



ECOSISTEMAS TERRESTRES ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN

TABLA DE CONTENIDO

5	CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA.....	1
5.2	MEDIO BIOTICO	1
5.2.2	Ecosistemas terrestres	1
	A. Análisis de fragmentación	1

LISTADO DE TABLAS

Tabla 5.2.2.5.1 Métricas del paisaje.....	2
Tabla 5.2.2.6.1 Coberturas de la tierra temporalidad 2020.	3
Tabla 5.2.2.6.2 Coberturas de la tierra temporalidad 2025.	8
Tabla 5.2.2.6.3 Coberturas vegetales temporalidad 2020 y 2025.	11
Tabla 5.2.2.6.4 Métricas a nivel de clase y de parche para coberturas naturales y seminaturales en año 2020 y 2025.	14
Tabla 5.2.2.6.5 Áreas núcleo (core) para coberturas naturales y seminaturales para las temporalidades 2020 y 2025.	18
Tabla 5.2.2.6.6 Índices de diversidad del área de influencia biótica para métricas temporalidad 2020 y 2025.....	21
Tabla 5.2.2.7.1 Coberturas de la tierra escenario sin proyecto (SP), con proyecto para la modificación de licencia (CPM) y con proyecto licenciado (CPL).	24
Tabla 5.2.2.7.2 Métricas a nivel de clase y de parche para coberturas naturales y seminaturales escenarios sin proyecto (SP), con proyecto para la modificación de licencia (CPM) y con proyecto licenciado (CPL).....	29
Tabla 5.2.2.7.3 Áreas núcleo (core) para coberturas naturales y seminaturales escenarios sin proyecto (SP), con proyecto para la modificación de licencia (CPM) y con proyecto licenciado (CPL).	33
Tabla 5.2.2.7.4 Índices de diversidad del área de estudio.....	37

LISTADO DE FIGURAS

Figura 5.2.2.6.1 Coberturas de la tierra temporalidad 2020.	6
Figura 5.2.2.6.2 Coberturas de la tierra temporalidad 2025.	9
Figura 5.2.2.6.3 Áreas core de las coberturas naturales para la temporalidad 2020.	19
Figura 5.2.2.6.4 Áreas core de las coberturas naturales para la temporalidad 2025.	20
Figura 5.2.2.7.1 Coberturas de la tierra escenario con proyecto “modificación de licencia”.	25
Figura 5.2.2.7.2 Coberturas de la tierra escenario con proyecto licenciado	26
Figura 5.2.2.7.3 Áreas core de las coberturas naturales para el escenario sin proyecto (SP).	34
Figura 5.2.2.7.4 Áreas core de las coberturas naturales para el escenario con proyecto modificado (CPM).....	35
Figura 5.2.2.7.5 Áreas core de las coberturas naturales para el escenario con proyecto licenciado (CPL)	36

MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MINERÍA DE ORO A CIELO ABIERTO GRAMALOTE.

5 CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA

5.2 MEDIO BIOTICO

5.2.1

5.2.2 Ecosistemas terrestres

A. Análisis de fragmentación

La fragmentación es la división progresiva de un hábitat continuo en un conjunto de fragmentos aislados, que quedan embebidos en una matriz de hábitat degradado al original (Saunders, 1991). Las consecuencias de la fragmentación son perjudiciales para la mayor parte de la biota pues reduce el área total cubierta por el bosque, lo que puede resultar en la extinción de algunas especies y expone a los organismos que permanecen en el fragmento a las condiciones de un ecosistema circundante diferente y, en consecuencia, a “efectos de borde” (Murcia, 1995).

El proceso de fragmentación en un paisaje se manifiesta por medio de diferentes efectos, como el aumento en el número de parches, la disminución de su tamaño, el incremento del aislamiento entre aquellos y su forma (Fahrig , 2003). Dichos efectos introducen cambios en la configuración del patrón espacial del paisaje, que ocasionan a su vez cambios en la funcionalidad ecológica. Estos cambios ecológicos pueden tener efectos perdurables en la flora, fauna, suelo y en los recursos hídricos (Bennett, 2004).

De acuerdo con los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para proyectos de explotación minera (ANLA, 2016) y la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MADS, 2018), ambos documentos emitidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), se realiza un análisis de fragmentación con el objetivo de caracterizar el estado actual del paisaje en el área de influencia biótica. Este análisis se enfocó en la dinámica del paisaje a partir de variables como tamaño, número de parches, aislamiento, forma y agentes causantes del cambio.

Con el objetivo de identificar los cambios en el paisaje a lo largo del tiempo, se hizo un análisis de temporalidad mediante la comparación de métricas del paisaje correspondientes a dos momentos: 2020 y 2025, siendo este último el escenario más reciente.

Año 2020: Se utilizaron datos de coberturas del suelo correspondientes a este año, elaborados a una escala de 1:7.500 y con niveles 3 y 4 de clasificación según la metodología Corine Land Cover (IDEAM, 2010). Las coberturas fueron obtenidas mediante

interpretación visual y digitalización de una imagen SPOT 6/7 de octubre de 2020, apoyadas con información LIDAR (2020) y ortomosaicos generados a partir de vuelos de dron del mismo año.

Año 2025: Coberturas del suelo actualizadas con las mismas características técnicas escala 1:7.500, niveles 3 y 4 de clasificación Corine Land Cover (IDEAM, 2010), generadas a partir de una imagen EarthScanner JL-1-KF01 de julio de 2023. Se contemplo la actualización y validación en campo para realizar los ajustes necesarios en la zona del proyecto.

Adicionalmente, se hizo análisis de escenarios con el fin de determinar los cambios en la estructura del paisaje. Los escenarios analizados fueron el escenario sin proyecto (SP), el escenario con proyecto licenciado (CPL) y escenario con proyecto correspondiente a la modificación de la licencia ambiental (CPM).

Tanto el análisis de temporalidad como el análisis de escenarios se enfocó principalmente en las coberturas vegetales naturales y seminaturales presentes, debido a su importancia ecológica como hábitats esenciales para diversas especies de flora y fauna.

El cálculo de las métricas del paisaje a nivel de clase, parche y paisaje (véase la Tabla 5.2.2.1 se realizó utilizando la herramienta V-LATE 2 (Vector-based Landscape Analysis Tool Extension) para ArcGIS 10.8.2.

Tabla 5.2.2.1 Métricas del paisaje.

Métricas		Descripción	
Métricas de clase	Área	NP	Número de parches de una clase
		CA	Área por clase
		MPS	Tamaño medio de los parches
	Forma	SI	Índice de forma
		PAR	Media de la Relación Perímetro – Área
		Fract	Índice de Dimensión Fractal
	Borde	TE	Total del borde a nivel de clase
		MPE	Media del borde de los parches
	Área Core	NCA	Numero de área núcleo
		TCCA	Total, Área núcleo
Métrica de parche	Área	NP	Número de parches
		CA	Área por clase
	Forma	SI	Índice de forma
		Fract	Índice de Dimensión Fractal
	Proximidad	NNDist	Distancia euclidiana al vecino más Cercano
	Área Core	NCA	Numero de área núcleo
TCCA		Total Área núcleo	
Métricas del paisaje	Diversidad	Shannon' Diversity	Información de composición, riqueza y dominancia en un área
		Shannon' Evenness	
		Dominance	

Fuente: Integral S.A., 2025

Las métricas del paisaje permiten inferir el estado de fragmentación de un territorio, así como su conectividad ecológica, en este caso el componente estructural, el cual se refiere

a los atributos físicos que conforman el paisaje enmarcado en la distribución y forma de los parches, que caracterizan cada cobertura y en su conexión espacial (Alonso-F., Finegan, Brenes, Günter, & Palomeque, 2017).

Para evaluar la funcionalidad ecológica del paisaje, se calculó el área núcleo (área core), definida como la porción interior de un fragmento que no está influenciada por el efecto de borde. Esta zona es fundamental para la persistencia de especies especialistas, que presentan requerimientos ambientales más estrictos y mayor sensibilidad a la alteración del hábitat, en contraste con las especies generalistas, que toleran condiciones más variables y suelen ocupar áreas perturbadas o bordes (Murcia, 1995).

La distancia de borde se estableció aplicando un buffer de 50 m. Este valor se fundamenta en lo planteado por (Murcia, 1995), quien expone que los efectos de borde se manifiestan principalmente en las franjas más externas del parche y disminuyen de manera notable hacia el interior. En este sentido, los 50 m representan un umbral técnico adecuado para delimitar el área núcleo en análisis de fragmentación y conectividad en ecosistemas sometidos a presión antrópica.

El análisis del área core permite identificar sectores funcionales del paisaje que conservan condiciones adecuadas para las comunidades más sensibles, y constituye una herramienta clave para el diseño de estrategias de conservación y restauración ecológica en paisajes fragmentados (Chaves & Arango, 2008).

Las métricas del paisaje para el análisis de temporalidad se realizaron para el área de influencia biótica.

a. Análisis de temporalidad

Para determinar los cambios del paisaje en el tiempo en el área de influencia biótica, se realizó un análisis de temporalidad, por medio de la comparación de métricas del paisaje en diferentes años, en este caso se compararon paisajes para el año 2020 y el año 2025 como el escenario más actual. Se hace una descripción general de las coberturas vegetales para cada temporalidad y las métricas del paisaje se calculan para las coberturas naturales como bosques y seminaturales como vegetaciones.

Tabla 5.2.2.2 Coberturas de la tierra temporalidad 2020.

Coberturas de la tierra	Área (ha) Temporalidad 2020	% de Área Temporalidad 2020
Bosque de galería y/o ripario	289,93	7,61
Bosque denso alto	67,70	1,78
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	675,13	17,73
Cultivos permanentes herbáceos - Caña	319,12	8,38
Instalaciones recreativas	1,19	0,03
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0,24	0,01
Mosaico de cultivos	2,45	0,06
Mosaico de cultivos y espacios naturales	21,19	0,56
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	332,75	8,74
Mosaico de pastos con espacios naturales	14,54	0,38
Mosaico de pastos y cultivos	16,08	0,42

Coberturas de la tierra	Área (ha) Temporalidad 2020	% de Área Temporalidad 2020
Pastos arbolados	305,91	8,03
Pastos enmalezados	221,36	5,81
Pastos limpios	819,48	21,52
Red vial y territorios asociados	11,44	0,30
Ríos	42,30	1,11
Tejido urbano continuo	6,57	0,17
Tejido urbano discontinuo	11,36	0,30
Tierras desnudas y degradadas	0,23	0,01
Vegetación secundaria alta	222,72	5,85
Vegetación secundaria baja	390,27	10,25
Zonas arenosas naturales	1,33	0,04
Zonas de extracción minera	27,15	0,71
Zonas industriales o comerciales	7,18	0,19
Total	3807,6	100,00

Fuente: Integral S.A., 2025

En el año 2020, el área de influencia biótica presentó un paisaje heterogéneo, conformado por una combinación de coberturas naturales, seminaturales y áreas transformadas por actividades agropecuarias. La cobertura Pastos limpios fue la más representativa del territorio, con una extensión de 819,48 ha, equivalente al 21,52 % del área total de 3.807,6 ha, lo que evidencia una matriz del paisaje dominada por usos ganaderos y un aprovechamiento del suelo predominantemente agropecuario.

Dentro de las coberturas naturales y seminaturales, la cobertura Bosque fragmentado con vegetación secundaria constituye la de mayor extensión, con 675,13 ha que representa un 17,73 %, lo que refleja un paisaje con remanentes boscosos sometidos a procesos de fragmentación asociados a la expansión histórica de actividades agropecuarias. Le siguen las coberturas Vegetación secundaria baja, con 390,27 ha que representa el 10,25 %, y Vegetación secundaria alta, con 222,72 ha equivalente a 5,85 %, las cuales corresponden a áreas en distintos estados sucesionales que evidencian procesos de regeneración natural del territorio.

La cobertura Bosque de galería y/o ripario ocupa 289,93 ha, equivalente al 7,61 % del área de influencia biótica, y se consolida como una cobertura estratégica dentro del paisaje, dado su papel fundamental en la regulación hídrica y en la conectividad ecológica longitudinal entre parches de vegetación natural. Por su parte, la cobertura Bosque denso alto presenta una extensión de 67,70 ha (1,78 %), representando los remanentes de bosque con mayor grado de conservación y estructura ecológica dentro del área de estudio.

Las coberturas de carácter agropecuario se distribuyen principalmente en Pastos arbolados (305,91 ha; 8,03 %), Pastos enmalezados (221,36 ha; 5,81 %) y Cultivos permanentes herbáceos – caña (319,12 ha; 8,38 %). Adicionalmente, se identifican coberturas tipo mosaico, tales como Mosaico de cultivos, Mosaico de cultivos y espacios naturales, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Mosaico de pastos con espacios naturales y Mosaico de pastos y cultivos, las cuales representan unidades heterogéneas del paisaje donde coexisten usos agropecuarios con remanentes de vegetación natural o seminatural, reflejando una transición entre coberturas naturales y antrópicas.

Las coberturas artificiales presentan una participación reducida dentro del área de influencia biótica. El Tejido urbano continuo ocupa 6,57 ha, mientras que el Tejido urbano discontinuo se extiende sobre 11,36 ha. La Red vial y territorios asociados cubre 11,44 ha, y las Zonas industriales o comerciales abarcan 7,18 ha. Otras coberturas de menor extensión corresponden a Instalaciones recreativas, Zonas de extracción minera y Tierras desnudas y degradadas, las cuales evidencian focos localizados de intervención antrópica.

Los resultados evidenciaron una transición entre coberturas naturales y antrópicas, donde predominan coberturas asociadas a usos agropecuarios como Pastos limpios, Pastos enmalezados, Pastos arbolados y Cultivos permanentes herbáceos – caña, así como coberturas mixtas del tipo Mosaico de cultivos, Mosaico de cultivos y espacios naturales, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y Mosaico de pastos con espacios naturales. Estas coberturas coexisten con coberturas seminaturales como Vegetación secundaria baja y Vegetación secundaria alta, y con parches de coberturas naturales como Bosque fragmentado con vegetación secundaria y Bosque de galería y/o ripario, las cuales fortalecen la conectividad ecológica del paisaje. Esto refleja un territorio con un alto grado de intervención antrópica, pero que conserva áreas con potencial para procesos de restauración ecológica y para la consolidación de corredores biológicos.

En la Tabla 5.2.2.2 y la Figura 5.2.2.1 se presentan las coberturas correspondientes a esta temporalidad, para contextualizar los resultados y la localización del proyecto. También se espacializa la localización del proyecto para ubicación geográfica.

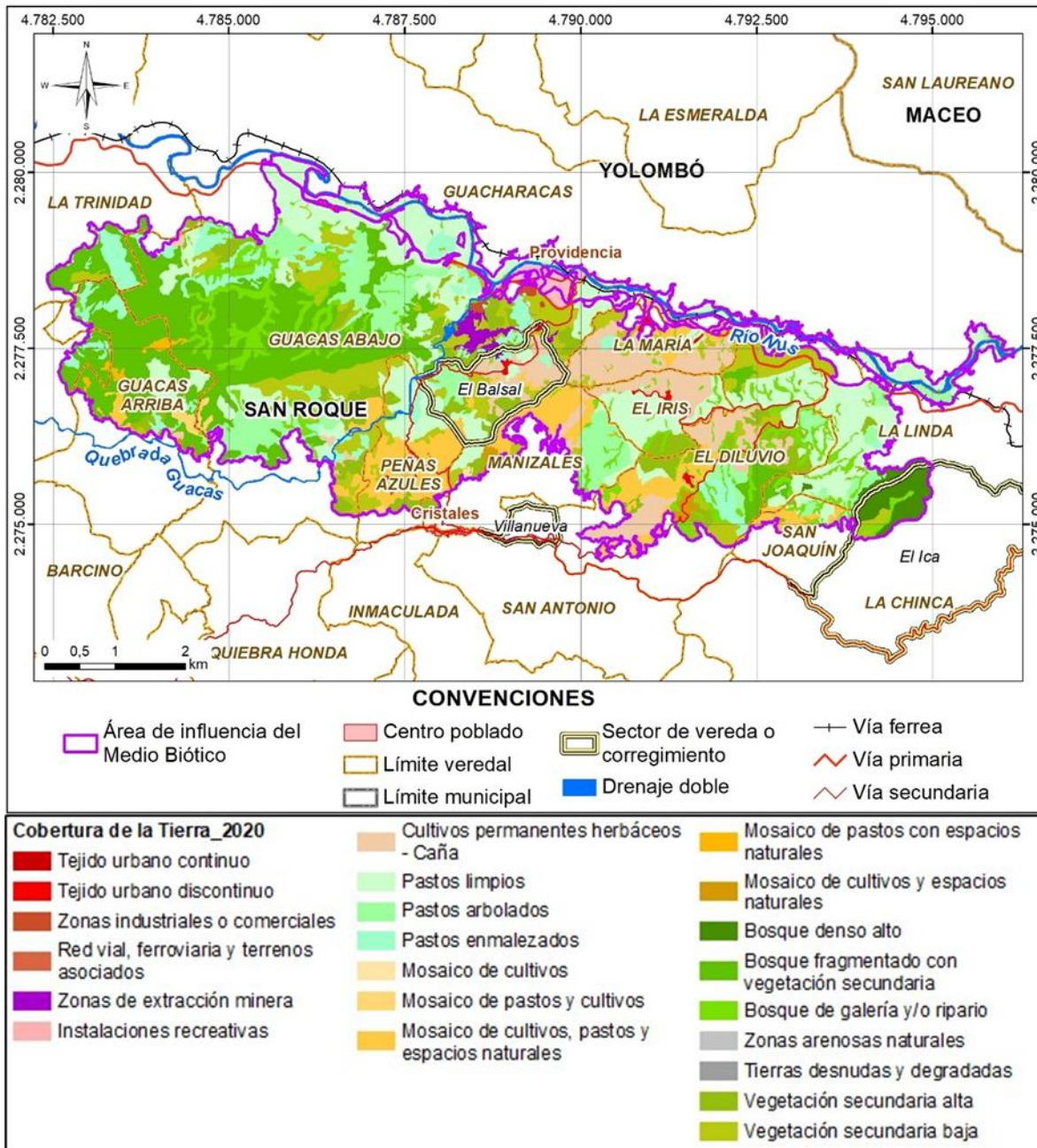


Figura 5.2.2.1 Coberturas de la tierra temporalidad 2020.

Fuente: Integral S.A., 2025

Para el año 2025, el área de influencia biótica presenta un paisaje resultado de transformaciones progresivas asociadas tanto al uso histórico del suelo como a cambios recientes en la gestión del territorio. A partir del proceso de compra de predios por parte del proyecto ha implicado la reducción y, en algunos sectores, el abandono de las actividades agropecuarias, lo cual ha generado cambios significativos en la dinámica de las coberturas

de la tierra, favoreciendo procesos de enmalezamiento y el establecimiento de coberturas de transición propias de etapas tempranas de sucesión ecológica.

Si bien la cobertura Pastos limpios continúa siendo la de mayor extensión, con 769,48 ha (20,21 %), su predominio ya no responde exclusivamente a un manejo ganadero intensivo, sino que también se relaciona con la tendencia al abandono productivo en áreas adquiridas, lo cual se refleja en el aumento de coberturas asociadas a procesos de regeneración natural. En este contexto, los Pastos enmalezados, que abarcan 340,90 ha (8,95 %), constituyen una evidencia directa del cese o disminución de las prácticas de manejo agropecuario, representando una fase intermedia entre los sistemas productivos y la regeneración de la vegetación natural.

Las coberturas seminaturales presentan un incremento notable y adquieren un papel central en la configuración ecológica del paisaje. La Vegetación secundaria baja, con 476,31 ha (12,51 %), y la Vegetación secundaria alta, con 363,76 ha (9,55 %), reflejan procesos activos de sucesión secundaria derivados del abandono de áreas previamente intervenidas. Estas coberturas funcionan como matrices de transición que facilitan la recuperación de la estructura vegetal, incrementan la heterogeneidad del paisaje y mejoran la permeabilidad ecológica entre remanentes boscosos.

La cobertura de Bosque fragmentado con vegetación secundaria registra 469,02 ha (12,32 %), evidenciando la persistencia de parches de bosque en distintos estados de regeneración, mientras que el Bosque de galería y/o ripario, con 466,22 ha (12,24 %), mantiene su función estratégica como eje de conectividad ecológica, especialmente a lo largo de la red hídrica. El aumento del Bosque denso alto, que alcanza 180,29 ha (4,74 %), sugiere una consolidación progresiva de coberturas con mayor complejidad estructural, asociada a procesos de recuperación natural en áreas con menor presión antrópica.

Las coberturas asociadas a actividades antrópicas mantuvieron una presencia significativa. Los pastos enmalezados abarcaron 340,90 ha, mientras que los pastos arbolados cubrieron 221,18 ha. A estas coberturas se suman los cultivos permanentes herbáceos de caña, que ocuparon 401,00 ha, lo cual refleja la persistencia de sistemas productivos.

Las coberturas artificiales presentaron muy poca participación, por ejemplo, la cobertura de tejido urbano continuo ocupó 6,56 ha y el tejido urbano discontinuo se extendió por 12,11 ha, mientras que la red vial alcanzó 12,72 ha. La infraestructura industrial y comercial sumó 4,01 ha y las instalaciones recreativas 0,59 ha, así como el aeropuerto registró 0,29 ha, manteniendo también una participación mínima.

Se registraron coberturas asociadas a procesos de intervención, como tierras desnudas o degradadas con 4,16 ha, zonas de extracción minera con 17,46 ha y áreas quemadas con 2,10 ha. Aunque su extensión es reducida frente al total del paisaje, estas coberturas reflejan la presencia de focos de presión que sugieren dinámicas de uso intensivo del suelo que pueden acelerar procesos de degradación e incrementar la fragmentación.

El paisaje correspondiente al año 2025 se configura como un mosaico dominado por coberturas agropecuarias en retroceso y por coberturas seminaturales en expansión, donde el abandono de actividades productivas asociado a la compra de predios ha favorecido procesos de enmalezamiento, sucesión secundaria y recuperación progresiva de la vegetación. Estas dinámicas han contribuido a mejorar la conectividad ecológica del territorio y a incrementar el potencial para la restauración ecológica pasiva, consolidando una transición desde un paisaje intensamente productivo hacia uno con mayores atributos

de naturalidad y funcionalidad ecológica. Las coberturas correspondientes a esta temporalidad, así como la ubicación del proyecto, se presentan en la Tabla 5.2.2.3 y la Figura 5.2.2.2.

Tabla 5.2.2.3 Coberturas de la tierra temporalidad 2025.

Coberturas de la tierra	Área (ha) Temporalidad 2025	% de Área Temporalidad 2025
Aeropuerto	0,29	0,01
Bosque de galería y/o ripario	466,22	12,24
Bosque denso alto	180,29	4,74
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	469,02	12,32
Cultivos permanentes herbáceos - Caña	401,00	10,53
Instalaciones recreativas	0,59	0,02
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0,79	0,02
Mosaico de cultivos	17,31	0,45
Pastos arbolados	221,18	5,81
Pastos enmalezados	340,90	8,95
Pastos limpios	769,48	20,21
Red vial y territorios asociados	12,72	0,33
Ríos	38,61	1,01
Tejido urbano continuo	6,56	0,17
Tejido urbano discontinuo	12,11	0,32
Tierras desnudas y degradadas	4,16	0,11
Vegetación secundaria alta	363,76	9,55
Vegetación secundaria baja	476,31	12,51
Zonas arenosas naturales	2,68	0,07
Zonas de extracción minera	17,46	0,46
Zonas industriales o comerciales	4,01	0,11
Zonas quemadas	2,10	0,06
Total	3807,6	100,00

Fuente: Integral S.A., 2025

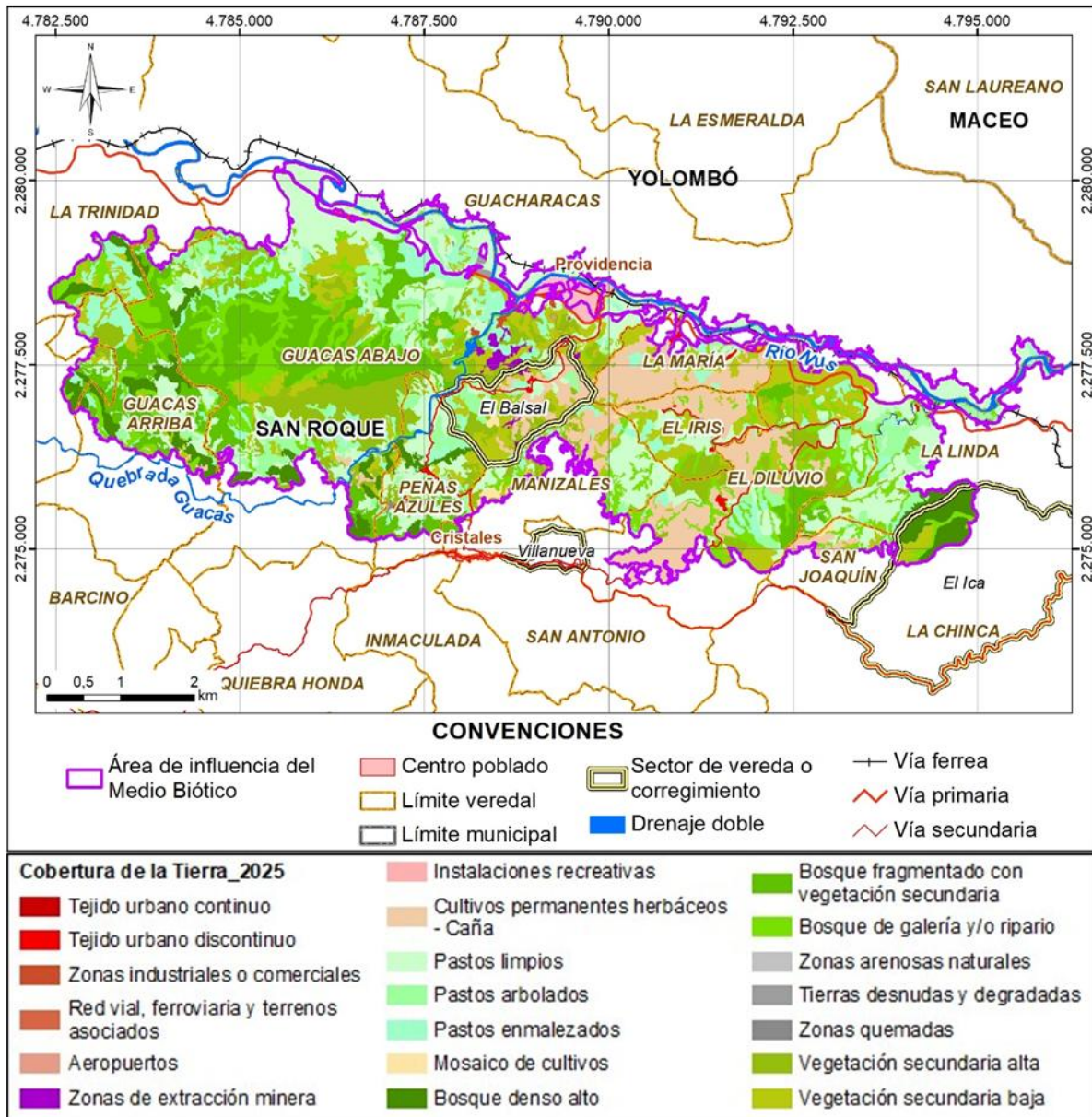


Figura 5.2.2.2 Coberturas de la tierra temporalidad 2025.

Fuente: Integral S.A., 2025

En la Tabla 5.2.2.4 se presenta el análisis comparativo entre las coberturas de la tierra para los años 2020 y 2025 donde se evidenciaron cambios significativos en la configuración espacial del paisaje. Estas transformaciones no responden a procesos de expansión urbana o a la intensificación de nuevas actividades productivas, sino principalmente a cambios en el manejo del territorio asociados a la compra de predios y a la reducción progresiva de las actividades agropecuarias en sectores específicos.

En 2020, el área de influencia biótica estaba caracterizada por la presencia de coberturas transformadas de origen antrópico, principalmente pastos limpios, pastos arbolados y mosaicos productivos, las cuales sumaban una proporción significativa del territorio (45,5%), Para 2025, la dinámica del paisaje revela un cambio estructural: las coberturas naturales y seminaturales, como bosques de galería, bosque denso, vegetación secundaria alta y baja, aumentan su participación, mientras que las coberturas mixtas y los mosaicos productivos disminuyen notoriamente.

En el año 2020, el paisaje estaba dominado por coberturas transformadas de origen antrópico, principalmente Pastos limpios, Pastos arbolados y coberturas tipo Mosaico de cultivos, Mosaico de cultivos y espacios naturales y Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, las cuales representaban una proporción significativa del territorio y configuraban una matriz productiva heterogénea. Para el año 2025, la dinámica del paisaje evidencia un cambio estructural, caracterizado por la disminución de las coberturas mixtas y agropecuarias y por el aumento relativo de coberturas naturales y seminaturales, particularmente aquellas asociadas a procesos de regeneración natural y sucesión secundaria.

El cambio más notable del periodo corresponde a los bosques, que mostraron incrementos significativos tanto en extensión como en proporción. El bosque de galería y/o ripario aumenta de 289,92 ha (7,61 %) a 466,22 ha (12,24 %), ganando 176,30 ha. El bosque denso alto pasa de 67,70 ha (1,78 %) a 180,29 ha (4,74 %), con un incremento de 112,59 ha. Aunque el bosque fragmentado con vegetación secundaria disminuye 206,11 ha, pasando del 17,73 % al 12,32 %, esta reducción es coherente con un proceso de transición hacia estados más maduros ya que parte de estas áreas podrían estar evolucionando hacia vegetación secundaria alta o hacia bosque denso, lo que explica el aumento simultáneo de estas últimas coberturas.

Las coberturas de vegetación secundaria reflejan un proceso claro de regeneración natural del territorio. La vegetación secundaria alta aumenta de 222,72 ha (5,85 %) a 363,76 ha (9,55 %), mientras que la vegetación secundaria baja pasa del 10,25 % al 12,51 %, con un incremento de 86,04 ha. Este aumento está asociado a la disminución de la actividad ganadera y agropecuaria en ciertos predios, lo que ha permitido que antiguas áreas de pastos y cultivos entren en procesos de sucesión natural. Mientras que, las coberturas de mosaico de pastos y mosaico de cultivos presentan reducciones en su área, asociadas principalmente a la dinámica de uso del territorio, en la cual los espacios naturales inmersos en matrices de pastos y cultivos han sido transformados, dando lugar a categorías más homogéneas en el análisis multitemporal.

Además, se evidencia la aparición de coberturas asociadas a disturbios recientes, como tierras desnudas y degradadas, que aumentan 3,94 ha, alcanzando el 0,11 %, y zonas quemadas, que aparecen con 2,10 ha (0,06 %). Aunque su presencia es baja en términos espaciales, representan señales de presión que contrastan con la tendencia general de recuperación de las coberturas boscosas.

Tabla 5.2.2.4 Coberturas vegetales temporalidad 2020 y 2025.

Coberturas de la tierra	Área (ha) Temporalidad 2020	% de Área Temporalidad 2020	Área (ha) Temporalidad 2025	% de Área Temporalidad 2025	Delta (ha)	Tenden cia*
Aeropuerto	0,00	0,00	0,29	0,01	0,29	↑
Bosque de galería y/o ripario	289,92	7,61	466,22	12,24	176,30	↑
Bosque denso alto	67,70	1,78	180,29	4,74	112,59	↑
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	675,13	17,73	469,02	12,32	-206,11	↓
Instalaciones recreativas	1,19	0,03	0,59	0,02	-0,60	↓
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0,24	0,01	0,79	0,02	0,54	↑
Mosaico de cultivos	2,46	0,06	17,31	0,45	14,86	↑
Mosaico de cultivos y espacios naturales	21,18	0,56	0,00	0,00	-21,18	↓
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	332,76	8,74	0,00	0,00	-332,76	↓
Mosaico de pastos con espacios naturales	14,54	0,38	0,00	0,00	-14,54	↓
Mosaico de pastos y cultivos	16,08	0,42	0,00	0,00	-16,08	↓
Pastos arbolados	305,91	8,03	221,18	5,81	-84,73	↓
Pastos enmalezados	221,36	5,81	340,90	8,95	119,55	↑
Pastos limpios	819,46	21,52	769,48	20,21	-49,98	↓
Red vial y territorios asociados	11,44	0,30	12,72	0,33	1,28	↑
Ríos	42,31	1,11	38,61	1,01	-3,69	↓
Tejido urbano continuo	6,57	0,17	6,56	0,17	-0,01	→
Tejido urbano discontinuo	11,36	0,30	12,11	0,32	0,76	↑
Tierras desnudas y degradadas	0,23	0,01	4,16	0,11	3,94	↑
Vegetación secundaria alta	222,72	5,85	363,76	9,55	141,04	↑
Vegetación secundaria baja	390,27	10,25	476,31	12,51	86,04	↑
Zonas arenosas naturales	1,33	0,04	2,68	0,07	1,34	↑
Zonas de extracción minera	27,15	0,71	17,46	0,46	-9,68	↓
Zonas industriales o comerciales	7,18	0,19	4,01	0,11	-3,17	↓
Zonas quemadas	0,00	0,00	2,10	0,06	2,10	↑
Total	3807,6	100	3807,6	100	-	→

*Tendencia: Ganancia ↑, Pérdida ↓, Se mantiene →

Fuente: Integral S.A., 2025

I. Métricas clase y parche coberturas

El análisis de las métricas del paisaje para el periodo 2020–2025 (Tabla 5.2.2.5) evidencia que los cambios observados en el área de influencia biótica responden principalmente a una dinámica de reorganización territorial asociada a la adquisición de predios y a la disminución progresiva de actividades agropecuarias. Este proceso ha favorecido el abandono de áreas productivas, el enmalezamiento y el inicio de procesos de sucesión ecológica, lo cual se refleja en el aumento de coberturas de vegetación secundaria alta y baja, así como en la expansión de bosques de galería.

Desde el punto de vista espacial, esta transición ecológica no se manifiesta como un crecimiento continuo de grandes masas boscosas, sino como una redistribución de las coberturas en el territorio. El aumento en el número de parches y los cambios en el tamaño promedio de los mismos indican una reconfiguración del paisaje, en la que fragmentos de menor tamaño se dispersan y reorganizan, especialmente en áreas previamente ocupadas por pastos y mosaicos productivos. En este contexto, algunas coberturas, como la vegetación secundaria y el bosque de galería, presentan una reducción en la distancia promedio entre fragmentos, lo que sugiere una mayor proximidad espacial y un potencial fortalecimiento de la conectividad ecológica.

Esta dinámica no es homogénea en todo el territorio. Mientras que ciertas coberturas muestran una tendencia hacia una mayor cercanía entre fragmentos y una consolidación progresiva de procesos de regeneración natural, otras, como el bosque fragmentado con vegetación secundaria, evidencian un aumento en el aislamiento entre parches, reflejando trayectorias sucesionales diferenciadas y condicionadas por la historia de uso del suelo y las condiciones locales del paisaje.

En el caso del bosque fragmentado con vegetación secundaria, los parches aumentan de 184 a 207, acompañados de un crecimiento en el área total de 289,92 a 466,22 ha. Este aumento en fragmentación se refleja también en un incremento del tamaño promedio de los parches (MPS) de 1,58 a 2,25 ha y una ligera variación en el índice de forma (SI), indicando una configuración de parches más diversos y posiblemente más definidos en su forma. Sin embargo, la distancia promedio al vecino más cercano (NNDist) se incrementa de 109,09 m a 145,73 m, lo que sugiere un aislamiento creciente entre fragmentos. Ecológicamente, esta cobertura está dominada por *Cespedesia spathulata*, seguida por *Xylopia frutescens* y *Vochysia ferrugínea*, especies clave que sustentan la estructura y función del bosque fragmentado en proceso activo de regeneración.

El bosque de galería y/o ripario presenta un incremento significativo en el número de parches, de 2 a 23, y un aumento en el área total de 67,70 a 180,29 ha. Sin embargo, el tamaño promedio de parches disminuye considerablemente de 33,85 a 7,84 ha, reflejando fragmentos más pequeños. El índice de forma (SI) y el índice fractal (Fract) aumentan, lo que sugiere una mayor complejidad en la configuración espacial. La distancia al vecino más cercano disminuye notablemente, de 96,35 m a 54,97 m, indicando que los fragmentos están más próximos entre sí, lo que puede favorecer la conectividad ecológica. En esta cobertura, *Vismia macrophylla*, *Persea caerulea* y *Aiouea montana* se destacan como especies principales.

Para la vegetación secundaria alta, el número de parches aumenta de 53 a 92, con un área total que crece de 222,72 a 363,76 ha, aunque el tamaño promedio de los parches se

mantiene relativamente estable (4,20 a 3,95 ha). Los índices de forma y fractal sugieren una complejidad espacial moderada. La distancia al vecino más cercano disminuye, favoreciendo la proximidad entre fragmentos y mejorando la conectividad. Esta cobertura está dominada por especies pioneras y secundarias, tales como *Persea caerulea*, *Cecropia peltata* y *Piptocoma discolor*, la presencia de estas especies sugiere que el área se encuentra en un estado de recuperación, con una combinación de especie pioneras que facilitan la regeneración y especies más maduras que ayudan a consolidar la estructura del ecosistema.

La vegetación secundaria baja muestra un aumento considerable en el número de parches, de 117 a 175, y en el área total de 390,27 a 476,31 ha. Sin embargo, el tamaño promedio de los parches disminuye de 3,34 a 2,72 ha, lo que refleja una mayor fragmentación. A pesar de ello, la distancia al vecino más cercano disminuye de 93,13 m a 58,14 m, sugiriendo un paisaje con fragmentos más cercanos entre sí, lo que puede facilitar la dispersión y el movimiento de especies. En esta cobertura, *Persea caerulea*, *Cecropia peltata* y *Piptocoma discolor* son las especies más relevantes, asociadas a etapas tempranas y medias de sucesión con alta capacidad regenerativa, lo que es congruente con lo encontrado en la vegetación secundaria alta, donde se comparten especies debido a que ambas coberturas forman parte de un proceso sucesional continuo.

En general, la disminución en la distancia promedio al vecino más cercano (NNDist), junto con el aumento en el número de fragmentos y la reducción en el tamaño promedio de los parches, muestra una dinámica espacial compleja. Aunque los fragmentos son más pequeños, están más cerca unos de otros, lo que podría facilitar el movimiento de especies y la dispersión de semillas, favoreciendo la regeneración natural.

Tabla 5.2.2.5 Métricas a nivel de clase y de parche para coberturas naturales y seminaturales en año 2020 y 2025.

Métricas	Bosque de galería y/o ripario			Bosque denso alto			Bosque fragmentado con vegetación secundaria			Vegetación secundaria alta			Vegetación secundaria baja		
	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia
Número de parches (NP)	184	207	↑	2	23	↑	27	26	↓	53	92	↑	117	175	↑
Área total (CA) (ha)	289,92	466,22	↑	67,70	180,29	↑	675,13	469,02	↓	222,72	363,76	↑	390,27	476,31	↑
Tamaño promedio de los parches (MPS) (ha)	1,58	2,25	↑	33,85	7,84	↓	25,00	18,04	↓	4,20	3,95	↓	3,34	2,72	↓
Promedio del índice de forma (SI)	2,32	2,59	↑	1,79	1,93	↑	2,04	2,54	↑	1,81	2,04	↑	1,95	2,07	↑
Promedio del índice de dimensión fractal (Fract)	1,55	1,47	↓	1,32	1,35	↑	1,53	1,40	↓	1,39	1,40	↑	1,67	1,42	↓
Borde total (TE) (m)	169.397,83	269.348,28	↑	6.829,57	41.549,32	↑	100.608,04	99.629,68	↓	61.533,62	116.606,62	↑	109.405,50	196.807,52	↑

Métricas	Bosque de galería y/o ripario			Bosque denso alto			Bosque fragmentado con vegetación secundaria			Vegetación secundaria alta			Vegetación secundaria baja		
	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia
Promedio del borde (MPE)	920,64	1.301,20	↑	3.414,79	1.806,49	↓	3.726,22	3.831,91	↑	1.161,01	1.267,46	↑	935,09	1.124,61	↑
Promedio Distancia al vecino más cercano (NNDist)	60,79	40,76	↓	615,10	113,79	↓	107,37	254,57	↑	139,21	118,08	↓	93,13	58,14	↓

*Tendencia: Ganancia ↑, Pérdida ↓, Se mantiene →

Fuente: Integral S.A., 2025

II. Áreas Core o nucleares por cobertura

El área core se define como la parte de cada fragmento de cobertura que no recibe ninguna influencia de factores externos (en este caso de otras coberturas); de esta manera la cantidad de área de interior se considera un aspecto primordial para garantizar la permanencia de especies sensibles (Forman & Godron, 1981). El área core se considera vital para la ocurrencia y el mantenimiento de las especies de fauna y flora especialistas, cuyos nichos ecológicos tienen menor amplitud que los de las especies generalistas (Forman, 1995). En la Tabla 5.2.2.6 se muestran los parches y el área núcleo para las coberturas naturales de bosques y seminaturales como vegetaciones.

Entre 2020 y 2025, el bosque de galería y/o ripario presentó un aumento en el número de parches de 112 a 161 y en las áreas core de 138 a 182. Esta dinámica indica una reorganización espacial del paisaje asociada a cambios en la ocupación predial y a la redefinición de las coberturas, donde la subdivisión de los fragmentos no implicó una pérdida de la parte interior del fragmento. Por el contrario, la configuración resultante favoreció la aparición de nuevas áreas core, lo que sugiere una mejora relativa en la disponibilidad de zonas interiores con menor influencia de borde, relevantes para la conectividad ecológica y la permanencia de especies asociadas a ambientes ribereños.

El bosque denso alto evidenció un aumento en la fragmentación, con un cambio de 2 a 25 parches y de 3 a 33 áreas core. Este patrón refleja la aparición de fragmentos adicionales dentro de un paisaje previamente más continuo, asociados a procesos de recuperación y reclasificación de coberturas. Aunque se incrementa el número de áreas core, estas se distribuyen en fragmentos aún pequeños, lo que indica un estado incipiente de consolidación de la parte interior del fragmento, propio de coberturas en transición hacia estados más maduros.

El bosque fragmentado con vegetación secundaria mostró un aumento leve en el número de parches de 23 a 26 y de áreas core de 50 a 56, acompañado por una disminución marcada del área core total de 300,08 ha a 133,08 ha. Este comportamiento evidencia que, aunque existen más fragmentos y núcleos, estos son de menor tamaño y están más influenciados por el borde, lo que reduce la extensión de la parte interior del fragmento. Ecológicamente, esto se traduce en una pérdida de hábitat interior continuo, con posibles efectos sobre especies sensibles y sobre procesos ecológicos que requieren mayor estabilidad espacial.

La vegetación secundaria alta presentó un aumento en el número de parches de 53 a 92 y en las áreas core de 65 a 108, mientras que el área core total pasó de 39,63 ha a 74,75 ha. Este patrón indica un avance en la consolidación de la parte interior de los fragmentos, coherente con procesos sucesionales intermedios. La expansión de las áreas core sugiere una mejora progresiva en la calidad del hábitat, asociada a la regeneración natural y a la transición hacia estructuras vegetales más complejas.

La vegetación secundaria baja registró el mayor incremento en el número de parches, de 117 a 175, y en áreas core, de 134 a 212, acompañado por una reducción del área core total de 81,47 ha a 44,26 ha. Esta dinámica refleja un paisaje altamente subdividido, donde las áreas core son numerosas pero pequeñas y con alta influencia de borde, condición típica de coberturas en etapas tempranas de sucesión y sujetas a cambios frecuentes en el uso y manejo del suelo.

En términos generales, la dinámica observada entre 2020 y 2025 responde a un proceso de reorganización territorial asociado a cambios en los predios, reclasificación de coberturas y avance de procesos sucesionales. Algunas coberturas, como el bosque de galería y la vegetación secundaria alta, muestran una mejora en la disponibilidad de áreas core, mientras que otras presentan una reducción en la extensión de la parte interior del fragmento. En general, el bosque de galería y/o ripario presenta el mayor avance en la conservación de hábitat interior funcional, lo que favorece la permanencia de especies sensibles y especialistas que requieren condiciones estables y protegidas del borde.

Las áreas core de la cobertura natural para la temporalidad 2020 se observan en la Figura 5.2.2.3 y las áreas core de la cobertura natural para la temporalidad 2025 se observan en la Figura 5.2.2.4.

Tabla 5.2.2.6 Áreas núcleo (core) para coberturas naturales y seminaturales para las temporalidades 2020 y 2025.

Métricas	Bosque de galería y/o ripario			Bosque denso alto			Bosque fragmentado con vegetación secundaria			Vegetación secundaria alta			Vegetación secundaria baja		
	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia	2020	2025	Tendencia
Número de parches (NP)	184	207	↑	2	23	↑	27	26	↓	53	92	↑	117	175	↑
Numero de área núcleo (NCA)	199	225	↑	3	31	↑	50	56	↑	65	108	↑	134	212	↑
Área núcleo total (TCCA) ha	6,01	17,65	↑	38,87	42,64	↑	300,08	133,08	↓	39,63	74,75	↑	81,47	44,26	↓

*Tendencia: Ganancia ↑, Pérdida ↓, Se mantiene →

Fuente: Integral S.A., 2025

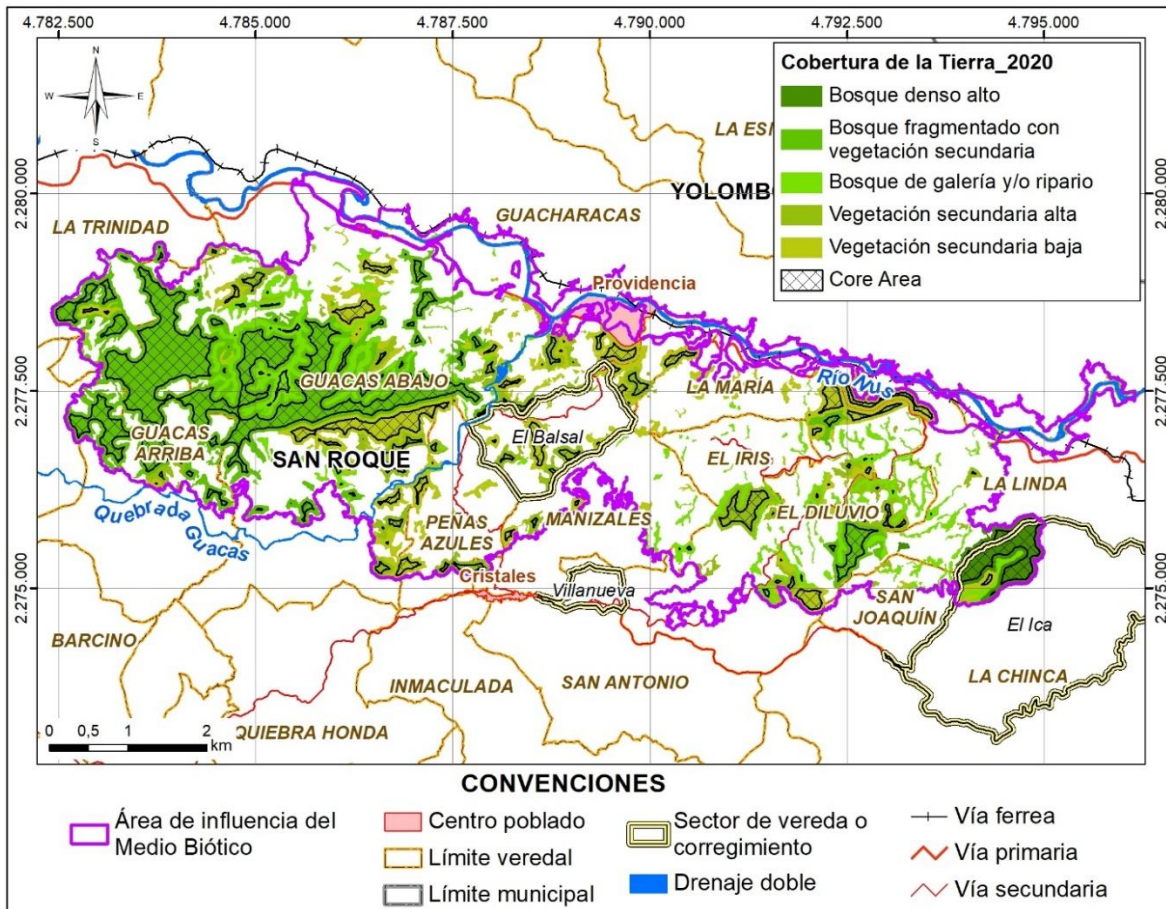


Figura 5.2.2.3 Áreas core de las coberturas naturales para la temporalidad 2020.

Fuente: Integral S.A., 2025

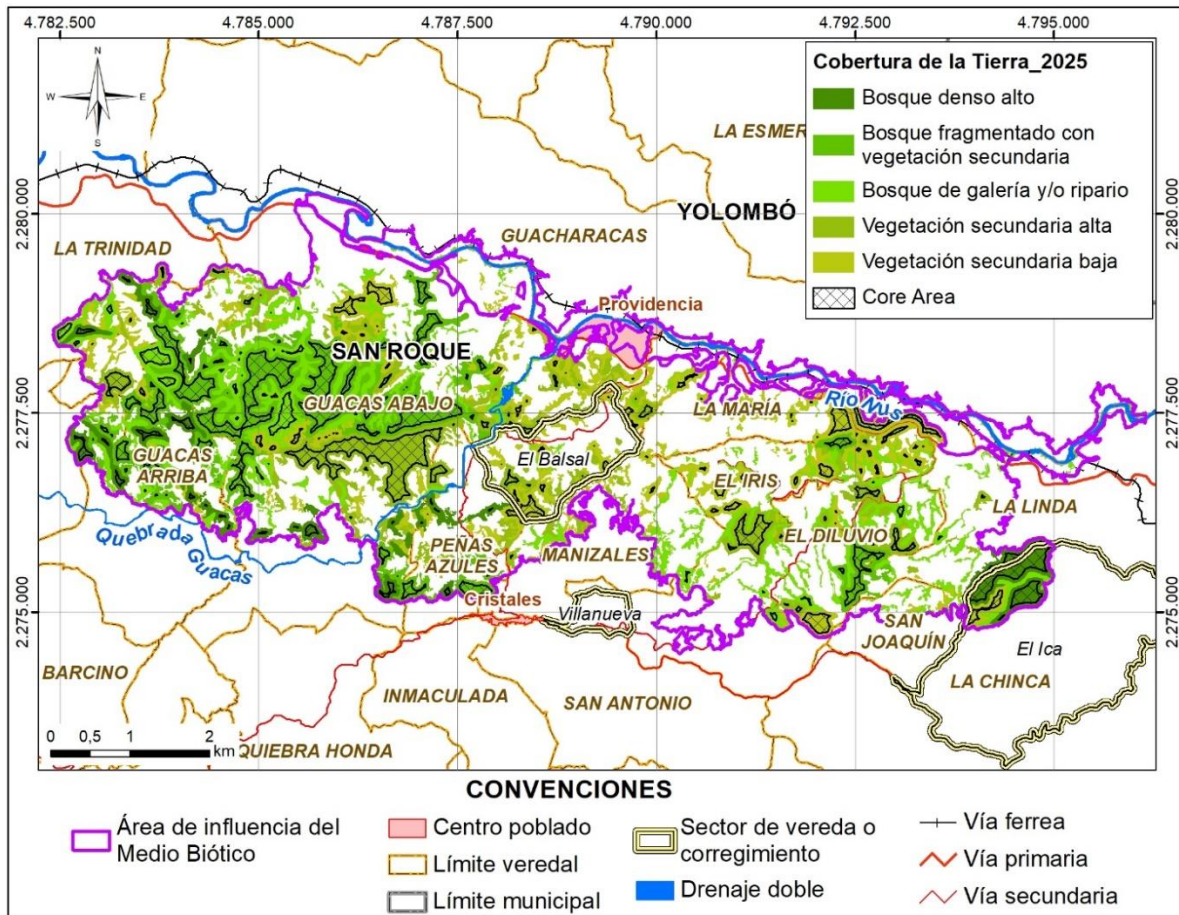


Figura 5.2.2.4 Áreas core de las coberturas naturales para la temporalidad 2025.

Fuente: Integral S.A., 2025

III. Métricas del paisaje

Los resultados del índice de diversidad de Shannon (H') mostraron un aumento de 1,42 en 2020 a 1,56 en 2025, lo que evidencia una ligera mejora en la diversidad del paisaje. Aunque estos valores continúan por debajo de dos (2), lo que indica una diversidad relativamente baja según (Moreno, 2001), el incremento sugiere una distribución un poco más equilibrada entre las coberturas presentes.

El índice de equidad de Shannon (Evenness) también presenta un aumento significativo, pasando de 0,88 en 2020 a 0,97 en 2025, lo que señala una mayor uniformidad en la proporción de las diferentes coberturas en el paisaje, es decir, una participación más equilibrada de las clases de cobertura para 2025.

El índice de dominancia disminuye notablemente de 0,20 en 2020 a 0,05 en 2025, lo que indica una reducción clara en la presencia de una sola cobertura dominante, traduciéndose en un paisaje más heterogéneo y menos concentrado.

Respecto a la proporción de cobertura por clase, el bosque de galería y/o ripario muestra un incremento importante, pasando del 17,62 % al 23,84 %, reflejando una expansión significativa. El bosque denso alto también crece, de 4,11 % a 9,22 %, evidenciando un fortalecimiento de esta cobertura. En contraste, el bosque fragmentado con vegetación secundaria disminuye considerablemente, del 41,02 % al 23,98 %, señalando una reducción importante en su extensión relativa. La vegetación secundaria alta aumenta de 13,53 % a 18,60 %, mientras que la vegetación secundaria baja muestra un cambio leve, creciendo de 23,71 % a 24,36 %.

En conjunto, los resultados evidencian una mejora en la diversidad y equidad del paisaje, asociada a una redistribución más balanceada de las coberturas y a la disminución de la dominancia de una sola clase. Esta dinámica responde a procesos de cambio en el uso y manejo del territorio, en los cuales los predios han experimentado transformaciones progresivas que se reflejan en el desplazamiento espacial de las coberturas. Áreas previamente ocupadas por coberturas antrópicas o mosaicos productivos han dado paso a coberturas naturales y seminaturales en diferentes estados sucesionales, generando un paisaje más heterogéneo desde el punto de vista estructural.

Este comportamiento no representa una expansión homogénea del hábitat natural, sino un proceso de reorganización del paisaje, donde las coberturas se reconfiguran, se fragmenta o se consolidan de manera diferencial según las condiciones locales, la historia de intervención y los procesos de regeneración natural. La reducción en la proporción del bosque fragmentado con vegetación secundaria, junto con el aumento del bosque denso y de la vegetación secundaria alta, es consistente con trayectorias sucesionales en las que fragmentos previamente degradados evolucionan hacia estados con mayor complejidad estructural, al tiempo que se generan nuevos parches más pequeños en otras áreas.

Tabla 5.2.2.7 Índices de diversidad del área de influencia biótica para métricas temporalidad 2020 y 2025.

Métricas	Temporalidad 2020	Temporalidad 2025
Shannon' Diversity	1,415	1,561
Shannon' Evenness	0,879	0,97
Dominance	0,195	0,049
Proporción por clase bosque de galería y/o ripario %	17,62	23,84
Proporción por clase Bosque denso alto %	4,11	9,22
Proporción por clase Bosque fragmentado con vegetación secundaria %	41,02	23,98
Proporción por clase Vegetación secundaria alta %	13,53	18,6
Proporción por clase Vegetación secundaria baja %	23,71	24,36

Fuente: Integral S.A., 2025

b. Análisis de escenarios

Para el presente análisis se definieron tres escenarios analíticos, con el fin de determinar los cambios en la estructura del paisaje se analizó el escenario sin proyecto (SP), con proyecto licenciado (CPL) y escenario con proyecto correspondiente a la modificación de la licencia ambiental (CPM).

Escenario sin proyecto (SP):

Corresponde a las coberturas vegetales naturales y seminaturales actuales del área de influencia biótica, cartografiadas a escala 1:7.500, clasificadas en los niveles 3 y 4 según la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (CLC) (IDEAM, 2010). Este escenario representa la condición de referencia o línea base, sin la implementación de actividades asociadas al proyecto.

Escenario con proyecto licenciado (CPL):

Corresponde a las coberturas vegetales naturales y seminaturales actuales del área de influencia biótica, cartografiadas a escala 1:7.500 y clasificadas en los niveles 3 y 4 según la metodología CLC (IDEAM, 2010), integrando el área del proyecto actualmente licenciado. Este escenario incluye las obras previamente autorizadas bajo la Resolución 1514 del 25 de noviembre de 2015 y la Resolución 0309 del 29 de marzo de 2016. Es importante señalar que la huella del proyecto evaluada en este escenario se extiende ligeramente más allá del área de influencia biótica actual. Sin embargo, dado que el área que se sobrepasa es reducida, se considera que los resultados obtenidos son representativos y no afectan de manera significativa la interpretación del análisis.

Escenario con proyecto “modificación de licencia” (CPM):

Corresponde al escenario proyectado asociado a la propuesta de modificación de la licencia ambiental desarrollada en el presente documento. Incluye las coberturas vegetales naturales y seminaturales del área de influencia biótica a escala 1:7.500 en los niveles 3 y 4 de la metodología CLC (IDEAM, 2010), junto con las obras nuevas, las obras objeto de modificación y las obras no objeto de modificación.

Estos escenarios son modelados de manera independiente y luego los resultados de cada escenario se comparan entre sí para identificar los cambios que se generan en las coberturas. En las salidas gráficas tanto para el escenario con proyecto como para el escenario sin proyecto se espacializa la localización del respectivo proyecto para una mejor ubicación geográfica

El análisis se enfocó en las coberturas vegetales naturales y seminaturales, por su importancia ecológica como hábitat de especies de flora y fauna. Que en este caso están representadas en las coberturas naturales: bosque de galería y/o ripario, bosque denso alto, bosque fragmentado con vegetación secundaria, y coberturas seminaturales: vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja.

La Tabla 5.2.2.8 presenta los análisis correspondientes al delta entre el escenario con proyecto “modificación de licencia” y el escenario sin proyecto (CPM–SP), en el cual se evidencian cambios en la extensión y configuración espacial de las coberturas de bosque y vegetación secundaria, asociados a la implementación del proyecto. Los resultados indican una reducción de 181,38 ha en vegetación secundaria baja y de 109,7 ha en vegetación secundaria alta, lo que refleja una transformación de áreas en etapas tempranas e intermedias de sucesión. Estos cambios no se asocian únicamente al emplazamiento del proyecto, sino que también están relacionados con los procesos sucesionales naturales que ocurren en este tipo de coberturas.

En cuanto a la cobertura de bosque fragmentado con vegetación secundaria, se evidencio la reducción de 107,99 ha y el bosque de galería y/o ripario, presento una reducción de

134,4 ha, lo que podría afectar la continuidad de estos corredores asociados a los drenajes naturales, importantes para el movimiento de especies.

El bosque denso mantiene su área en el análisis, lo que corresponde a que el proyecto no genera afectación a esta cobertura.

Por otro lado, el análisis del delta entre el escenario con proyecto “modificación de licencia” y el escenario con proyecto licenciado (CPM–CPL) permite identificar los cambios atribuibles específicamente a la modificación de la licencia ambiental. Los resultados evidencian incrementos en la extensión de varias coberturas de bosque y vegetación secundaria respecto al escenario previamente licenciado, lo que indica una mejora relativa en el desempeño ambiental del proyecto.

Se registran aumentos en vegetación secundaria baja de 20,5 ha, vegetación secundaria alta de 13,14 ha y bosque fragmentado con vegetación secundaria de 99,64 ha, lo que significa que se tendría una afectación menor a la inicialmente prevista y una mayor permanencia de coberturas naturales transicionales. Asimismo, el bosque de galería y/o ripario presenta un incremento de 70,93 ha, aspecto relevante para la conectividad ecológica y la funcionalidad de los corredores asociados a los sistemas hídricos.

El bosque denso alto se mantiene estable ($\Delta = +0,07$ ha), confirmando que la modificación no genera nuevas afectaciones sobre las coberturas de mayor valor ecológico. En conjunto, el segundo delta evidencia que la modificación de la licencia no intensifica los impactos previamente autorizados, sino que introduce ajustes que favorecen la conservación y reorganización de las coberturas naturales dentro del área de estudio.

Tabla 5.2.2.8 Coberturas de la tierra escenario sin proyecto (SP), con proyecto para la modificación de licencia (CPM) y con proyecto licenciado (CPL).

Cobertura de la tierra	Área SP (ha)	% SP	Área CPM (ha)	% CPM	Área CPL (ha)	% CPL	Delta CPM-SP (ha)	Tendencia* CPM-SP	Delta CPM-CPL (ha)	Tendencia* CPM-CPL
Aeropuerto	0,29	0,01	0	0	0,03	0	-0,29	↓	-0,03	↓
Bosque de galería y/o ripario	466,22	12,2	331,82	11,82	260,89	10,32	-134,4	↓	70,93	↓
Bosque denso alto	180,29	4,74	180,29	6,42	180,22	7,13	0	→	0,07	↑
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	469,02	12,3	361,03	12,86	261,39	10,34	-107,99	↓	99,64	↓
Cultivos permanentes herbáceos – Caña	401	10,5	259,99	9,26	256,91	10,16	-141,01	↓	3,08	↑
Instalaciones recreativas	0,59	0,02	0,59	0,02	0,59	0,02	0	→	0	→
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0,79	0,02	0,6	0,02	0,6	0,02	-0,19	↓	0	→
Mosaico de cultivos	17,31	0,45	12,76	0,45	13,53	0,53	-4,55	↓	-0,77	↓
Pastos arbolados	221,18	5,81	150,55	5,36	155,46	6,15	-70,63	↓	-4,91	↓
Pastos enmalezados	340,9	8,95	275,57	9,81	236,24	9,34	-65,33	↓	39,33	↑
Pastos limpios	769,48	20,2	624,53	22,24	582,98	23,05	-144,95	↓	41,55	↓
Red vial y territorios asociados	12,72	0,33	7,43	0,26	8,21	0,32	-5,29	↓	-0,78	↓
Ríos	38,61	1,01	32,38	1,15	32,66	1,29	-6,23	↓	-0,28	→
Tejido urbano continuo	6,56	0,17	6,33	0,23	6,56	0,26	-0,23	↓	-0,23	↓
Tejido urbano discontinuo	12,11	0,32	8,55	0,3	8,93	0,35	-3,56	↓	-0,38	↓
Tierras desnudas y degradadas	4,16	0,11	2,5	0,09	2,38	0,09	-1,66	↓	0,12	↑
Vegetación secundaria alta	363,76	9,55	254,06	9,05	240,92	9,53	-109,7	↓	13,14	↑
Vegetación secundaria baja	476,31	12,5	294,93	10,5	274,43	10,85	-181,38	↓	20,5	↑
Zonas arenosas naturales	2,68	0,07	2,06	0,07	2,12	0,08	-0,62	↓	-0,06	↑
Zonas de extracción minera	17,46	0,46	0,39	0,01	1,38	0,05	-17,07	↓	-0,99	↓
Zonas industriales o comerciales	4,01	0,11	0	0	0,62	0,02	-4,01	↓	-0,62	↓
Zonas quemadas	2,1	0,06	2,1	0,07	2,1	0,08	0	→	0	→
Total	3807,6	100	2808,5	100	2529,14	100	-	↓	-	↑

*Tendencia: Ganancia ↑, Pérdida ↓, Se mantiene →

Fuente: Integral S.A., 2025

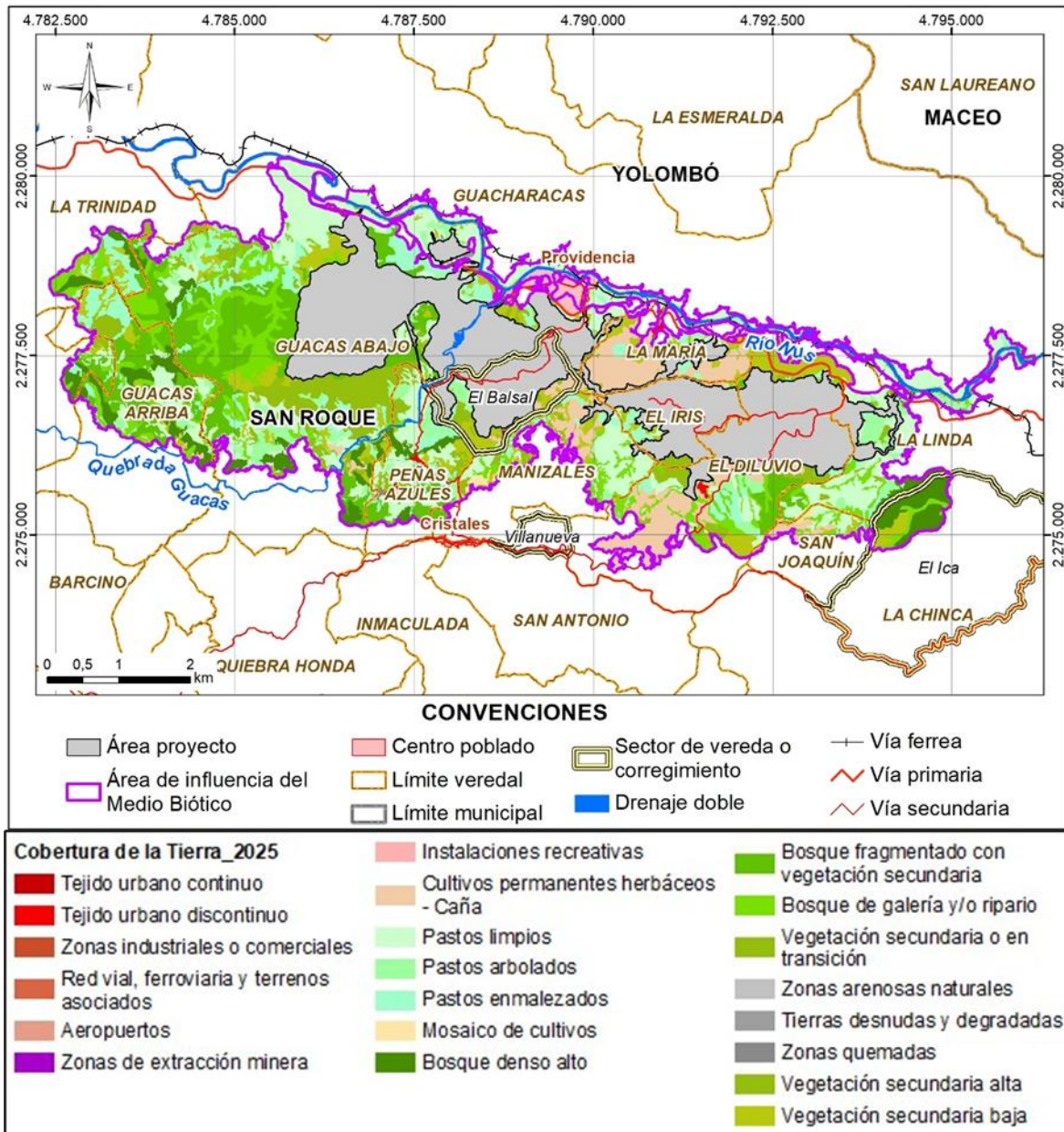


Figura 5.2.2.5 Coberturas de la tierra escenario con proyecto “modificación de licencia”.

Fuente: Integral S.A., 2025

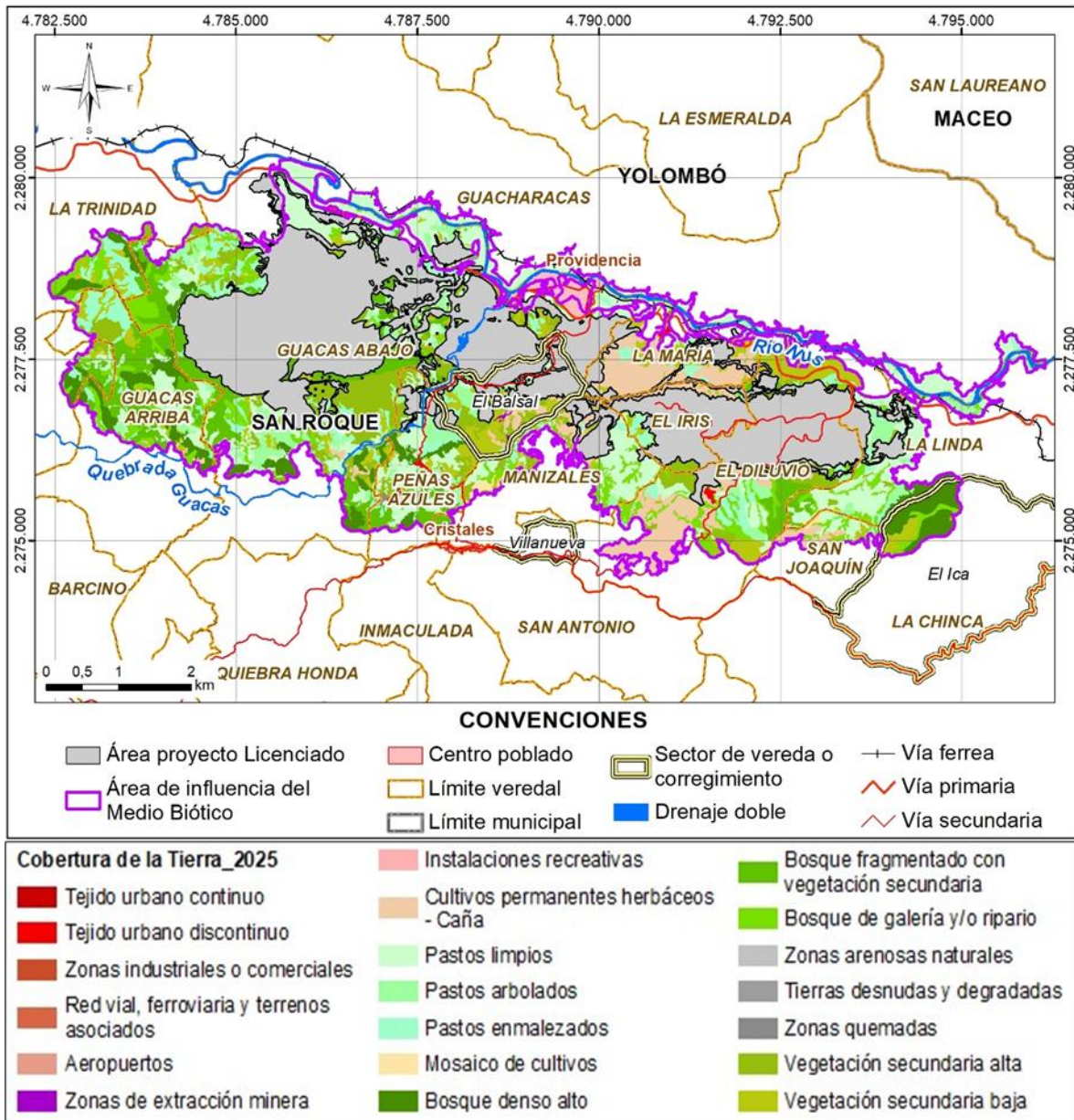


Figura 5.2.2.6 Coberturas de la tierra escenario con proyecto licenciado

Fuente: Integral S.A., 2025

IV. Métricas de clase y parche coberturas

Las coberturas naturales y seminaturales consideradas con relevancia ecológica en el área de influencia biótica corresponden a el bosque de galería y/o ripario, el bosque denso alto, el bosque fragmentado con vegetación secundaria, la vegetación secundaria alta y la vegetación secundaria baja. el análisis de las métricas de paisaje se realiza en dos niveles: (i) la comparación entre el escenario sin proyecto (SP) y el escenario con proyecto para la modificación de licencia (CPM), y (ii) la comparación entre el escenario con proyecto

modificado (CPM) y el escenario con proyecto licenciado (CPL). De acuerdo con la Tabla 5.2.2.9, el análisis entre los escenarios evidencia que la intervención genera modificaciones en la estructura espacial de las coberturas naturales dentro del área analizada.

Comparación SP – CPM

La comparación entre SP y CPM evidencia que la implementación del proyecto genera modificaciones en la estructura espacial de las coberturas naturales, particularmente en aquellas de carácter transicional. Se observa una reducción en el número de parches (NP) en el bosque de galería y/o ripario, la vegetación secundaria alta y la vegetación secundaria baja, lo cual indica una disminución en la subdivisión del paisaje, asociada a la reducción de área y a procesos de reorganización espacial.

Los cambios se concentran principalmente en coberturas de carácter transicional (bosque de galería y/o ripario, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja) donde se registra una disminución en el número de parches (NP), asociada a reducciones en el área total y a procesos de reorganización espacial del mosaico del paisaje. Desde una perspectiva ecológica, esta dinámica refleja tanto la intervención directa del proyecto como la evolución natural de estas coberturas, que responden de manera más rápida a disturbios y procesos sucesionales.

En términos de área total (CA), todas las coberturas presentan reducciones, siendo más marcadas en el bosque de galería y/o ripario (-134,40 ha) y en la vegetación secundaria baja (-181,38 ha), coberturas que cumplen un papel fundamental como corredores ecológicos y zonas de transición. En contraste, el bosque denso alto mantiene su área constante, lo que indica que los núcleos de bosque más maduros y estructuralmente complejos conservan su integridad espacial, reduciendo el riesgo de pérdida de hábitat de alta calidad y manteniendo áreas fuente para procesos ecológicos clave.

Además, el incremento de la distancia promedio al vecino más cercano (NNDist) observado en el bosque de galería y en las coberturas de vegetación secundaria indica una tendencia hacia un mayor espaciamiento entre parches, lo que podría traducirse en cambios graduales en la conectividad del paisaje. Estos efectos se presentan de forma localizada y están influenciados tanto por la implementación del proyecto como por procesos sucesionales naturales y la dinámica histórica del uso del suelo. En este contexto, el análisis SP–CPM indicó que, aunque se generan ajustes en la configuración espacial de coberturas relevantes para la conectividad, se mantiene la integridad de los núcleos de bosque más consolidados, preservando elementos clave para la funcionalidad ecológica del área de influencia biótica.

Comparación CPM – CPL

La comparación entre el escenario con proyecto modificado (CPM) y el escenario con proyecto licenciado (CPL) permite identificar los cambios atribuibles específicamente a la modificación de la licencia ambiental, evidenciando una tendencia general hacia una configuración del paisaje ecológicamente más favorable. En términos estructurales, el escenario CPM presenta menores niveles de fragmentación y una mayor coherencia espacial de las coberturas naturales, lo que se traduce en mejores condiciones potenciales para el mantenimiento de procesos ecológicos a escala de paisaje.

En el bosque de galería y/o ripario, la disminución en el número de parches y el incremento del área total respecto al escenario CPL sugieren una mejora en la continuidad longitudinal

de esta cobertura, fortaleciendo su función como corredor ribereño para el desplazamiento de fauna, el flujo de propágulos y la regulación de procesos hidrológicos. Este patrón resulta ecológicamente relevante, dado el papel estratégico de los bosques riparios en la conectividad entre parches y en la estabilidad de la red ecológica del territorio.

De manera consistente, la vegetación secundaria alta y baja en el escenario CPM presenta un aumento en el tamaño promedio de los parches y una reducción del aislamiento, lo que indica una mayor cohesión espacial de estas coberturas transicionales. Desde una perspectiva ecológica, esta reorganización favorece su rol como áreas de amortiguación y como matrices funcionales que facilitan la conectividad entre núcleos de bosque más consolidado, aun cuando continúen siendo coberturas dinámicas sujetas a procesos sucesionales.

En el caso del bosque fragmentado con vegetación secundaria, el escenario CPM evidencia una reducción en el número de parches y un incremento en su tamaño promedio frente al escenario CPL, reflejando una reorganización espacial con efectos positivos relativos. No obstante, la persistencia de fragmentos pequeños y con geometrías irregulares limita su contribución a la conectividad funcional, manteniéndose como una cobertura sensible a los efectos de borde y a las presiones externas.

Finalmente, el bosque denso alto mantiene métricas prácticamente constantes entre ambos escenarios, lo que confirma que la modificación de la licencia no introduce nuevas afectaciones sobre las coberturas de mayor valor ecológico y mayor grado de madurez estructural. En conjunto, el análisis CPM–CPL indica que la modificación de la licencia contribuye a una mejora relativa en la estructura y funcionalidad ecológica del paisaje, particularmente en coberturas clave para la conectividad, sin comprometer la integridad de los núcleos de bosque más consolidados

Tabla 5.2.2.9 Métricas a nivel de clase y de parche para coberturas naturales y seminaturales escenarios sin proyecto (SP), con proyecto para la modificación de licencia (CPM) y con proyecto licenciado (CPL).

Métricas	Bosque de galería y/o ripario					Bosque denso alto					Bosque fragmentado con vegetación secundaria					Vegetación secundaria alta					Vegetación secundaria baja				
	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-
Número de parches (NP)	207	197	255	↓	↓	23	23	23	→	→	26	34	74	↑	↓	92	80	124	↓	↓	175	161	226	↓	↓
Área total (CA) (ha)	466,22	331,82	260,89	↓	↑	180,29	180,29	180,22	→	→	469,02	361,03	261,39	↓	↑	363,76	254,06	240,92	↓	↑	476,31	294,93	274,43	↓	↑
Tamaño promedio de los parches (MPS) (ha)	2,25	1,68	1,02	↓	↑	7,84	7,84	7,84	→	→	18,04	10,62	3,53	↓	↑	3,95	3,18	1,94	↓	↑	2,72	1,83	1,21	↓	↑
Promedio del índice de forma (SI)	2,59	2,35	2,17	↓	↑	1,93	1,93	1,93	→	→	2,54	2,25	2,16	↓	↑	2,04	1,99	1,87	↓	↑	2,07	1,99	1,91	↓	↑
Promedio del índice de	1,47	1,78	1,87	↑	↓	1,35	1,35	1,35	→	→	1,40	1,50	1,87	↑	↓	1,40	1,52	1,47	↑	↑	1,42	1,51	1,59	↑	↓

Métricas	Bosque de galería y/o ripario					Bosque denso alto					Bosque fragmentado con vegetación secundaria					Vegetación secundaria alta					Vegetación secundaria baja				
	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-
dimensión fractal (Fract)																									
Borde total (TE) (m)	26934 8,28	18859 4,17	17491 9,98	↓	↑	4154 9,32	4154 9,32	4155 5,85	→	↓	9962 9,68	8300 3,07	7713 3,10	↓	↑	11660 6,62	8063 8,29	9166 2,80	↑	↓	19680 7,52	13472 2,10	14269 2,12	↓	↓
Promedio del borde (MPE)	1301,20	957,33	685,96	↓	↑	1806,49	1806,49	1806,78	→	→	3831,91	2441,27	1042,34	↓	↑	1267,46	1007,98	739,22	↓	↑	1124,61	836,78	631,38	↓	↑
Promedio Distancia al vecino más cercano (NNDist)	40,76	47,68	39,96	↑	↑	113,79	113,79	113,79	→	→	254,57	184,10	88,90	↓	↑	118,08	147,14	95,09	↑	↑	58,14	62,38	49,55	↑	↑

*Tendencia: Ganancia ↑, Pérdida ↓, Se mantiene →

Fuente: Integral S.A., 2025

V. Áreas core o nucleares por cobertura

El área núcleo (core) se define como la porción interna de un parche de hábitat que no está influenciada por los efectos de borde ni por coberturas adyacentes, constituyendo un elemento fundamental para la persistencia de especies sensibles a las perturbaciones (Forman & Godron, 1981). Para efectos del análisis, el área núcleo se interpreta como un indicador de zonas con mayor estabilidad ecológica dentro de los parches de cobertura natural. En la Tabla 5.2.2.10 se presentan los resultados correspondientes al número de parches, número de áreas núcleo y área núcleo total para las coberturas naturales analizadas.

Comparación SP – CPM

La comparación entre el escenario sin proyecto (SP) y el escenario con proyecto para la modificación de licencia (CPM) evidencia una reducción general en el área núcleo de la mayoría de las coberturas naturales, particularmente en aquellas de carácter transicional, correspondientes a la vegetación secundaria baja, la vegetación secundaria alta y el bosque fragmentado con vegetación secundaria. Este patrón indica una disminución relativa de las áreas internas de los parches, menos influenciadas por los efectos de borde, y un aumento en la proporción del paisaje expuesta a condiciones más variables y a la interacción con la matriz circundante.

En contraste, las coberturas con mayor grado de consolidación estructural, como el bosque denso alto y el bosque de galería y/o ripario, mantienen una mayor estabilidad en sus métricas de área núcleo. En el bosque de galería se observa una disminución moderada asociada principalmente a ajustes en los bordes de los fragmentos, mientras que el bosque denso alto no presenta variaciones, evidenciando la conservación de las áreas de mayor complejidad estructural y valor ecológico.

La reducción del área núcleo en las coberturas transicionales refleja una reorganización espacial propia de coberturas dinámicas, influenciada tanto por la implementación del proyecto como por procesos sucesionales naturales y la dinámica histórica del uso del suelo. Estas coberturas continúan cumpliendo un papel relevante como matriz ecológica y zonas de amortiguación, aunque con una menor proporción de áreas internas con mayor estabilidad ambiental.

El análisis SP–CPM indica que, si bien no se eliminan núcleos de cobertura ni se afecta el bosque más consolidado, sí se generan ajustes en la configuración ecológica de las coberturas transicionales, con implicaciones potenciales sobre la funcionalidad del paisaje.

Comparación CPM – CPL

La comparación entre el escenario con proyecto modificado (CPM) y el escenario con proyecto licenciado (CPL) permite evaluar los efectos específicos de la modificación de la licencia sobre la disponibilidad de áreas núcleo. En términos generales, el escenario CPM presenta valores superiores de área núcleo total y una menor pérdida de áreas internas de los parches en todas las coberturas analizadas, lo que evidencia una mejora relativa frente al escenario licenciado.

En el bosque de galería y/o ripario, el área núcleo total en el escenario CPM (16,99 ha) es significativamente mayor que en el escenario CPL (9,36 ha), lo que indica que la modificación de la licencia contribuye a conservar una mayor proporción de hábitat interior

en esta cobertura clave para la conectividad ecológica. Este resultado sugiere una reducción de la afectación previamente autorizada sobre los bordes y la estructura interna de los corredores riparios.

En el bosque fragmentado con vegetación secundaria, así como en la vegetación secundaria alta y baja, el escenario CPM presenta mayores áreas núcleo totales respecto al CPL, lo que refleja una menor contracción de los núcleos y una configuración espacial más favorable para la persistencia de condiciones interiores. Si bien estas coberturas continúan siendo sensibles a los efectos de borde, la modificación de la licencia atenúa la pérdida de área interna previamente proyectada.

El bosque denso alto mantiene valores constantes de área núcleo entre ambos escenarios, confirmando que la modificación de la licencia no introduce nuevas presiones sobre las coberturas de mayor madurez ecológica.

El análisis CPM–CPL demuestra que la modificación de la licencia reduce el impacto sobre el hábitat interior y mejora la configuración ecológica del paisaje respecto al escenario licenciado, fortaleciendo la capacidad del territorio para mantener condiciones funcionales de conectividad y soporte de biodiversidad.

Tabla 5.2.2.10 Áreas núcleo (core) para coberturas naturales y seminaturales escenarios sin proyecto (SP), con proyecto para la modificación de licencia (CPM) y con proyecto licenciado (CPL).

Métricas	Bosque de galería y/o ripario					Bosque denso alto					Bosque fragmentado con vegetación secundaria					Vegetación secundaria alta					Vegetación secundaria baja				
	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-CPL	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-CPL	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-CPL	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-CPL	SP	CPM	CPL	*CPM-SP	*CPM-CPL
Número de parches (NP)	207	197	255	↓	↓	23	23	23	→	→	26	34	74	↑	↓	92	80	124	↓	↓	175	161	226	↓	↓
Numero de área núcleo (NCA)	225	215	260	↓	↓	31	31	31	→	→	56	56	88	→	↓	108	88	135	↓	↓	212	173	233	↓	↓
Área núcleo total (TCCA) ha	17,65	16,99	9,36	↓	↑	42,64	42,64	42,64	→	→	133,08	95,13	50,76	↓	↑	74,75	63,47	45,09	↓	↑	44,26	29,10	22,68	↓	↑

*Tendencia: Ganancia ↑, Pérdida ↓, Se mantiene →

Fuente: Integral S.A., 2025

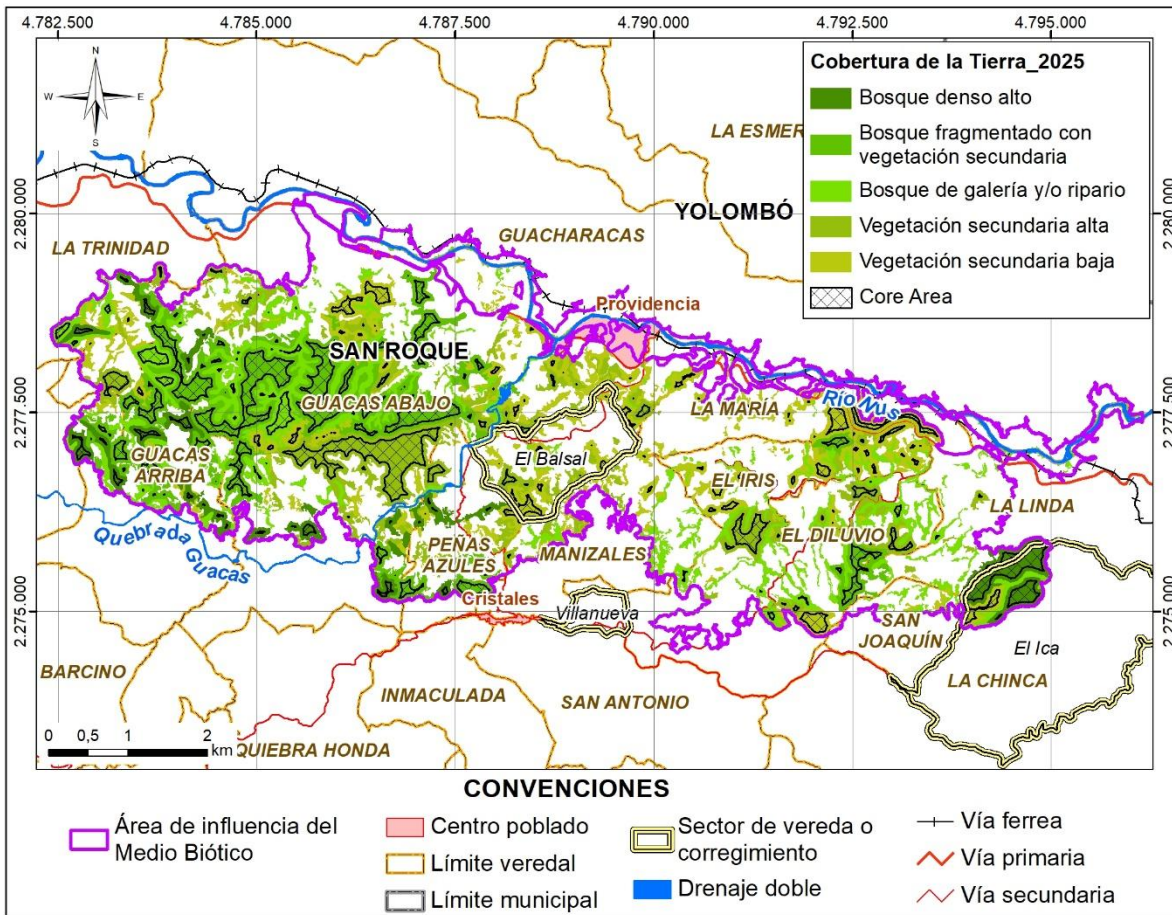


Figura 5.2.2.7 Áreas core de las coberturas naturales para el escenario sin proyecto (SP).

Fuente: Integral S.A., 2025

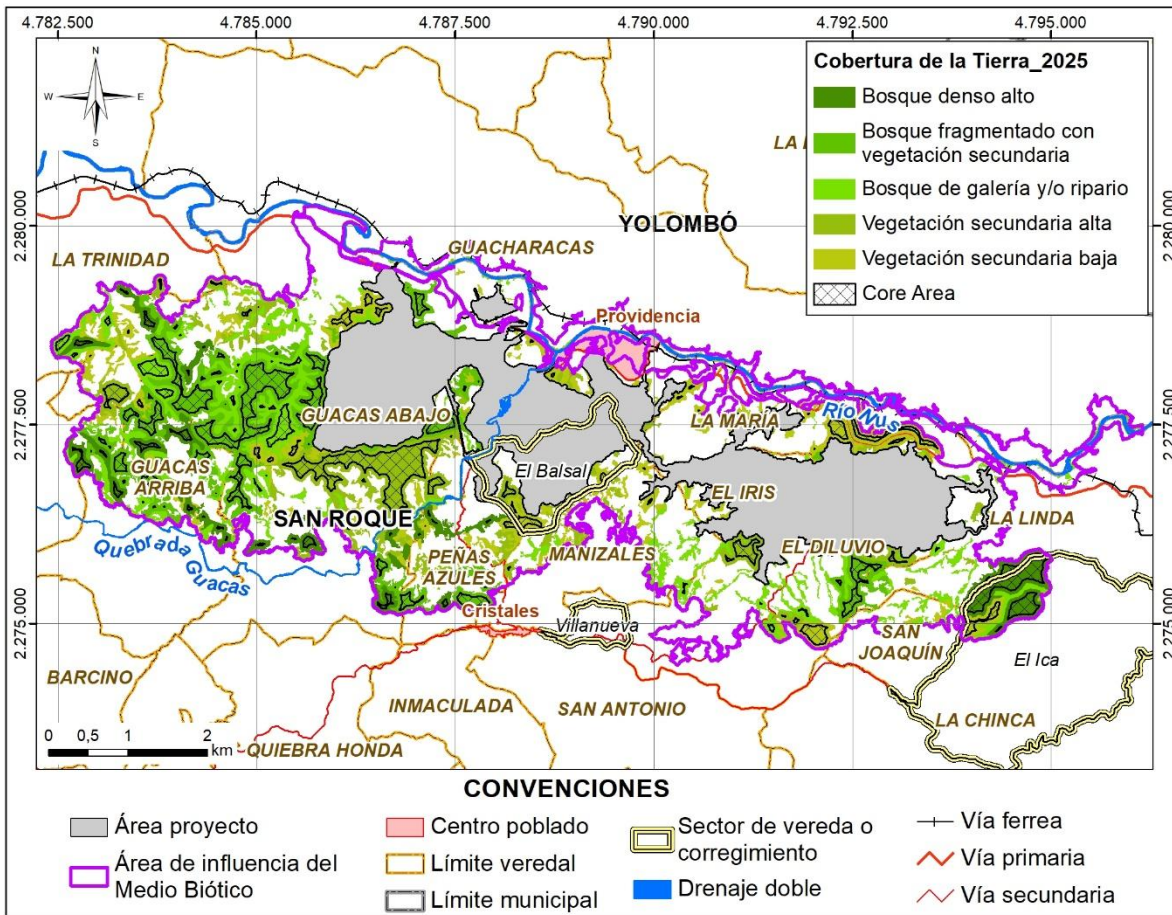


Figura 5.2.2.8 Áreas core de las coberturas naturales para el escenario con proyecto modificado (CPM)

Fuente: Integral S.A., 2025

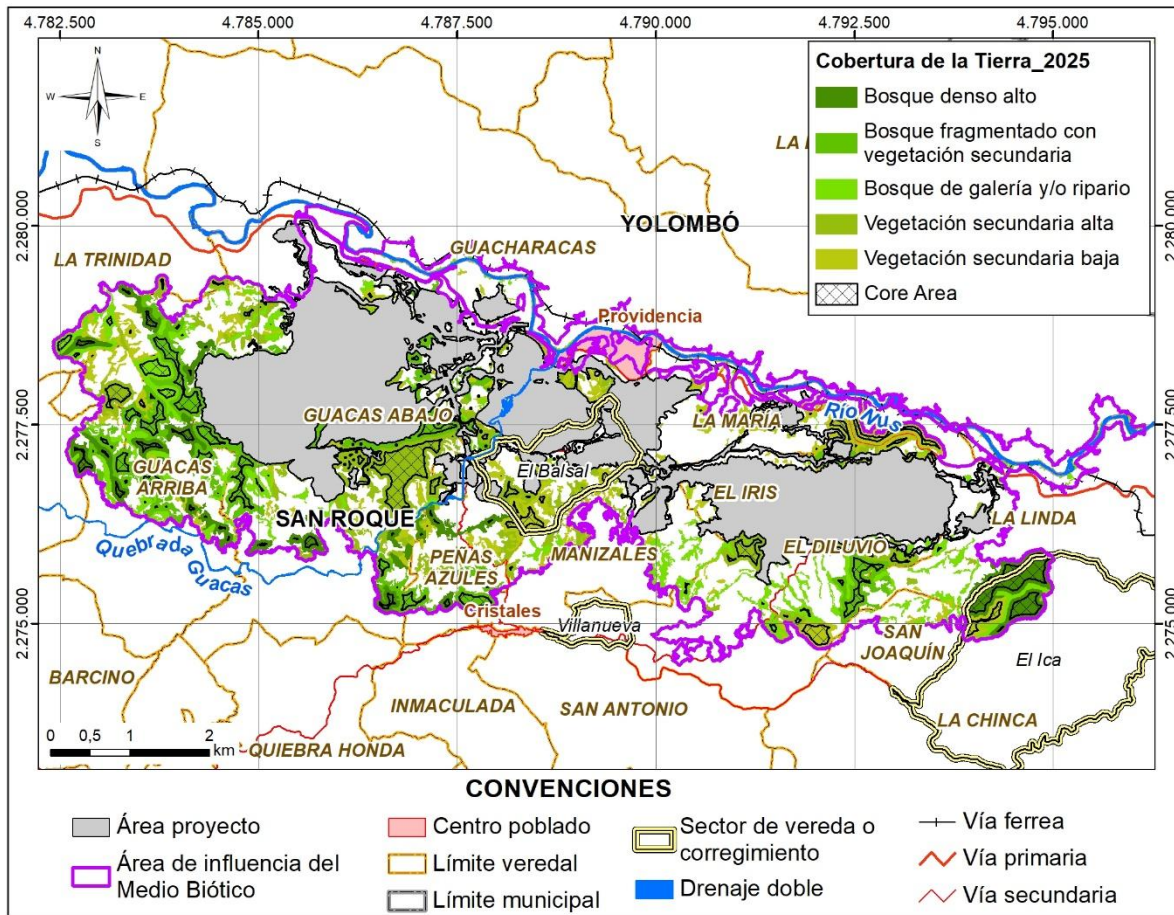


Figura 5.2.2.9 Áreas core de las coberturas naturales para el escenario con proyecto licenciado (CPL)

Fuente: Integral S.A., 2025

VI. Métricas del paisaje

Para analizar los cambios en la configuración del paisaje asociados a la intervención realizada por el proyecto, se calculó el Índice de Diversidad de Shannon, el Índice de Equidad de Shannon y la Dominancia de Simpson (véase la Tabla 5.2.2.11). Estos indicadores permiten evaluar cómo varía la distribución y proporción de las diferentes coberturas en el área de influencia biótica.

El análisis de los índices de diversidad del paisaje muestra un incremento progresivo del Índice de Shannon y de la equidad desde el escenario sin proyecto (SP) hacia el escenario con proyecto licenciado (CPL). No obstante, desde una perspectiva ecológica y funcional, estos resultados no implican necesariamente una mejora del estado del paisaje.

Aunque el escenario CPL presenta los valores más altos de diversidad y la menor dominancia, este comportamiento está asociado a una mayor redistribución y subdivisión de las coberturas, propia de paisajes más intervenidos, y no a la consolidación de coberturas naturales continuas. En este sentido, el aumento de la diversidad composicional

refleja un mayor equilibrio relativo entre clases, pero ocurre en paralelo a una reducción del área núcleo y a un incremento de los efectos de borde y del aislamiento entre parches, evidenciados en los análisis de fragmentación y conectividad.

En contraste, el escenario con proyecto para la modificación de licencia (CPM), si bien presenta valores ligeramente inferiores de diversidad respecto al CPL, conserva una mayor coherencia espacial del paisaje, con menores niveles de fragmentación y una mayor disponibilidad de áreas con condiciones ecológicas más estables. Por lo tanto, desde el punto de vista de la funcionalidad ecológica y de la conectividad del paisaje, el escenario CPM resulta más favorable que el escenario CPL.

Los resultados indican que el escenario CPM representa un equilibrio más adecuado entre la distribución de coberturas y la conservación de la estructura espacial del paisaje, mientras que el escenario CPL, pese a presentar mayores índices de diversidad, corresponde a un estado más intervenido y ecológicamente más fragmentado.

Tabla 5.2.2.11 Índices de diversidad del área de estudio.

Métricas	Temporalidad SP	Temporalidad CPM	Temporalidad CPL
Shannon' Diversity	1,56	1,58	1,60
Shannon' Evenness	0,97	0,98	0,99
Dominance	0,05	0,03	0,01
Proporción por clase bosque de galería y/o ripario %	23,84	23,33	21,42
Proporción por clase Bosque denso alto %	9,22	12,68	14,80
Proporción por clase Bosque fragmentado con vegetación secundaria %	23,98	25,39	21,46
Proporción por clase Vegetación secundaria alta %	18,60	17,86	19,78
Proporción por clase Vegetación secundaria baja %	24,36	20,74	22,53

Fuente: Integral S.A., 2025

c. Conclusiones

- Los resultados mostraron que, si bien el proyecto genera reducciones en el área núcleo y el aumento de parches en varias coberturas naturales, la magnitud de estos cambios es moderada y no representa una transformación severa de la estructura del paisaje. Las pérdidas se concentran en zonas intervenidas y afectan principalmente coberturas en estado sucesional, como la vegetación secundaria alta y baja, que desempeñan funciones relevantes como soporte intermedio entre fragmentos boscosos. No obstante, las coberturas de mayor naturalidad, como el bosque denso alto, mantienen estabilidad en sus métricas de estructura interna, sin evidenciar una disminución de hábitat núcleo ya que es una cobertura que no se verá afectada por la intervención.
- Los índices de diversidad (Shannon, Equidad y Dominancia) mostraron variaciones que reflejan una redistribución proporcional de las coberturas más que un cambio positivo en la composición ecológica. Por tanto, si bien el paisaje resulta ligeramente más

heterogéneo en el escenario con proyecto, esta tendencia no implica una mejora ecológica, ya que proviene de la disminución de coberturas naturales y no de su fortalecimiento.

- El proyecto genera afectaciones específicas y localizadas sobre la estructura ecológica del paisaje, concentrándose en coberturas de vegetación secundaria y bosque fragmentado, mientras que el bosque denso alto conserva su extensión y estructura, sin evidenciar impactos significativos.
- El análisis comparativo de los escenarios sin proyecto (SP), con proyecto para la modificación de licencia (CPM) y con proyecto licenciado (CPL) permite evaluar de manera integral los cambios en la estructura, configuración y funcionalidad ecológica del paisaje en el área de influencia biótica. Los resultados evidencian que las variaciones observadas responden tanto a la intervención asociada al proyecto como a procesos sucesionales naturales y a la dinámica histórica del uso del suelo, particularmente en coberturas de carácter transicional.
- El Bosque de galería y/o ripario con respecto al análisis comparativo, evidencia una disminución en el número de parches (NP) y número de área núcleo (NCA) para la modificación de licencia (CPM) con respecto al escenario sin proyecto (SP) (207 parches SP a 197 parches CPM), sin embargo, en contraste con el proyecto licenciado (CPL) esta disminución es mucho más baja en contraste para el escenario CPM (197 parches CPM vs 255 parches CPL), lo que es favorable ya que la presente modificación reduce la afectación de estos parches y el área core asociada.
- El bosque denso alto se mantiene estable en todos los escenarios evaluados, sin variaciones significativas en las métricas de área, fragmentación, forma ni área núcleo. Este comportamiento confirma que las coberturas de mayor grado de consolidación estructural y valor ecológico no son objeto de afectación por el proyecto ni por la modificación de la licencia, garantizando la preservación de los núcleos de hábitat más relevantes del área de influencia.
- El Bosque fragmentado con vegetación secundaria en el análisis comparativo se evidencia un aumento en el número de parches (NP) para la modificación de licencia (CPM) (34) respecto al escenario sin proyecto (SP) (26), lo cual se debe claramente a la fragmentación (división) de estos parches. Sin embargo, en contraste con el proyecto licenciado (CPL) (74), esta fragmentación es mucho menor en el escenario CPM, lo que resulta favorable, ya que la presente modificación reduce la afectación de estos parches y del área núcleo asociada.
- La Vegetación secundaria alta, el análisis comparativo muestra un aumento en el número de parches (NP) para la modificación de licencia (CPM) (80) respecto al escenario sin proyecto (SP) (92), debido a la fragmentación de estos parches. No obstante, en comparación con el proyecto licenciado (CPL), la fragmentación es significativamente menor en el escenario CPM (34 parches en CPM frente a 74 en CPL), lo que es positivo, pues la modificación actual disminuye la afectación de estos parches y del área núcleo asociada.
- La Vegetación secundaria baja el análisis comparativo evidencia una disminución en el número de parches (NP) para la modificación de licencia (CPM) (161) respecto al escenario sin proyecto (SP) (175). Además, en contraste con el proyecto licenciado (CPL), esta disminución es mucho mayor en el escenario CPM (161 parches en CPM frente a 226 en CPL), lo que resulta favorable, ya que la presente modificación reduce la afectación de estos parches. La comparación entre el escenario CPM y el escenario

CPL permite identificar que la modificación de la licencia ambiental propuesta introduce una configuración del paisaje ecológicamente más favorable. En el escenario CPM se observan, en general, menores niveles de fragmentación, mayor tamaño promedio de parches, menor aislamiento entre fragmentos y una mayor disponibilidad de áreas con condiciones ecológicas más estables, especialmente en coberturas transicionales y de soporte para la conectividad.

- La métrica Promedio de Distancia al Vecino más Cercano (NNDist) muestra un incremento en las distancias entre parches en el escenario CPM respecto al escenario CPL, para los parches de bosque de galería y/o ripario, bosque fragmentado con vegetación secundaria, vegetación secundaria alta y vegetación secundaria baja. Sin embargo, este comportamiento puede deberse a cambios en la configuración del paisaje del escenario CPL en comparación con el CPM, cambios que obedecen a incrementos y disminuciones en el tamaño de las coberturas naturales y seminaturales dentro del paisaje.
- En cuanto a las áreas núcleo totales (TCCA), el escenario con proyecto para la modificación de licencia (CPM) muestra un incremento respecto al escenario CPL, lo cual es coherente con la disminución en el número de áreas núcleo afectadas en el escenario CPM frente al CPL. Esto resulta favorable, ya que la modificación reduce la afectación de las áreas internas de los parches de hábitat, fundamentales para la persistencia de la fauna y flora especialista.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso-F., A. M., Finegan, B., Brenes, C., Günter, S., & Palomeque, X. (2017). Evaluación de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus-Yacuambi, Ecuador. *Caldasia* 39(1), 140-156.

ANLA. (2016). Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA Proyectos de Explotación Minera. *Anexo Resolución 2206 de 2016*. Bogotá D. C., Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-2206-de-2016-anexo.pdf>

Bennett, A. F. (2004). *Enlazando el paisaje*. San José, Costa Rica: The World Conservation Union.

Chaves, M., & Arango, N. (2008). *Area prioritarias para la conservacion de la biodiversidad en Colombia: actualizacion 2007*. Bogotá: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat transformation on Biodiversity. *Annual Review of ecology, evolution and systematics* (34), 487-515.

Forman, R. (1995). Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. *Cambridge University Press*.

Forman, R., & Godron, M. (1981). Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience*, 733-740.

IDEAM. (2010). *Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia*. Bogotá.

MADS. (2018). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MGEPEA)*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad: M&T Manuales y Tesis SEA* (Vol. Vol. 1). Sociedad Entomológica Aragonesa.

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 10 (2), 58-62.

Saunders, D. H. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5:18-32. *Conservation Biology* 5, 18-32.