encuentran bien definidos y abarcan áreas extensas de conectividad con baja resistencia al movimiento. Esto es consistente con el rango de desplazamiento amplio de *Spatula discors* (372 km), que permite que esta especie aproveche grandes áreas del paisaje, incluidas zonas con cuerpos de agua y cobertura de humedales. Las áreas críticas de conectividad se concentran alrededor de parches clave que son esenciales para sus rutas migratorias.

En el escenario con proyecto, se observan incrementos en la impedancia alrededor de ciertos puntos, especialmente en las proximidades de las torres **T57**, **T73**, y **T88**, donde las actividades constructivas y la alteración de coberturas de hábitat tienen mayor impacto. Sin embargo, estas zonas de resistencia más alta no generan una fragmentación significativa de los corredores, ya que el diseño de las rutas de menor costo permite que los flujos de movimiento sean redirigidos hacia áreas adyacentes con menor resistencia.

Los corredores potenciales se mantienen como áreas funcionales, proporcionando conectividad continua entre los parches de hábitat. Es importante destacar que *Spatula discors*, al ser una especie migratoria, utiliza cuerpos de agua como elementos principales de su desplazamiento, lo que reduce el impacto de las obras en las zonas terrestres.

Según el modelo, se determinó que la ejecución del proyecto no afectará directamente el hábitat del barraquete aliazul (ver Cuadro 5.63), ya que las intervenciones se llevarán a cabo en coberturas que no están asociadas a cuerpos de agua ni zonas pantanosas. Sin embargo, se destaca que el proyecto intersecta parches de hábitat, los cuales quedarán dentro del área de servidumbre. Además, en algunos sectores, especialmente hacia el norte del proyecto, la línea de transmisión se ubica muy cerca de varios hábitats, lo que podría representar un riesgo para la especie. Esto se debe a

que se ha documentado que los hábitats de especies acuáticas cercanos o situados entre líneas de transmisión suelen ser áreas donde las aves tienen mayor probabilidad de colisionar (Pigniczki et al., 2019; Raptor Protection of Slovakia, 2021). Este riesgo es especialmente relevante, ya que esta especie ha sido identificada como una de las más vulnerables a colisiones con este tipo de infraestructura (De la Zerda & Rosselli, 2003; Escobar-Ibañez, Aguilar-López, Muñoz-Jiménez, & Villegas-Patraca, 2022).

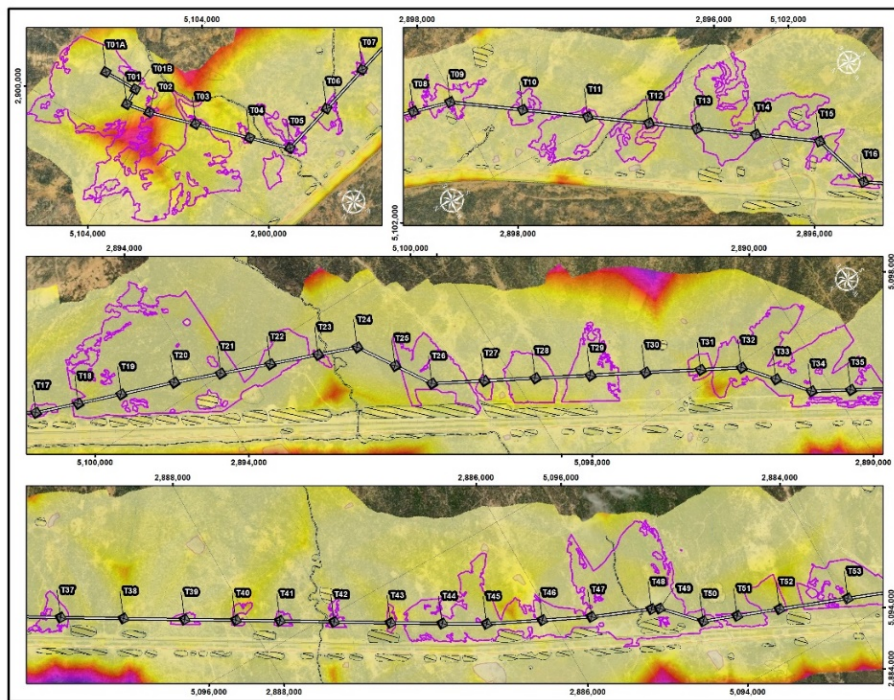
La construcción del proyecto tiene un impacto limitado y localizado sobre los corredores de conectividad de *Spatula discors*. Las redes de conectividad funcional se mantienen intactas y las áreas de mayor impedancia no comprometen la movilidad general de la especie. Este análisis confirma la viabilidad del proyecto desde una perspectiva ecológica para *Spatula discors*, siempre que se implementen medidas de mitigación como la restauración de cuerpos de agua y humedales en zonas críticas, además de evitar alteraciones significativas en áreas con alta conectividad.

La implementación de líneas de alta tensión puede tener diversos efectos sobre las especies acuáticas y aves migratorias como el barraquete aliazul (*Spatula discors*), y no todos deben considerarse necesariamente negativos. Estas estructuras, al integrarse en paisajes previamente transformados, pueden ofrecer oportunidades para el monitoreo y la gestión de hábitats en áreas estratégicas. En algunos casos, las áreas de servidumbre bajo las líneas de transmisión pueden mantenerse libres de actividades intensivas, generando espacios con menor intervención humana que podrían funcionar como corredores ecológicos secundarios o zonas de descanso para aves.

Además, la infraestructura de líneas de transmisión, cuando se gestiona adecuadamente, podría convertirse en un punto focal para la implementación de medidas de conservación. Por ejemplo, se han desarrollado estrategias que incluyen el marcaje de los cables con dispositivos visuales, lo que no solo reduce significativamente el riesgo de colisión, sino que también ayuda a identificar áreas clave para la conservación. Estas iniciativas, respaldadas por estudios de caso como los de Pigniczki et al. (2019) y el Raptor Protection of Slovakia (2021), han mostrado resultados positivos en la disminución de impactos sobre aves susceptibles.

Por otro lado, las áreas circundantes a las líneas de alta tensión podrían ser utilizadas para promover la regeneración de vegetación compatible con las necesidades de hábitat del barraquete aliazul. Las zonas cercanas a cuerpos de agua o pantanosas, cuando están sujetas a restricciones de uso, pueden generar condiciones favorables para el forrajeo y descanso de especies acuáticas, especialmente durante periodos migratorios. Esto puede ser especialmente relevante en el caso del barraquete aliazul, una especie que se beneficia de hábitats heterogéneos que incluyen espacios abiertos y cuerpos de agua accesibles.

Figura 5-37. Corredores conectividad *Spatula discors* escenario sin proyecto T01 a T53



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-38. Corredores conectividad *Spatula discors* escenario con proyecto T01 a T53

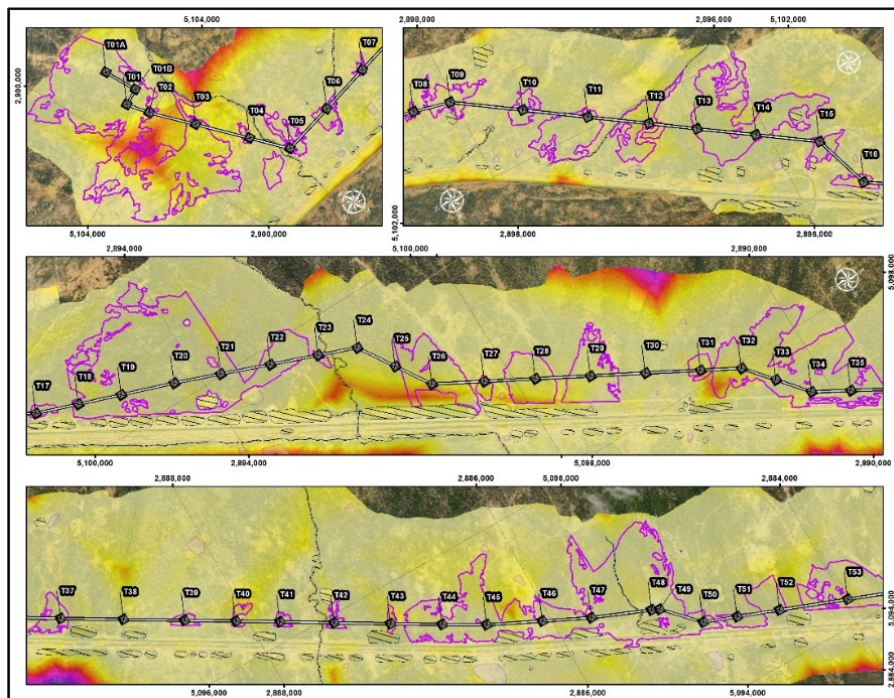
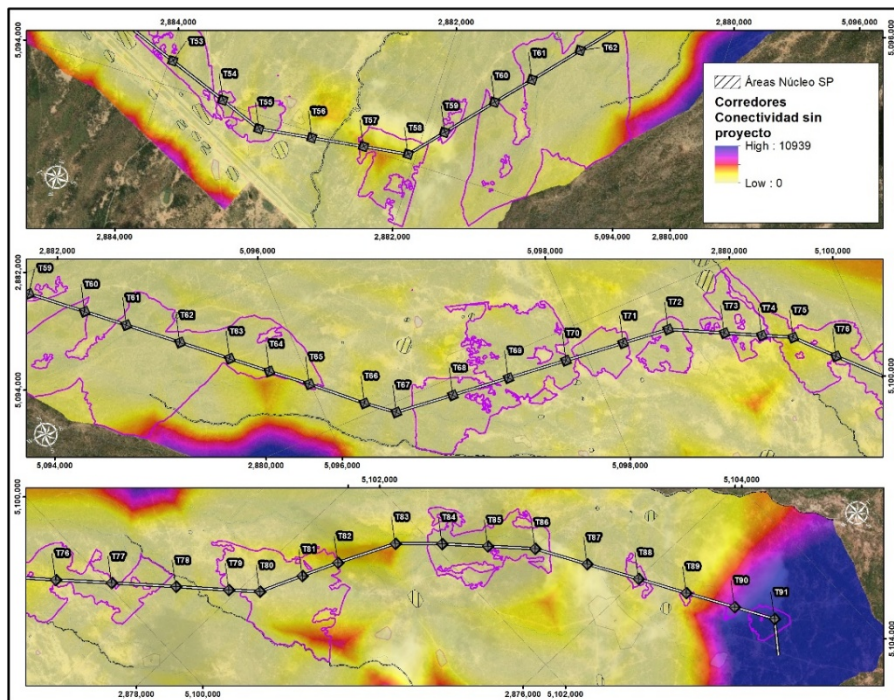
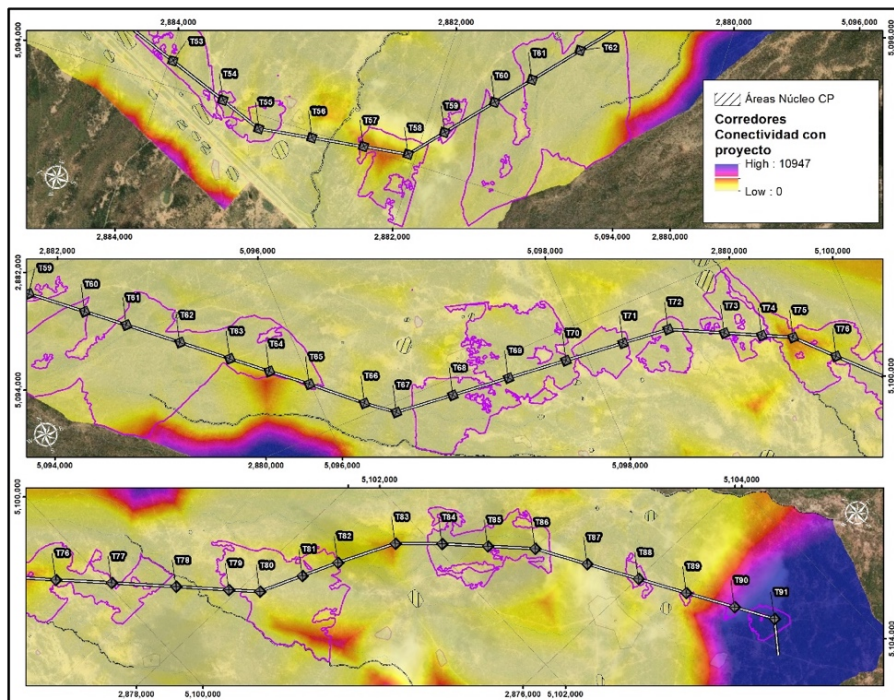


Figura 5-39. Corredores conectividad *Spatula discors* escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-40. Corredores conectividad *Spatula discors* escenario con proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Las imágenes comparativas de los escenarios con y sin proyecto muestran la disposición de los corredores de conectividad para *Marmosa xerophila*, una especie de pequeño tamaño y comportamiento semiarbórea, cuya movilidad depende de la continuidad del hábitat. Los corredores modelados reflejan áreas de menor resistencia al movimiento y permiten evaluar cómo el proyecto influye en la funcionalidad del paisaje.

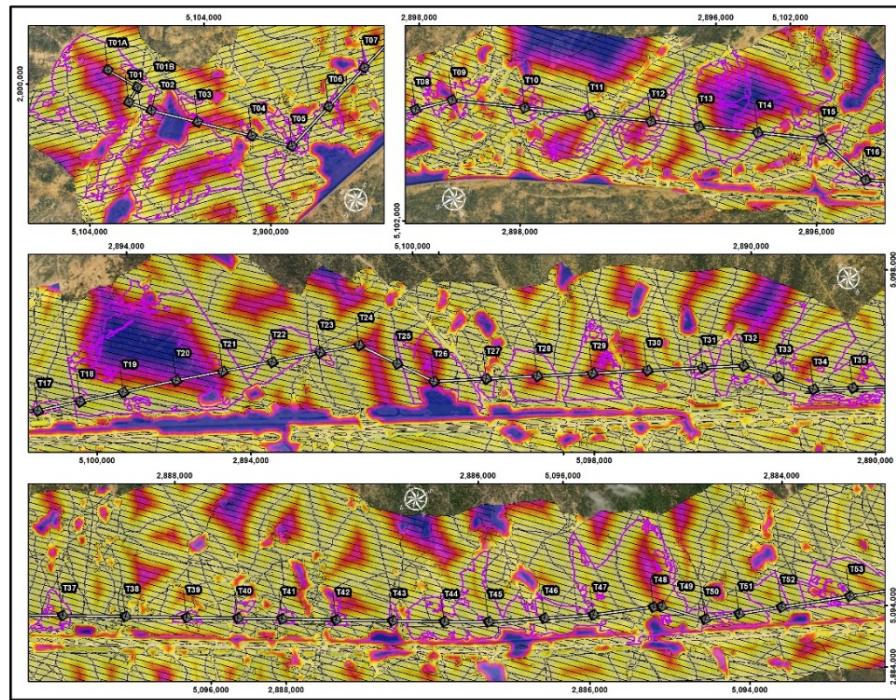
En el escenario sin proyecto, los corredores presentan una configuración continua, conectando hábitats clave a lo largo del área de estudio. Esta conectividad garantiza que la especie pueda desplazarse eficientemente en busca de recursos y refugio. El análisis destaca que las áreas de mayor probabilidad de movimiento se concentran en las zonas con arbustal denso y abiertas, que constituyen hábitats primarios para *Marmosa xerophila*.

Con la implementación del proyecto, aunque se observan ligeros cambios en la distribución de los corredores, estos no se fragmentan significativamente. Las áreas de mayor impacto se localizan en las cercanías de las torres T19, T29, y T47, donde la intervención podría generar alteraciones en la cobertura arbustiva. Sin embargo, la continuidad general de los corredores se mantiene, y las áreas impactadas representan un porcentaje reducido del total del hábitat disponible.

Adicionalmente, los corredores cercanos a los ríos, considerados barreras naturales para esta especie, permanecen intactos. Esto sugiere que el diseño del proyecto respeta las características del paisaje que favorecen la movilidad de *Marmosa xerophila*.

El análisis evidencia que, aunque el proyecto introduce modificaciones en la configuración del paisaje, estas no afectan significativamente la conectividad funcional para *Marmosa xerophila*. La continuidad de los corredores principales asegura la movilidad de la especie, y las áreas de impacto se concentran en sectores específicos sin comprometer la red de conectividad general. Por tanto, el proyecto es viable desde el punto de vista de la conservación de esta especie, especialmente si se implementan medidas de restauración en las áreas cercanas a las torres con mayor impacto. Esto podría incluir la revegetación con especies arbustivas que refuercen la conectividad local.

Figura 5-41. Corredores conectividad *Marmosa xerophila* escenario sin proyecto T01 a T53



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-42. Corredores conectividad *Marmosa xerophila* escenario con proyecto T01 a T53

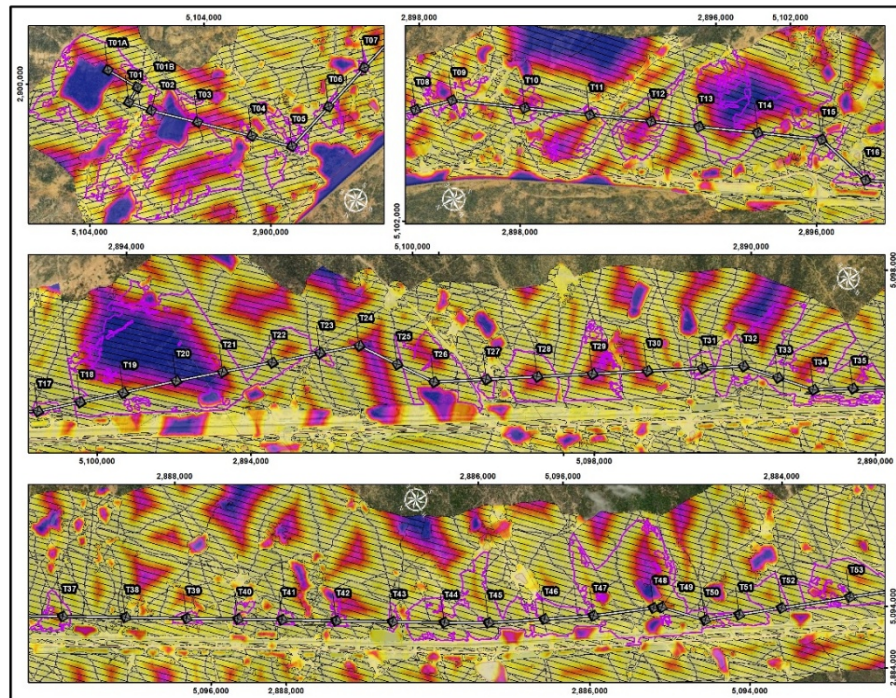
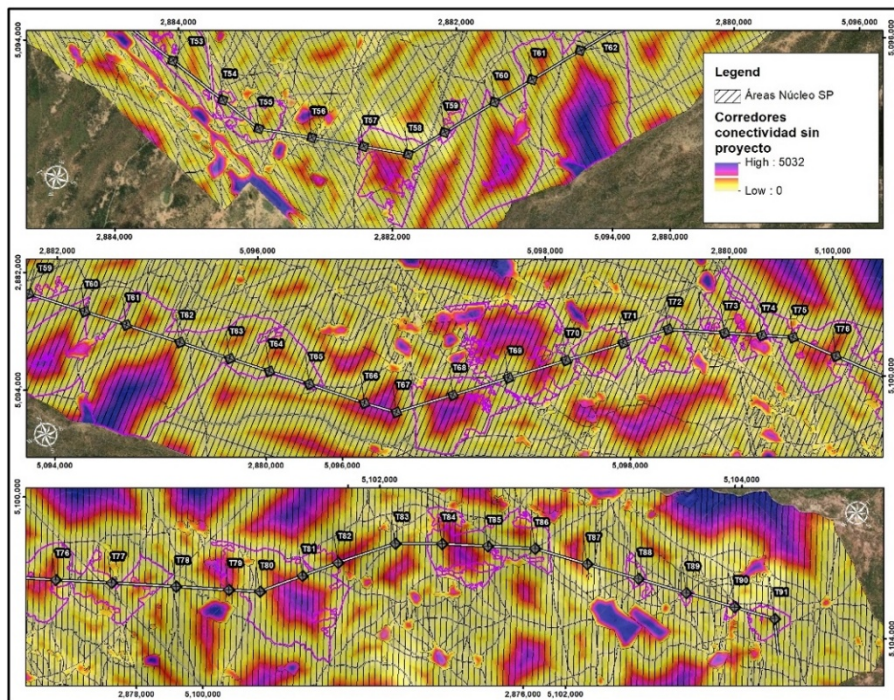
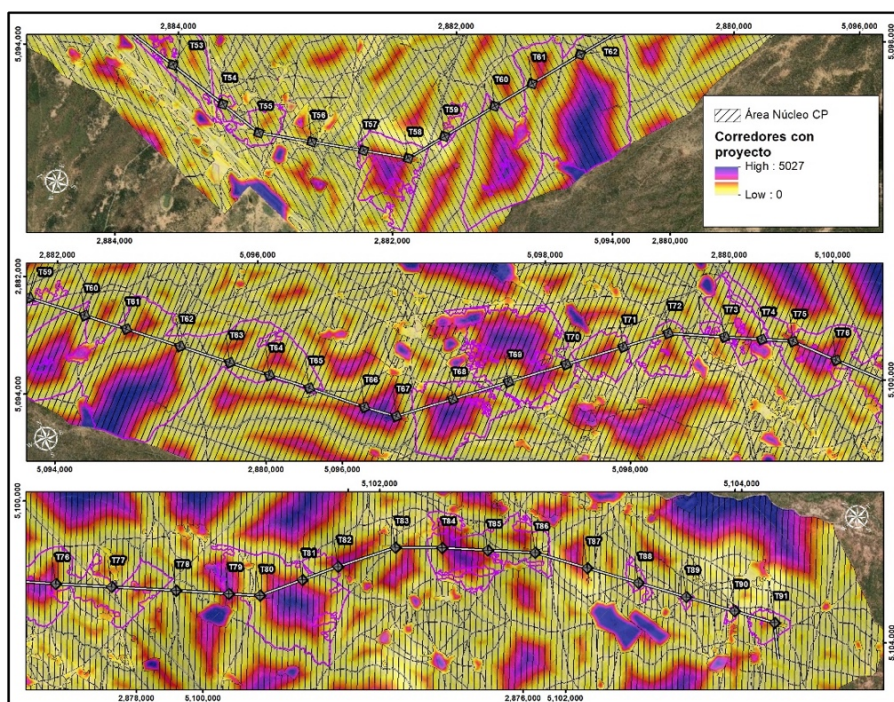


Figura 5-43. Corredores conectividad *Marmosa xerophila* escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-44. Corredores conectividad *Marmosa xerophila* escenario con proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.3.7. Síntesis de conectividad funcional para cada especie

La Probabilidad de Conectividad (PC) es una métrica clave en el análisis de conectividad funcional, ya que mide la probabilidad de que un individuo pueda desplazarse a través de la red de parches de hábitat, considerando tanto la distancia entre ellos como las características del paisaje. Este indicador permite evaluar la eficiencia y funcionalidad de los corredores ecológicos, y es especialmente útil para entender los impactos de proyectos de infraestructura sobre la conectividad. En este análisis, se compararon los escenarios con y sin proyecto para tres especies: *Spatula discors* y *Marmosa xerophila*, proporcionando una evaluación integral de la viabilidad del proyecto.

Por otra parte, el Índice Integral de Conectividad (IIC) es una métrica clave para evaluar la conectividad funcional del paisaje, al considerar no solo la estructura del mismo, sino también la importancia relativa de cada nodo y enlace dentro de la red. Este índice permite cuantificar el impacto del proyecto en la conectividad, evaluando tanto los escenarios con y sin proyecto.

5.2.3.7.1. *Cerdocyon thous*

En el caso de *Cerdocyon thous*, los resultados muestran que la PC experimenta una leve disminución en el escenario con proyecto en comparación con el escenario sin proyecto. Esta reducción se debe principalmente a la intervención de ciertas áreas de arbustales densos cercanas a torres como T19, T32, y T48, que representan hábitats esenciales para esta especie. Sin embargo, esta disminución es marginal, ya que los corredores principales permanecen intactos, y las rutas de conectividad no presentan interrupciones significativas. Además, el análisis espacial indica que las áreas núcleo continúan conectadas mediante enlaces funcionales, asegurando que los movimientos entre parches de hábitat no se vean comprometidos. Este escenario sugiere que, aunque el proyecto tiene un impacto localizado, no se generan barreras críticas para esta especie, lo que refuerza la viabilidad del proyecto desde el punto de vista de la conectividad funcional (**Anexo B. Caracterización ambiental/Biótico/Fragmentación/Fragmentación RIA**).

En el escenario sin proyecto, el IIC refleja una red con alta conectividad estructural, donde los corredores permiten la movilidad de entre los parches de hábitat clave. Los nodos más importantes presentan valores altos de conectividad debido a su ubicación estratégica en áreas núcleo o corredores principales. Esto indica que el hábitat está bien distribuido y que la especie puede desplazarse eficientemente.

Con la implementación del proyecto, los valores del IIC muestran una ligera disminución en algunos nodos y enlaces críticos. Esta reducción se asocia con el impacto directo en coberturas clave, como arbustales y áreas boscosas que actúan como hábitat principal para. No obstante, los cambios observados son localizados y no generan una desconexión significativa en la red. Los corredores principales permanecen funcionales, asegurando que la movilidad de la especie no se vea comprometida.

Al comparar ambos escenarios, se evidencia que la disminución del IIC es moderada, con reducciones principalmente en los nodos cercanos a torres específicas del proyecto, como las zonas alrededor de las torres T01, T02, T01A y T01B, así como la T24, T11 y T48 donde el área núcleo pierde su área y ya no aparece como hábitat en el escenario con proyecto, en todas estas se observan mayores impactos en la conectividad local. A pesar de estas disminuciones, los corredores principales y los enlaces entre los nodos estratégicos permanecen operativos, manteniendo una conectividad funcional adecuada, esto se destaca principalmente hacia el sur del área de estudio ya que son las áreas mejor conectadas y con menos perturbaciones a nivel de paisaje.

El análisis del IIC sugiere que el proyecto tiene un impacto limitado en la conectividad del paisaje para. Aunque existen algunas reducciones en la conectividad local en áreas específicas, estas no comprometen la funcionalidad general de la red ni la capacidad de la especie para desplazarse entre los parches de hábitat. Por tanto, el proyecto es viable desde el punto de vista de la conectividad, siempre que se implementen medidas de mitigación dirigidas a preservar los corredores críticos y restaurar las áreas impactadas por la construcción. Esto refuerza la importancia de una planificación ambiental estratégica para minimizar los efectos sobre la biodiversidad.

A continuación, se describen las métricas de conectividad para los escenarios sin proyecto y con proyecto para él. Estos resultados muestran que el número de componentes de la red se mantiene constante, evidenciando que no se producen desconexiones completas en el paisaje. Sin embargo, se registra una reducción mínima en el número de puntos de conexión (de 21 a 20) y de enlaces (de 26 a 25), lo cual refleja una leve pérdida de conectividad local. Además, la probabilidad de conectividad (PC) disminuye en un 2.96%, y el índice integral de conectividad (IIC) se reduce en un 4.49%, lo que sugiere una ligera disminución en la eficiencia de la red. Sin embargo, estas pérdidas son marginales y no afectan de manera significativa la conectividad general, ya que la red permanece estructuralmente intacta.

El hábitat del zorro en el área de estudio ocupa el 82.87% del territorio, esto incluye áreas menores a 30ha donde la especie ha sido confirmada, lo que resalta la importancia de áreas pequeñas como sitios de paso y complementos al hábitat principal y que a su vez se convierten en coberturas facilitadoras que permiten conformar corredores de conectividad. Total, de coberturas tipo hábitat el 24.9% tienen la característica por tamaño de parche de hábitat y funcionan como área núcleo para el escenario sin proyecto. Los parches de hábitat están dominados por coberturas de arbustal denso y abierto, que son representativas de la región debido a su alta cobertura de vegetación arbustiva. Las áreas de humedales permanecen principalmente hacia el litoral, mientras que las zonas pantanosas son menos significativas en el interior. Estas características coinciden con lo esperado, ya que el arbustal denso, dada su estructura, proporciona presas, sitios de refugio y descanso (ANLA, 2018). Se observa una variación en el tamaño de los parches para el escenario con proyecto, donde pasa de un total de 1506.81 ha a 1436.14 Ha, pasando de 24.9% a 23.82% del área total de estudio. La conectividad entre parches es esencial para garantizar la disponibilidad de recursos y el movimiento de la especie, particularmente para individuos que requieren grandes áreas (Jiménez-Ramírez & López-Arévalo, 2021).

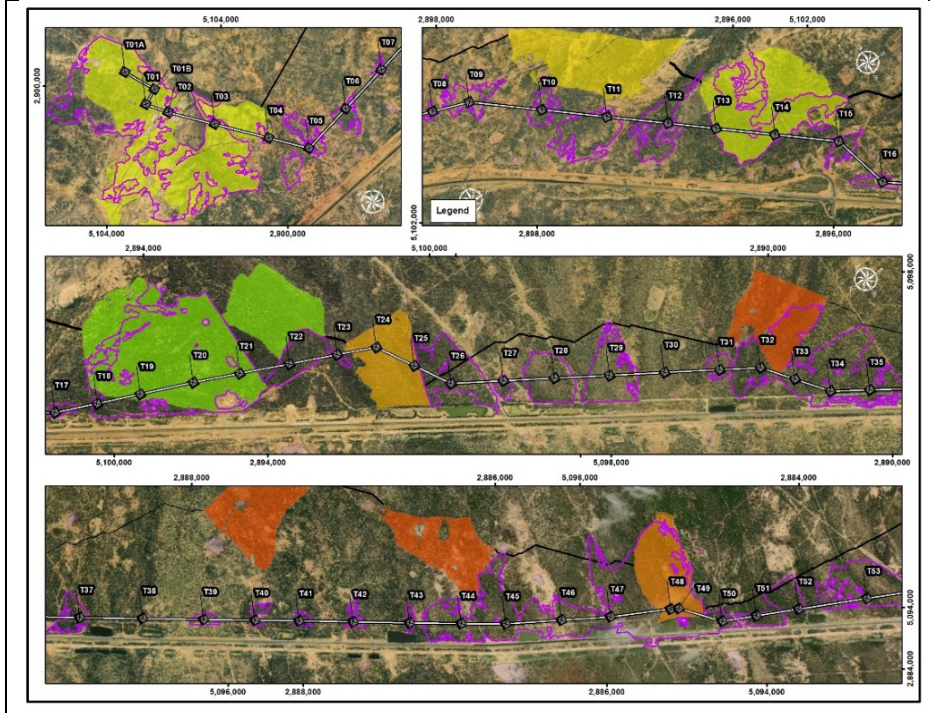
El área de estudio está conformada por un único componente, con todos los parches conectados entre sí, formando una unidad funcional. Todas las franjas conectoras identificadas presentan una combinación de coberturas naturales y transformadas, evidenciando la capacidad del zorro para adaptarse a hábitats alterados en su movimiento (Schrott & Shinn, 2020). Las áreas de conexión son críticas para el mantenimiento de la especie, permitiendo complementar recursos y refugios. La presencia de franjas conectoras en todos los parches asegura la movilidad de la especie a través de la matriz del paisaje (Jiménez-Ramírez & López-Arévalo, 2021) (**Anexo B. Caracterización ambiental/Biótico/Fragmentación/Fragmentación RIA**).

Tabla 5-24 Métricas de conectividad

Nivel	Métricas de la Red	Sin proyecto	Con proyecto	Cambio
Red	Número de Componentes	1	1	0.0
	Número de Puntos de Conexión	21	20	-1.0
	Número de Enlaces	26	25	-1.0
	Probabilidad de Conectividad (PC)	0.000672589	0.000653246	-3.0%
	Índice Integral de Conectividad (IIC)	0.00075483	0.000722415	-4.5%
Puntos de Conexión	Grado Nodal	2.47619	2.5	0.02381
	Probabilidad de Conectividad (d-PC) (Promedio)	0.019275	0.019849	0.00057
Enlace	Distancia en Función del Costo (CW_Dist) (Promedio)	723.548701	786.46365	62.91495
	Distancia Euclidiana (Euc_Dist) (Promedio)	622.543824	664.762338	42.21851
	Probabilidad de Conectividad (d-PC) (Promedio)	0.019432	0.020234	4.0%
	Índice Integral de Conectividad (d-IIC) (Promedio)	0.055329	0.05146	-7.5%

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-45. Probabilidad de conectividad escenario sin proyecto T01 a T53



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-46. Probabilidad de conectividad escenario con proyecto T01 a T53

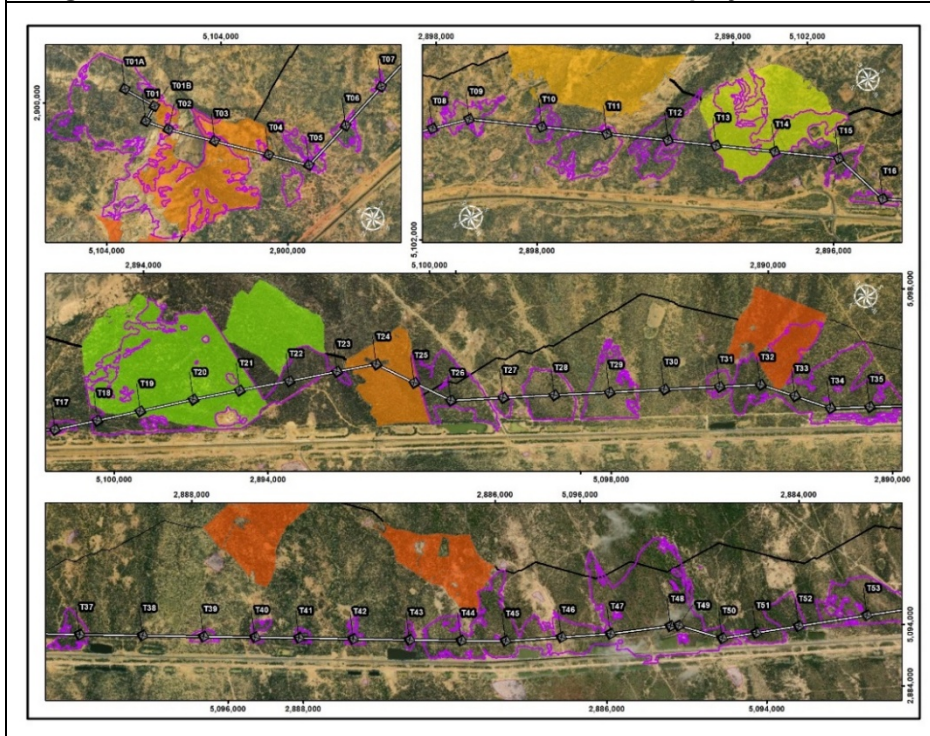
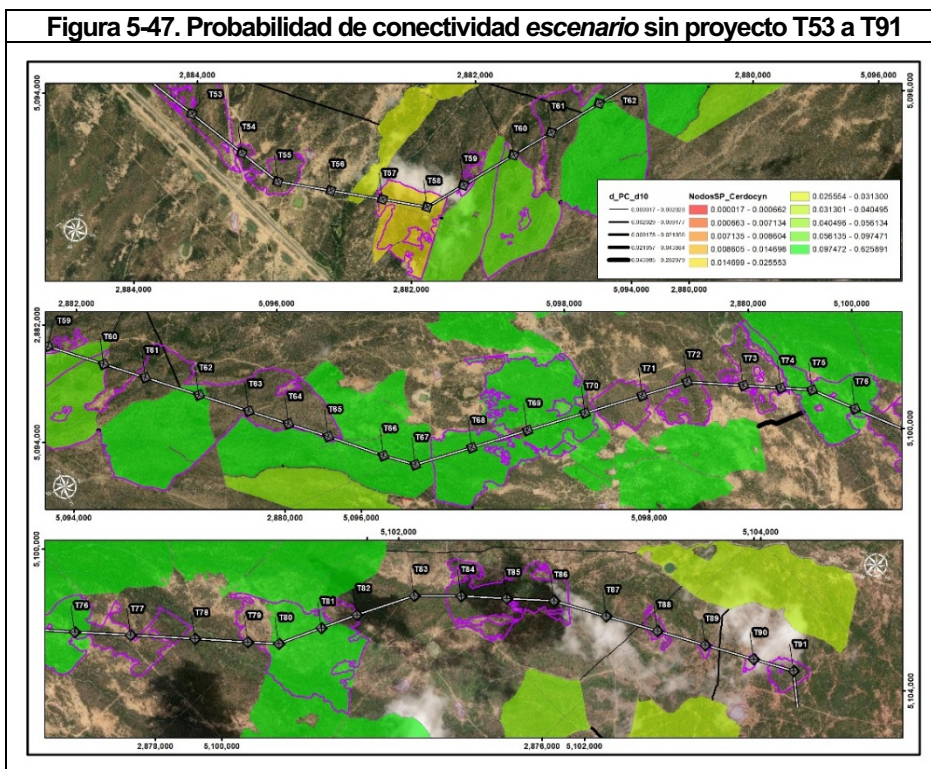


Figura 5-47. Probabilidad de conectividad escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-48. Probabilidad de conectividad escenario con proyecto T53 a T91

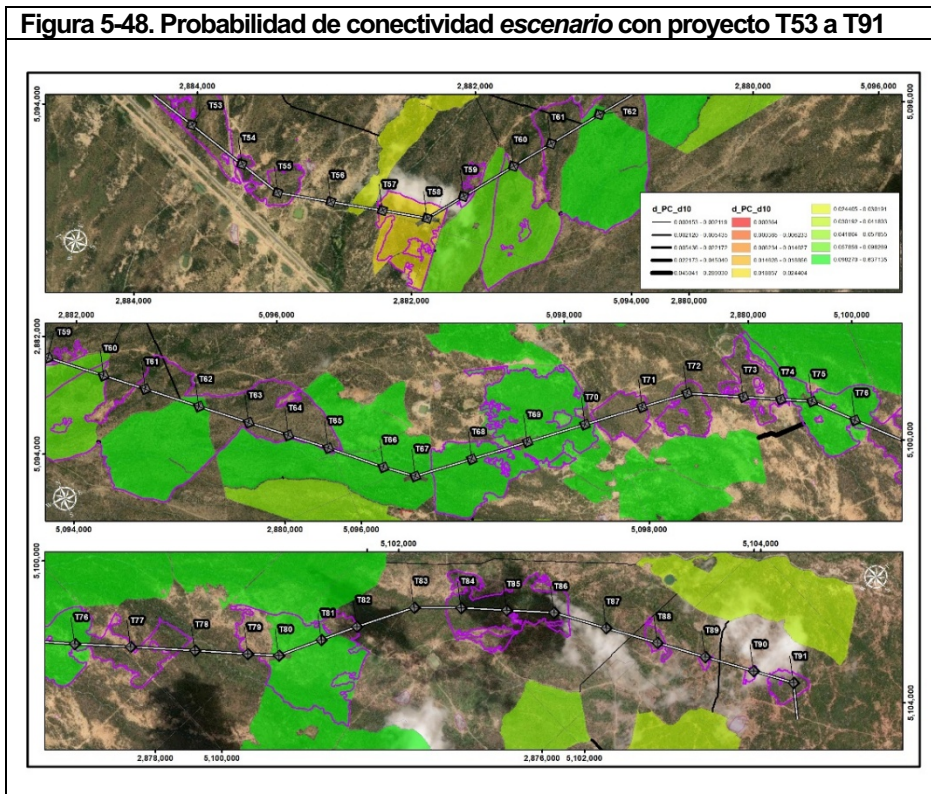


Figura 5-49. Índice integral de conectividad escenario sin proyecto T01 a T53

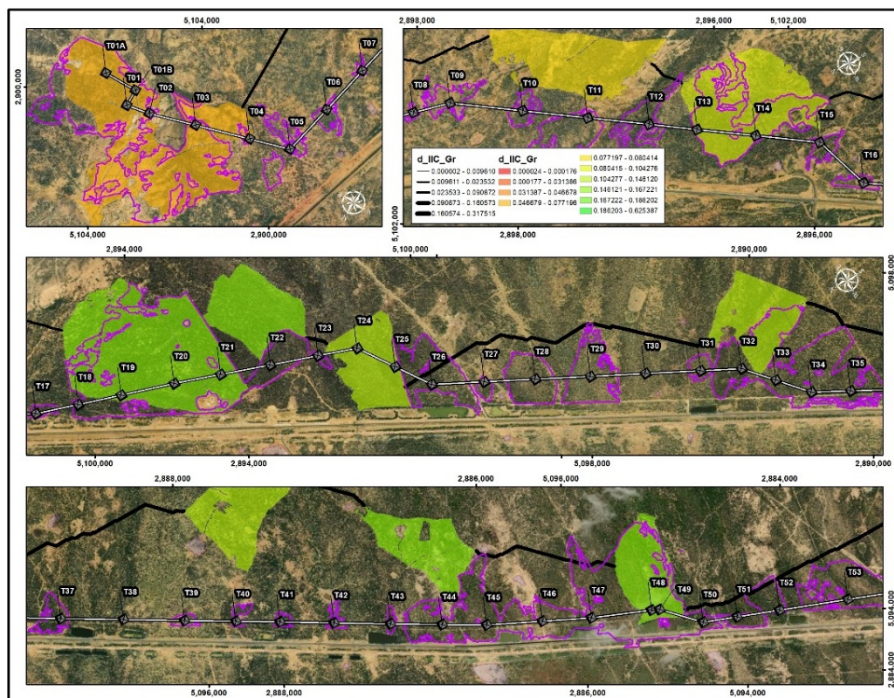
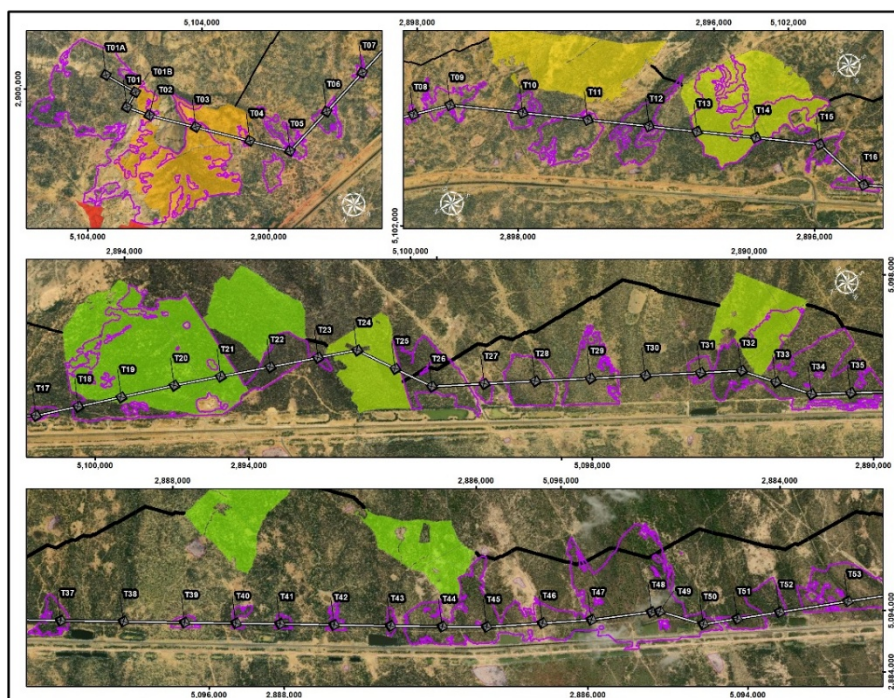
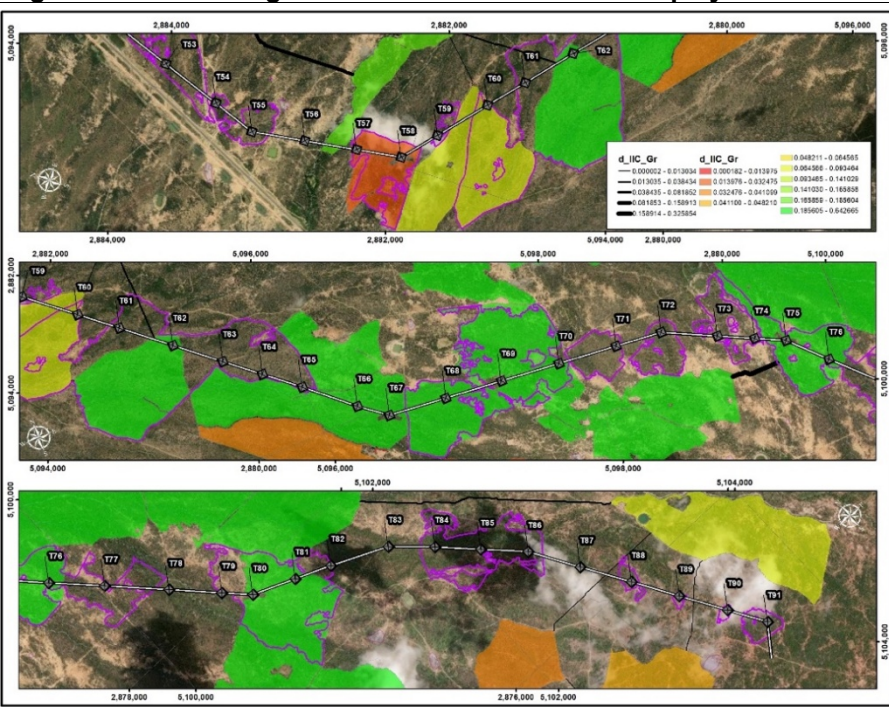
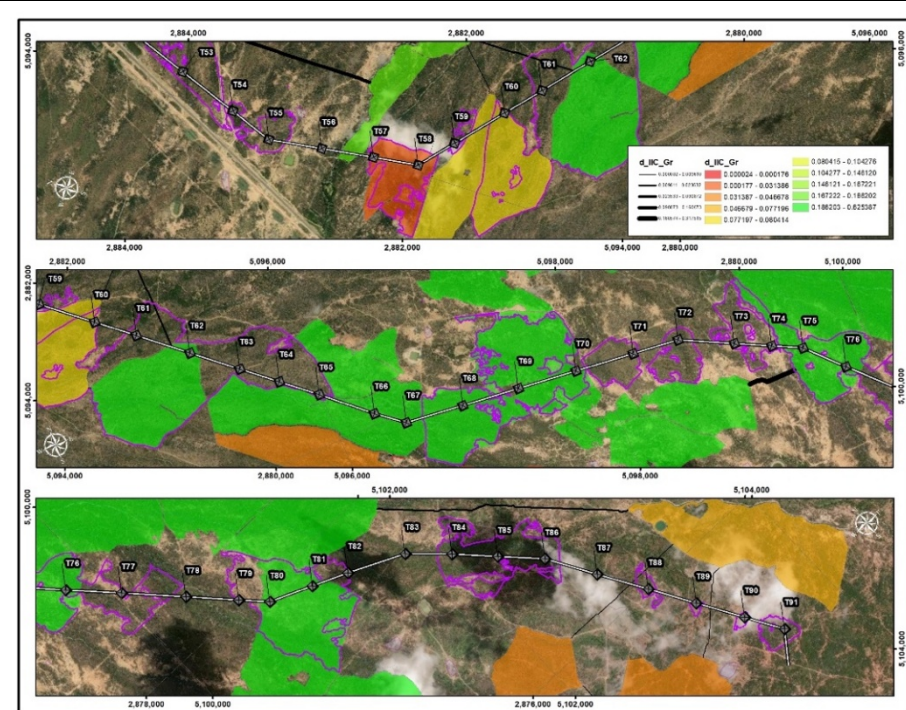


Figura 5-50. Índice integral de conectividad escenario con proyecto T01 a T53





5.2.3.7.2. *Spatula discors*

Para *Spatula discors*, el análisis de PC revela una situación aún más favorable. En el escenario con proyecto, se observa una leve mejora en la conectividad funcional debido a la consolidación de ciertos corredores en áreas cercanas a cuerpos de agua temporales. Esto se refleja en un aumento de la probabilidad de conexión en algunas zonas, lo cual está asociado a la adaptación de esta especie a utilizar hábitats dispersos durante su época de migración. Los corredores principales permanecen activos y no se identifican interrupciones significativas en la red de conectividad. Es importante destacar que esta especie, al no depender exclusivamente de un área específica, muestra una mayor resiliencia frente a las alteraciones del paisaje, lo que subraya que el proyecto no tendrá impactos negativos significativos sobre su movilidad.

El análisis del Índice Integral de Conectividad (IIC) permite evaluar la funcionalidad de la red de conectividad en los escenarios con y sin proyecto, proporcionando una visión integral de los impactos potenciales de la infraestructura propuesta sobre el movimiento de esta especie.

En el escenario sin proyecto, los valores del IIC reflejan una red de conectividad altamente funcional para *Spatula discors*, con áreas núcleo conectadas por corredores que muestran baja resistencia. Este panorama permite la movilidad entre hábitats clave, favoreciendo la dispersión y el flujo genético de la especie. Las áreas núcleo, identificadas en verde y amarillo, se mantienen vinculadas mediante corredores estructurales esenciales.

El escenario con proyecto introduce ciertos cambios en la configuración de la conectividad. Si bien se observan alteraciones en algunos enlaces cercanos a los puntos donde se ubican las infraestructuras (particularmente en las proximidades de los nodos T9, T24 y T73), los impactos acumulados son localizados y no fragmentan la red en su totalidad. Los valores del IIC disminuyen ligeramente en estas zonas debido al incremento en los costos de movimiento; sin embargo, los corredores principales permanecen funcionales.

Al comparar ambos escenarios, se evidencia que los cambios en el IIC son mínimos y localizados, lo que demuestra que las alteraciones en la red son manejables. Esto se debe a que las áreas núcleo principales mantienen su conectividad, y los corredores diseñados permiten adaptarse a las nuevas condiciones del paisaje. Los valores más altos de pérdida de conectividad se concentran en los puntos directamente impactados por el proyecto, pero estos no representan una pérdida crítica de funcionalidad para la especie (**Anexo B. Caracterización ambiental/Biótico/Fragmentación/Fragmentación RIA**).

Tabla 5-25 Métricas de conectividad *Spatula discors*

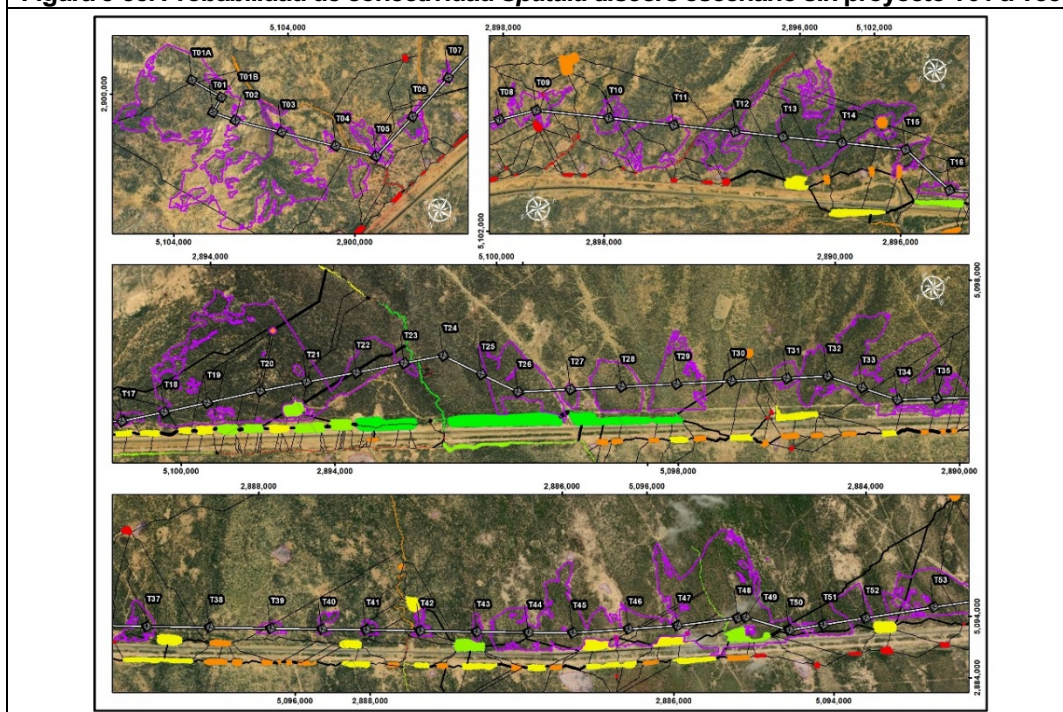
Nivel	Métricas de la Red	Sin proyecto	Con proyecto	Cambio
Red	Número de Componentes	1	1	0.0
	Número de Puntos de Conexión	333	333	0.0
	Número de Enlaces	780	780	0.0
	Probabilidad de Conectividad (PC)	0.0000016294	0.0000016267	-0.2%
	Índice Integral de Conectividad (IIC)	0.0000026824	0.0000026824	0.000000%
Puntos de Conexión	Grado Nodal	4.684685	4.684685	0.000000%
	Probabilidad de Conectividad (d-PC) (Promedio)	0.000471	0.000474	0.000300%
Enlace	Distancia en Función del Costo (CW_Dist) (Promedio)	279.502833	279.557037	0.1
	Distancia Euclidiana (Euc_Dist) (Promedio)	401.901853	404.471628	2.6
	Probabilidad de Conectividad (d-PC) (Promedio)	0.000445	0.000445	0.000000%
	Índice Integral de Conectividad (d-IIC) (Promedio)	0.000581	0.000581	0.000000%

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

La tabla muestra las métricas de conectividad de una red ecológica bajo los escenarios "Sin proyecto" y "Con proyecto". Los resultados indican que el número de componentes de la red se mantiene constante, evidenciando que el proyecto no fragmenta la red globalmente. Además, tanto el número de puntos de conexión (333) como el número de enlaces (780) permanecen sin cambios, sugiriendo que la estructura básica de la red no se ve afectada.

Asimismo, la Probabilidad de Conectividad (PC) y el Índice Integral de Conectividad (IIC) no presentan variaciones, permaneciendo extremadamente bajas, lo que refleja una conectividad global limitada pero estable. En resumen, no se observan impactos cuantitativos en la conectividad ecológica según estas métricas. Sin embargo, sería relevante considerar análisis complementarios para determinar posibles efectos cualitativos en áreas críticas o especies específicas de la red.

Figura 5-53. Probabilidad de conectividad *Spatula discors* escenario sin proyecto T01 a T53



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-54. Probabilidad de conectividad *Spatula discors* escenario con proyecto T01 a T53

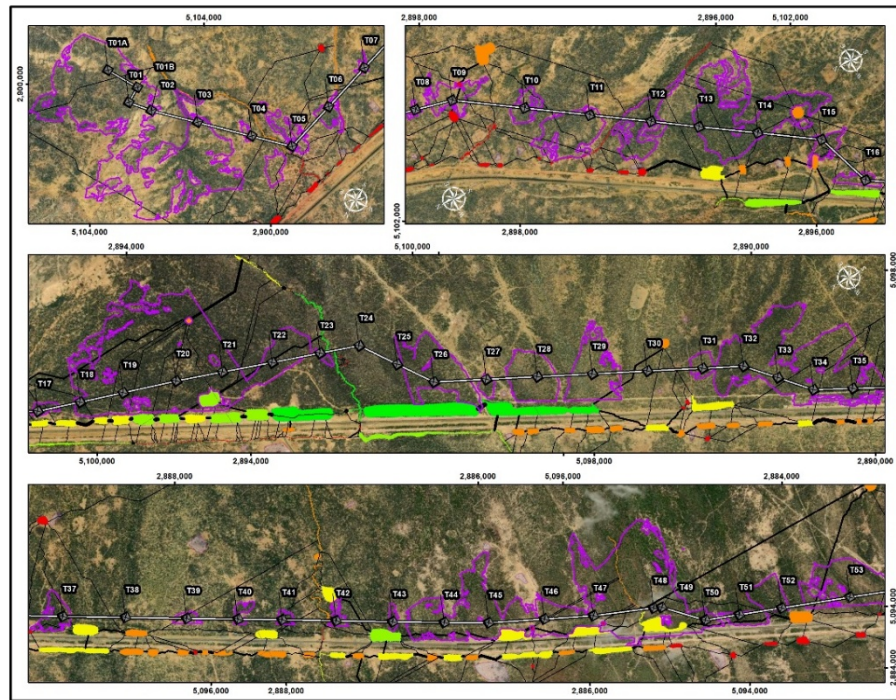
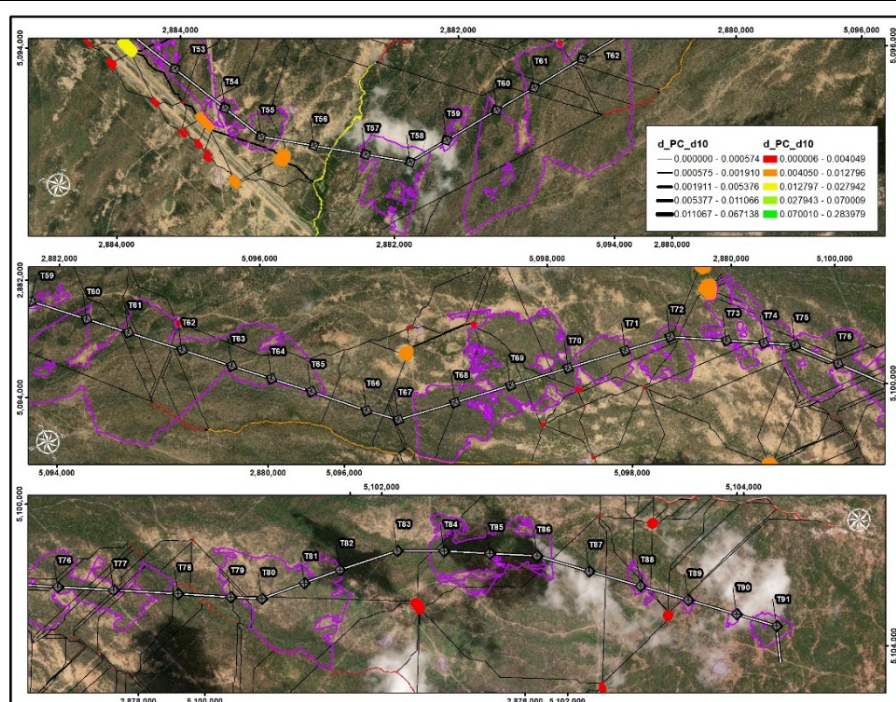


Figura 5-55. Probabilidad de conectividad *Spatula discors* escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-56. Probabilidad de conectividad *Spatula discors* escenario con proyecto T53 a T91

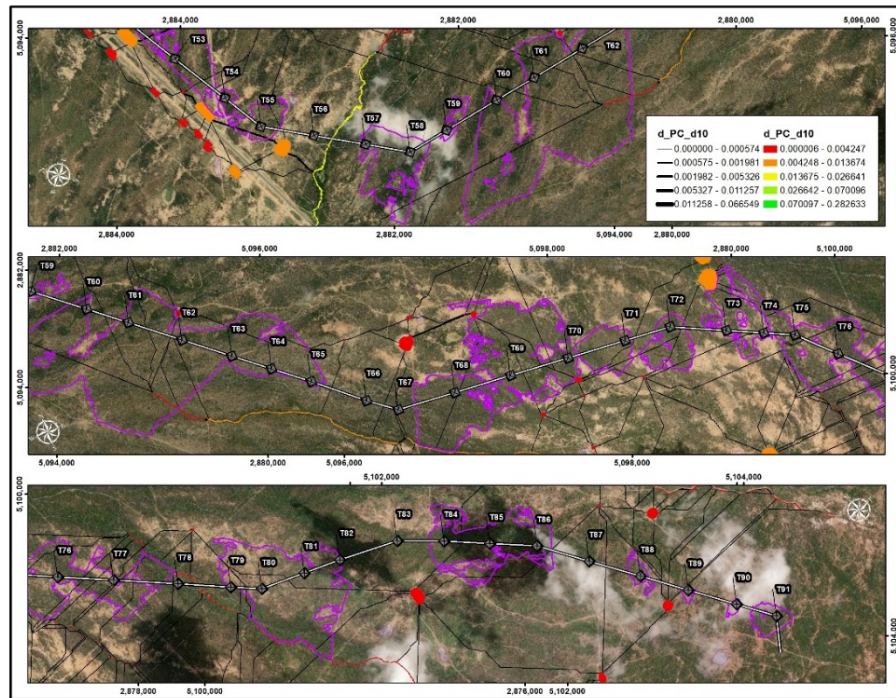


Figura 5-57. Índice integral de conectividad *Spatula discors* escenario sin proyecto T01 a T53

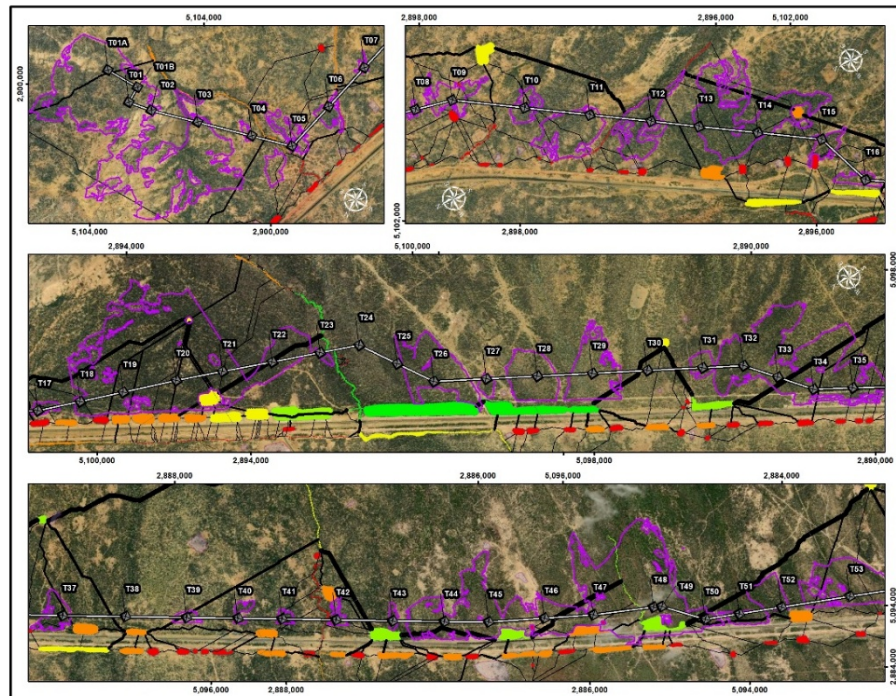


Figura 5-58. Índice integral de conectividad *Spatula discors* escenario con proyecto T01 a T53

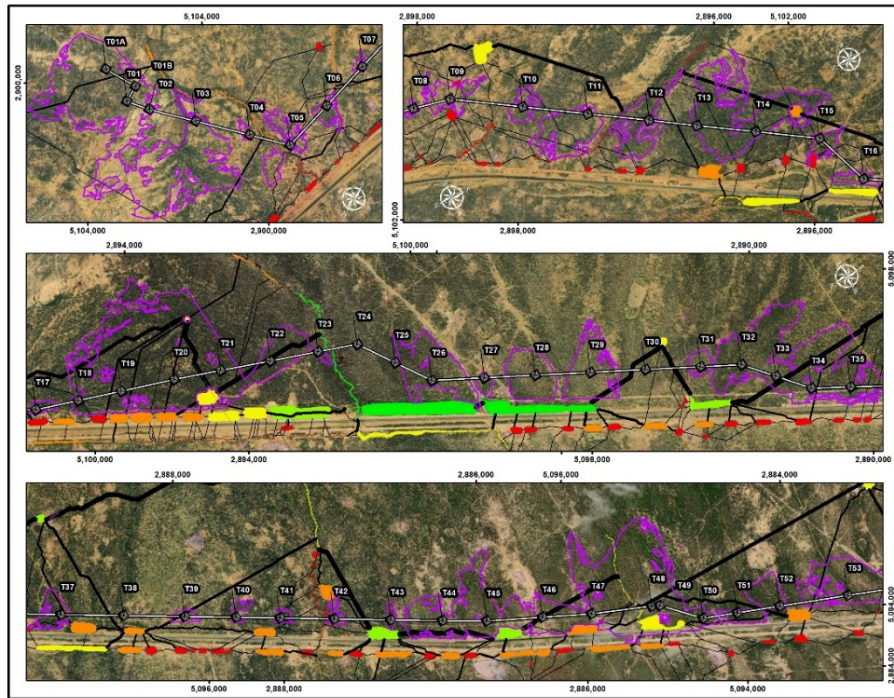
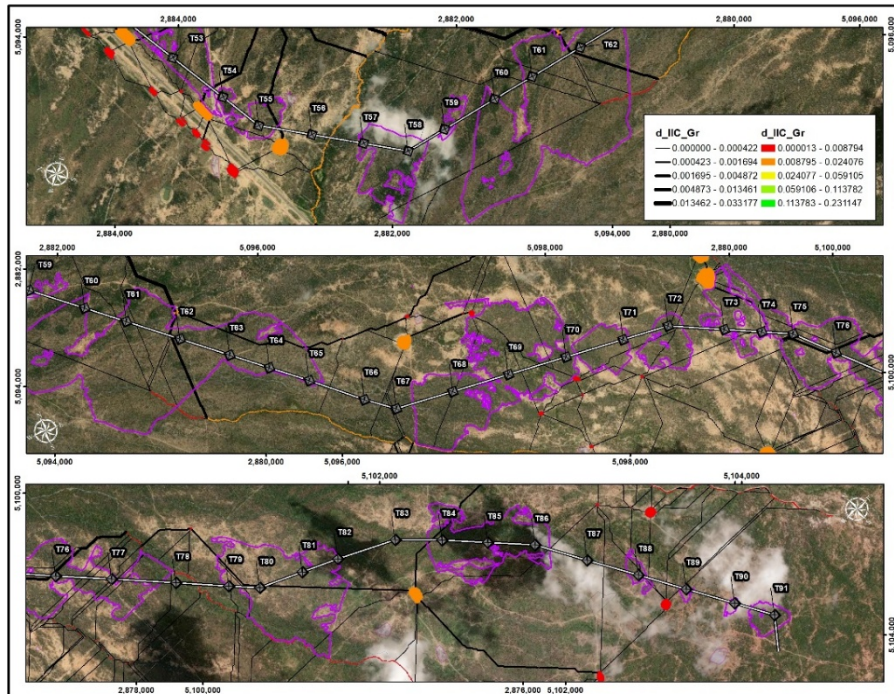
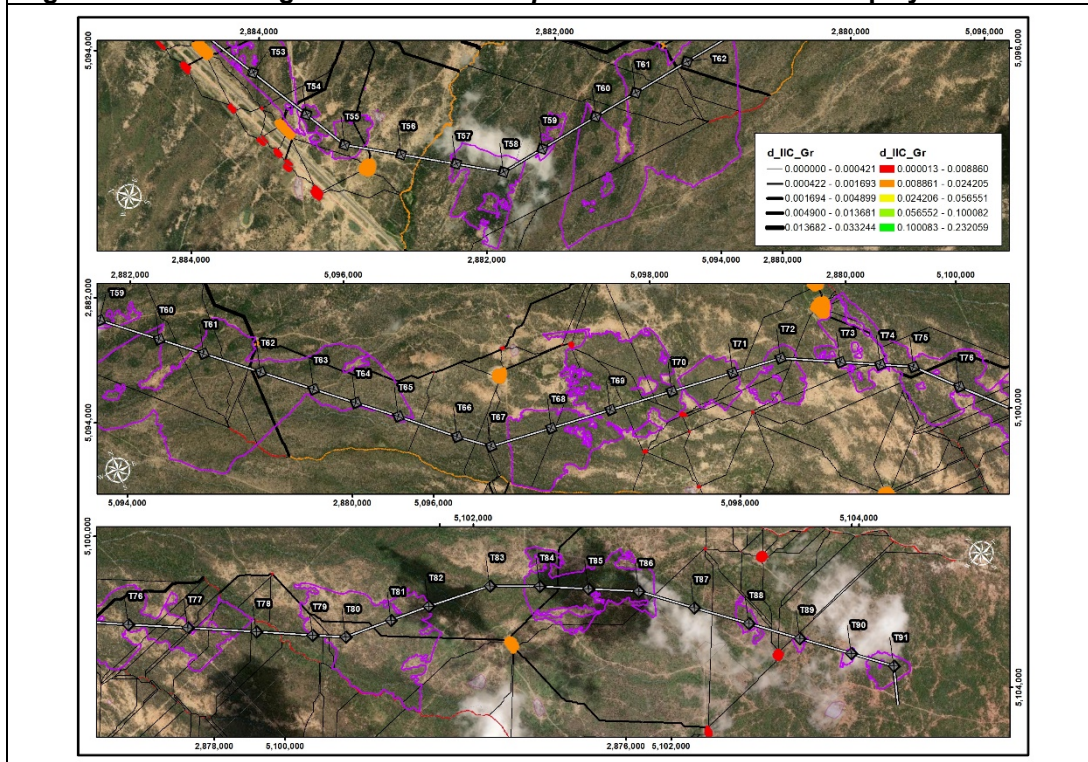


Figura 5-59. Índice integral de conectividad *Spatula discors* escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-60. Índice integral de conectividad *Spatula discors* escenario con proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.3.7.3. *Marmosa xerophila*

En el caso de *Marmosa xerophila*, los resultados son consistentes con una conectividad funcional, incluso en el escenario con proyecto. Si bien la PC muestra una reducción ligera, esto se asocia principalmente con la fragmentación parcial de parches pequeños en áreas cercanas a las torres. No obstante, los corredores principales que conectan los parches núcleo permanecen operativos, asegurando el desplazamiento de esta especie. Cabe resaltar que, debido al comportamiento semiarbóreo de *Marmosa xerophila*, las áreas afectadas por el proyecto no representan barreras insuperables, ya que los elementos del paisaje, como los senderos, no actúan como divisores definitivos de los parches. En este contexto, el impacto del proyecto sobre la conectividad de esta especie es mínimo y manejable con medidas de mitigación básicas. Básicamente los impactos más notorios están asociados al cambio y tamaño de la forma principalmente del área núcleo donde se ubican las torres T01, T02, T01A y T01B, sin embargo, el tamaño del hábitat sigue siendo funcional y sus valores de PC e IIC no cambian entre escenarios.

El Índice Integral de Conectividad (IIC) permite evaluar la conectividad del paisaje considerando la relación estructural entre los parches de hábitat y sus funciones en la red. Este índice considera la cantidad de hábitat disponible para las especies cuando se toman en cuenta las conexiones potenciales entre parches. Para *Marmosa*, los análisis de los escenarios con y sin proyecto se evaluaron considerando la pérdida o ganancia de conectividad debido a la implementación del proyecto.

La distribución de conectividad: Los parches de hábitat más significativos para la conectividad están en zonas cercanas los nodos T18, T24 y T48, con altos valores de IIC. Estos nodos forman la base estructural que conecta la red. Viabilidad del hábitat, las áreas de alta conectividad se distribuyen de manera uniforme, mostrando una red conectada en términos de viabilidad para la especie.

En conclusión, aunque el proyecto genera impactos puntuales sobre la conectividad, la red funcional para Marmosa se mantiene operativa en su mayoría, lo que respalda la viabilidad del proyecto con las adecuadas acciones de mitigación. El análisis comparativo de la Probabilidad de Conectividad para las tres especies evaluadas demuestra que los impactos generados por el proyecto son marginales y no comprometen la funcionalidad de la red de conectividad. Los corredores principales permanecen operativos en todos los casos, y los enlaces funcionales aseguran la movilidad de las especies clave entre los parches de hábitat. Además, las leves disminuciones observadas en la PC en ciertos puntos pueden mitigarse mediante estrategias como el diseño de pasos de fauna en áreas críticas o la restauración de hábitats específicos. En conjunto, estos resultados apoyan la viabilidad del proyecto desde el punto de vista de la conectividad funcional, garantizando que las especies evaluadas puedan continuar utilizando el paisaje de manera eficiente (**Anexo B. Caracterización ambiental/Biótico/Fragmentación/Fragmentación RIA**).

Tabla 5-26 Métricas de conectividad *Marmosa xerophila*

Nivel	Métricas de la Red	Sin proyecto	Con proyecto	Cambio
Red	Número de Componentes	1	1	0.0
	Número de Puntos de Conexión	119	120	1.0
	Número de Enlaces	274	277	3.0
	Probabilidad de Conectividad (PC)	0.01545426	0.015239955	-1.4%
	Índice Integral de Conectividad (IIC)	0.0131173	0.012958602	-1.2%
Puntos de Conexión	Grado Nodal	4.605042	4.616667	0.01162
	Probabilidad de Conectividad (d-PC) (Promedio)	0.00384	0.003821	-0.00002
Enlace	Distancia en Función del Costo (CW_Dist) (Promedio)	62.490035	62.832491	0.34246
	Distancia Euclidiana (Euc_Dist) (Promedio)	37.794663	38.145492	0.35083
	Probabilidad de Conectividad (d-PC) (Promedio)	0.001404	0.00138	-1.7%
	Índice Integral de Conectividad (d-IIC) (Promedio)	0.001526	0.001507	-1.3%

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

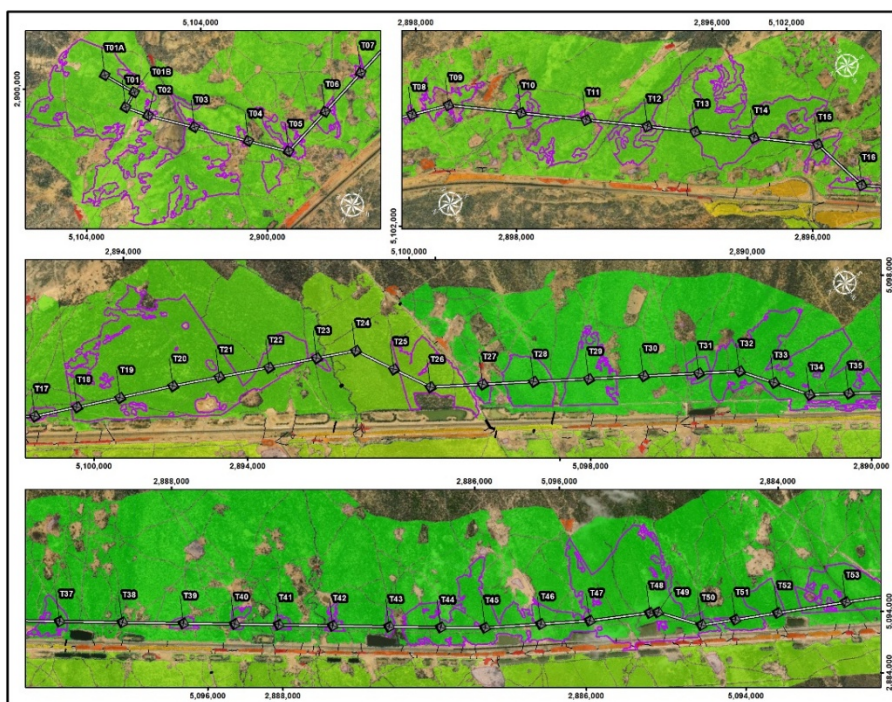
La evaluación de las métricas de conectividad de la red ecológica para los escenarios Sin proyecto y Con proyecto refleja variaciones menores en algunos indicadores clave. El número de componentes de la red permanece constante en ambos escenarios, indicando que no hay fragmentación global de la red. Sin embargo, se observa un incremento en el número de puntos de conexión (de 119 a 120) y en el número de enlaces (de 274 a 277), lo que sugiere que el proyecto podría estar facilitando conexiones adicionales dentro de la red. Por otro lado, la Probabilidad de Conectividad (PC) disminuye ligeramente de 0.015454 a 0.015240, mientras que el Índice Integral de Conectividad (IIC) también muestra una leve reducción de 0.013117 a 0.012959, indicando que, aunque la red mantiene su estructura, podría haber una pérdida marginal en su funcionalidad global. Esto indica que el proyecto ha generado nuevas conexiones en el paisaje, mejorando la conectividad local y compensando parcialmente las ligeras reducciones en las métricas globales. Además, la red se mantiene como un único componente conectado, lo que confirma que no se introducen barreras significativas para esta especie.

El hábitat de la marmosa ocupa el 82.87% del área de estudio, incluyendo áreas menores a 0.06 ha, que, aunque no califican como hábitat esencial, funcionan como sitios de paso e integran la conectividad al actuar como coberturas facilitadoras en la conformación de corredores de conectividad. En el escenario sin proyecto, las coberturas tipo hábitat con áreas mayores a 0.06 ha representan el 82.75%, compuestas mayoritariamente por arbustales densos y abiertos, característicos de la región por su abundante cobertura vegetal. Con la implementación del proyecto, el tamaño de los parches de hábitat muestra una reducción leve, pasando de 4988.8 ha (82.75%) a 4956.32 ha (82.21%) del área total de estudio. Este cambio representa una pérdida mínima del 0.54%, lo que indica que el proyecto no generará un impacto significativo en la conectividad ecológica de la zona. La conectividad entre parches, aunque esencial para garantizar el

movimiento y acceso a recursos de la marmosa, no se verá afectada de manera crítica debido a la escasa magnitud de las pérdidas observadas. En conclusión, las reducciones en el hábitat son marginales y no comprometen significativamente la conectividad funcional, permitiendo inferir que el proyecto tiene un impacto limitado sobre la ecología de la especie.

Se espera que la marmosa mantenga su capacidad de moverse entre los parches de hábitat que integran cada componente de la red, al igual que ocurre en el escenario actual. Esto se relaciona directamente con las características del proyecto, ya que la infraestructura propuesta no constituye una barrera significativa para esta especie debido a su locomoción semiarborícola, que le permite desplazarse con flexibilidad. Sin embargo, es importante considerar que la pérdida de hábitat dentro de los parches, derivada del aprovechamiento y la inclusión de infraestructura, podría alterar la calidad de los nodos, lo que podría tener implicaciones en la funcionalidad de la conectividad a largo plazo.

Figura 5-61. Probabilidad de conectividad *Marmosa xerophila* escenario sin proyecto T01 a T53



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-62. Probabilidad de conectividad *Marmosa xerophila* escenario con proyecto T01 a T53

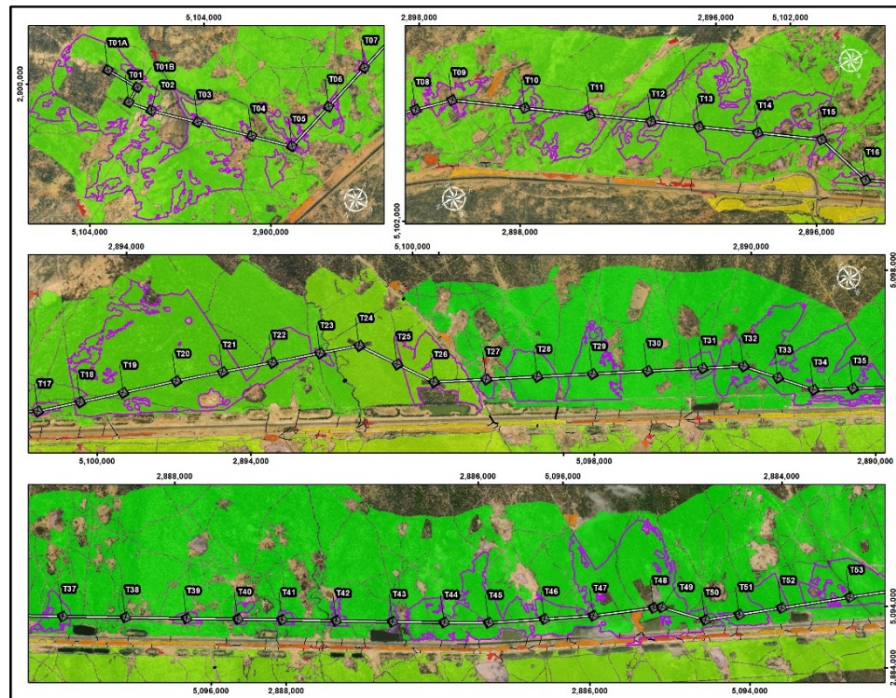
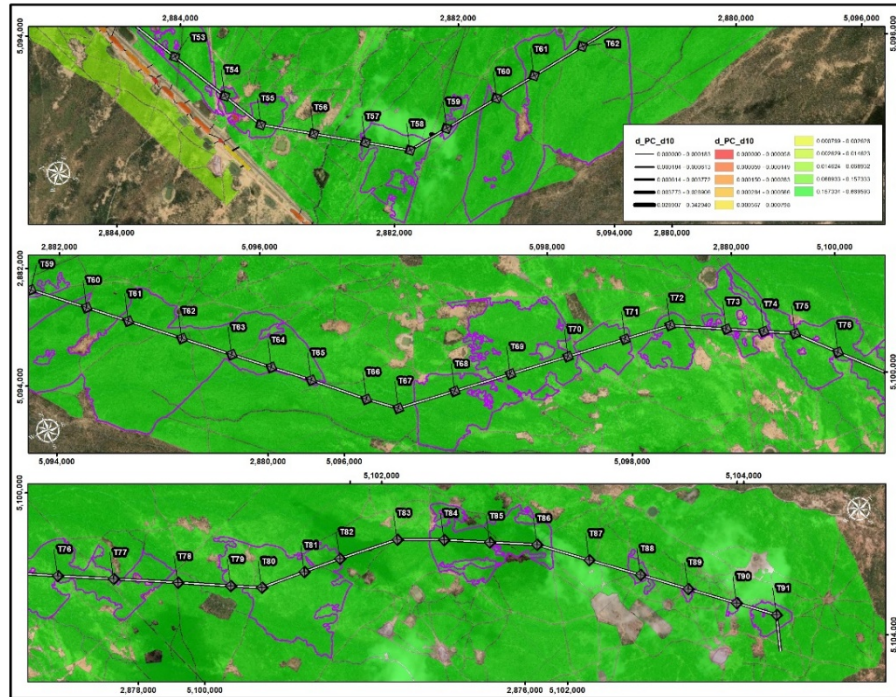


Figura 5-63. Probabilidad de conectividad *Marmosa xerophila* escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-64. Probabilidad de conectividad *Marmosa xerophila* escenario con proyecto T53 a T91

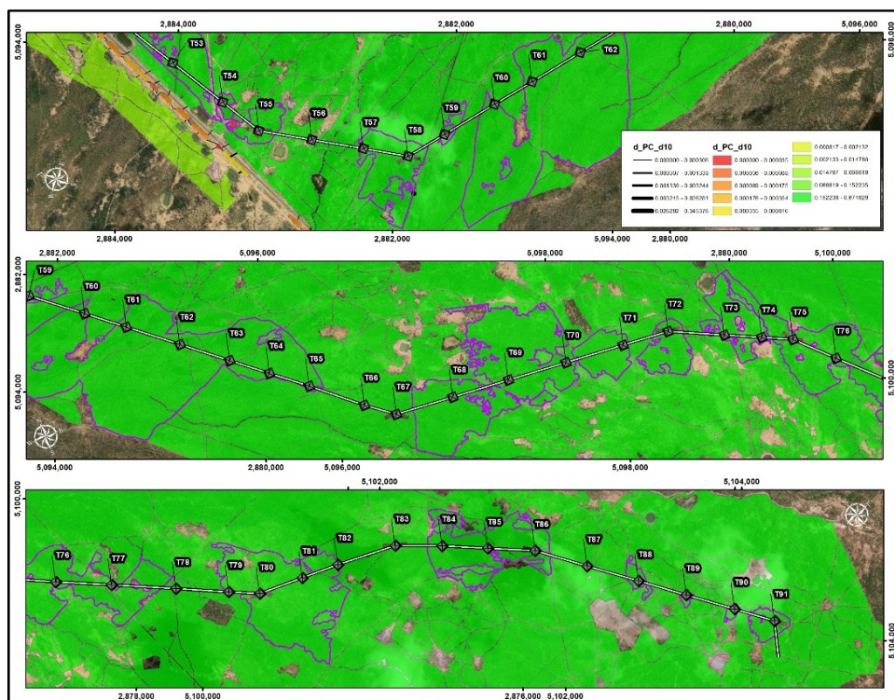


Figura 5-65. Índice integral de conectividad *Marmosa xerophila* escenario sin proyecto T01 a T53

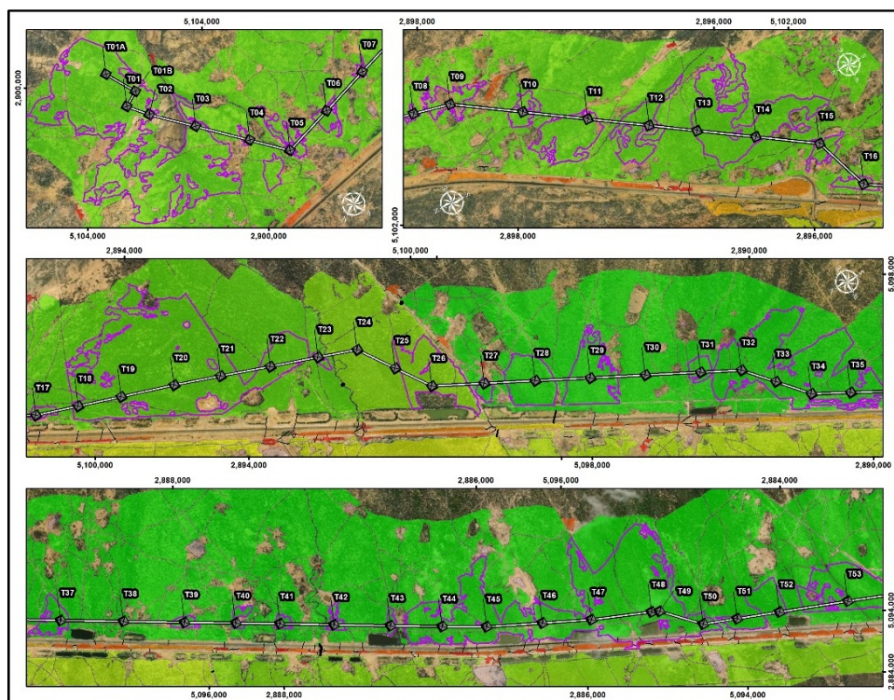


Figura 5-66. Índice integral de conectividad *Marmosa xerophila* escenario con proyecto T01 a T53

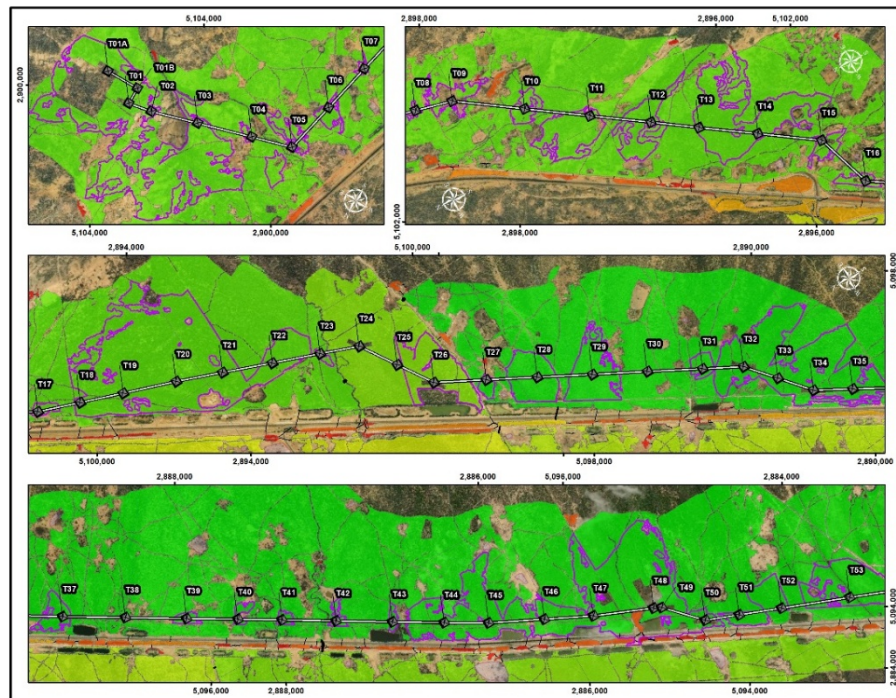
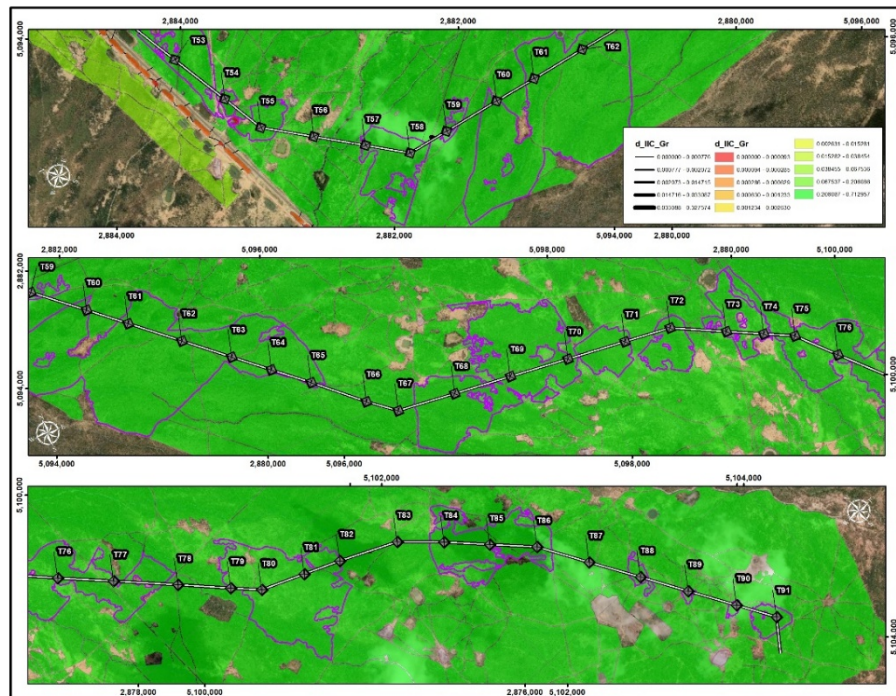
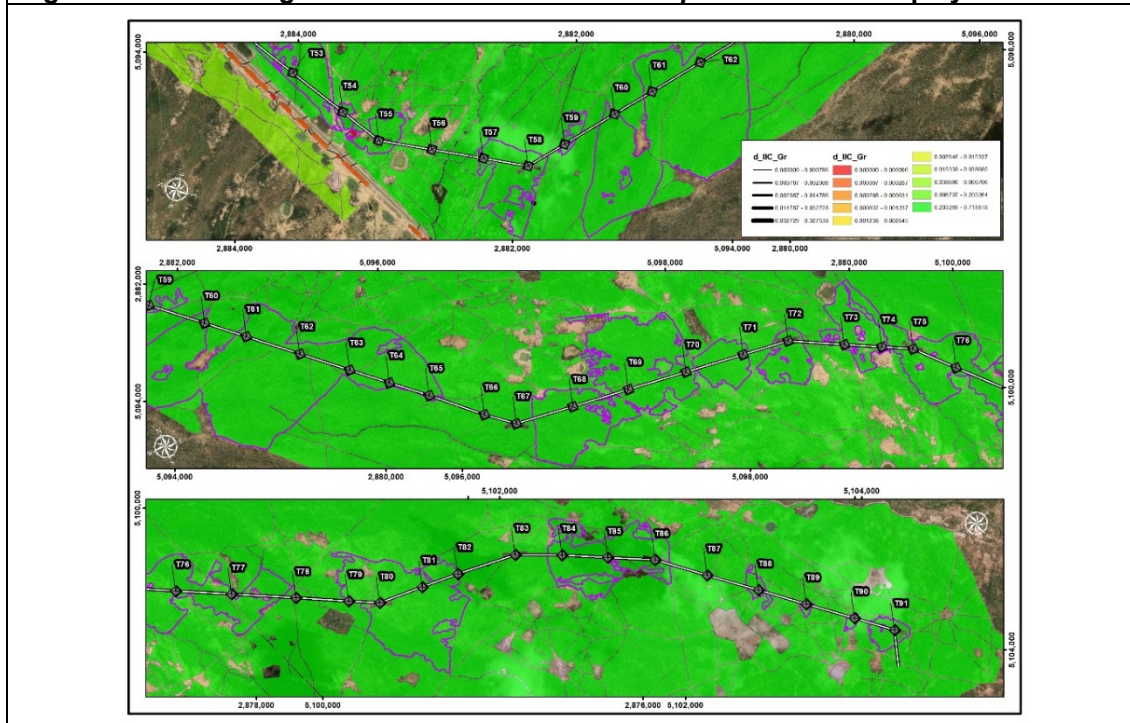


Figura 5-67. Índice integral de conectividad *Marmosa xerophila* escenario sin proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

Figura 5-68. Índice integral de conectividad *Marmosa xerophila* escenario con proyecto T53 a T91



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S, 2025.

5.2.3.8. Conclusiones

El área de estudio alberga parches de hábitat clave para las tres especies modeladas: el zorro (*Cercopithecus thous*), el barraquete aliazul (*Spatula discors*) y el rabipelado pequeño (*Marmosa xerophila*). Estos parches están compuestos por arbustales, cuerpos de agua y zonas pantanosas, dependiendo de las necesidades ecológicas de cada especie. Para el zorro y el rabipelado pequeño, la presencia de arbustales es fundamental, ya que estos proporcionan refugio y una mayor oferta de presas y frutos, esenciales para su supervivencia. Por otro lado, las zonas acuáticas son clave para el barraquete aliazul, especialmente durante su migración, aunque estas sean limitadas en el área debido a las características naturales de la región.

El análisis de conectividad funcional realizado para estas especies muestra que el proyecto no generará fragmentaciones significativas que comprometan la continuidad de los corredores de conectividad en el área de estudio. En los escenarios evaluados Sin proyecto" y "Con proyecto, los indicadores de conectividad, como el número de componentes, puntos de conexión y enlaces, permanecen estables. Esto refleja que la red ecológica mantiene su estructura básica, asegurando el movimiento entre los parches de hábitat y permitiendo a las especies acceder a los recursos necesarios.

Teniendo en cuenta los requerimientos ecológicos y la capacidad de desplazamiento por la matriz, se observó que especies como el zorro, con locomoción terrestre, capacidad media de desplazamiento y tolerancia a la perturbación del entorno, y aves con alta capacidad de vuelo, como el barraquete aliazul, pueden moverse con facilidad entre los parches de hábitat. En contraste, especies de tamaño pequeño y hábito semiarbóreo, como el rabipelado pequeño, enfrentan mayores dificultades para desplazarse entre parches debido a la presencia de vías que representan un alto riesgo. No obstante, la mayoría de los parches están ubicados a distancias relativamente próximas que el rabipelado podría cruzar.

En general, los resultados muestran que, dadas las características de la zona, donde predominan las coberturas naturales, los hábitats se encuentran conectados, formando un único componente para el zorro y el barraquete aliazul. Sin embargo, para el rabipelado pequeño, la conectividad es más limitada debido a sus requerimientos específicos y a las interrupciones asociadas a la infraestructura. Respecto a los parches y las rutas de menor costo, se aprecia una alta variabilidad en su aporte a la conectividad del paisaje, con pocos parches mostrando un alto valor de importancia.

Aunque el proyecto no fragmenta los componentes principales de la red, sí puede influir en la calidad de los nodos debido a la pérdida de cobertura al interior de los parches por el aprovechamiento y la inclusión de infraestructura, lo cual podría comprometer su funcionalidad ecológica a largo plazo. Si bien se detectan ligeras reducciones en el área de hábitat disponible, como en el caso de la marmosa (de 82.75% a 82.21% del área total), estas pérdidas son mínimas y no representan un impacto crítico para la funcionalidad de los corredores. Las especies aún pueden desplazarse entre los parches de hábitat, asegurando la conectividad necesaria para acceder a recursos vitales.

En conclusión, el proyecto no causará impactos significativos en la conectividad funcional de la red ecológica ni fragmentará los corredores esenciales para las especies modeladas. Sin embargo, se recomienda implementar medidas de mitigación orientadas a mantener y mejorar la calidad de los parches de hábitat, así como realizar monitoreos continuos para garantizar que las especies puedan seguir utilizando los corredores y desplazarse libremente entre los parches en el futuro. Esto resulta fundamental para preservar la conectividad ecológica y apoyar la conservación a largo plazo de las especies y su entorno.

5.2.4. FAUNA

Teniendo en cuenta el objeto de la presente modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 000661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna modificación para el componente de fauna, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente; así como los argumentos presentados en el análisis de fragmentación y conectividad presentado en el numeral anterior.

5.2.5. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Teniendo en cuenta el objeto de la presente modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 000661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna modificación para el componente de ecosistemas acuáticos, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.

5.2.6. ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS, SENSIBLES Y/O ÁREAS PROTEGIDAS

Teniendo en cuenta el objeto de la presente modificación de licencia ambiental, la información presentada inicialmente mediante radicado 20236200679442 del 29 de septiembre de 2023, acogida mediante la Resolución 3158 del 29 de diciembre de 2023 y la Resolución 000661 del 15 de abril de 2024, no presenta ninguna modificación para el componente de ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas, teniendo en cuenta que no se presentó ningún tipo de ajuste en el área de influencia planteada inicialmente y acogida por la ANLA mediante los actos administrativos mencionados anteriormente.