



Autoridad Nacional  
de Licencias Ambientales

# Reporte de Análisis Regional *Alto Magdalena Sur*

---

**ABRIL**  
2024



Rodrigo Elías Negrete Montes  
**Director General**

Luis Enrique Orduz Valencia  
**Subdirector Instrumentos Permisos  
y Trámites Ambientales**

Camilo Andrés Bernal Forero  
**Coordinador Grupo de  
Regionalización  
y Centro de Monitoreo**

Oscar Varila  
**Líder de Análisis Regional**

Juan Sebastián Ramírez Garzón  
**Caracterización general del  
área de estudio**

Yeimi Lorena Amazo Ramírez  
**Medio Socioeconómico**

Zulma Lizeth Valenzuela Bustacara  
**Componente Hídrico Superficial**

Juan Sebastián Ramírez Garzón  
**Componente Hidrogeológico**

Alexander Berbeo López  
**Componente Atmosférico**

Héctor Felipe Ramírez Rodríguez  
Luis Adolfo Bernal De La Torre  
**Medio Biótico**

Guillermo Villamil Mora  
**Evaluación Económica  
Ambiental**

Sebastián Cortes Matorga  
**Jerarquización de Impactos  
Ambientales**

Laura Valentina Huertas Amaya  
**Cambio Climático**

Nelson Felipe Moreno Cardona  
Wilfredo Marimon Bolivar  
**Componente Hídrico Superficial**

Luisa Fernanda Valencia Casas  
**Componente Hídrico Subterráneo**

Jaime Andrés Fajardo Rodriguez  
**Componente atmosférico**

Marco Alejandro Tellez Salas  
**Componente ruido**

Alejandra Neira  
**Medio Biótico**  
**Centro de Monitoreo de los  
Recursos Naturales**

Gloria Moscote  
**Componente Hídrico Superficial**

Leonardo Malagón  
**Medio Biótico**

Yady Melissa Triana Parra  
**Componente Hidrogeológico**

Juan Pablo Ayala  
**Componente Atmosférico**

Angélica María Becerra Paipa  
**Profesionales Cambio Climático**

Jairo Alberto Ruiz López  
**Líder de Implementación Regional**

Jorge Alberto Sanabria  
**Líder del Centro de Monitoreo  
Líderes Temáticos (Revisión)**

**Diseño de plantilla**  
**Grupo de Comunicaciones**

*Juan Carlos Sierra*  
**Represa de Betania**  
**Fotografía portada**



## Tabla de contenido

<b>I. INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>6</b>
A. CRITERIO DE DEFINICIÓN .....	6
<b>II. UNIDADES TERRITORIALES .....</b>	<b>7</b>
<b>III. ESTADO DE LICENCIAMIENTO .....</b>	<b>9</b>
<b>IV. PROSPECTIVA SECTORIAL .....</b>	<b>11</b>
<b>V. SENSIBILIDAD AMBIENTAL .....</b>	<b>12</b>
A. OBSERVACIONES POR COMPONENTE .....	14
B. SENSIBILIDAD AMBIENTAL FINAL.....	16
<b>VI. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS .....</b>	<b>17</b>
<b>VII. INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>VIII. DEMANDA DE RECURSOS NATURALES - PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES .....</b>	<b>22</b>
A. CANTIDAD DE PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO – ANLA Y AUTORIDADES AMBIENTALES REGIONALES .....	22
B. ANEXO PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO .....	26
<b>IX. CARACTERIZACIÓN REGIONAL MEDIO SOCIOECONÓMICO .....</b>	<b>27</b>
A. POBLACIÓN .....	27
B. ECONOMÍA LOCAL .....	27
C. CULTURA Y TRADICIONES .....	29
D. IDENTIFICACIÓN DE ACTORES ESTRATÉGICOS DEL TERRITORIO (REGIONALES, LOCALES Y ÉTNICOS) .....	29
E. ELEMENTOS AMBIENTALES DE INTERÉS Y ASPECTOS DE CONFLICTIVIDAD EN EL TERRITORIO .....	32
F. PERCEPCIÓN CIUDADANA DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL .....	38
G. SENTENCIAS PROFERIDAS POR LA CORTE CONSTITUCIONAL EN JURISDICCIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS/MUNICIPIOS DEL ÁREA REGIONALIZADA .....	43
H. PROCESOS JURÍDICOS Y SANCIONATORIOS AMBIENTALES ASOCIADOS A POA DE COMPETENCIA DE LA ENTIDAD .....	43
<b>X. PAISAJE Y VALORACIÓN ECONÓMICA.....</b>	<b>45</b>
A. PAISAJE .....	45
B. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL- CUENCA VISUAL DEL PAISAJE .....	45
<b>XI. CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL.....</b>	<b>49</b>



A.	CONDICIÓN REGIONAL.....	49
B.	CONDICIÓN REGIONAL - CALIDAD DE AGUA .....	53
C.	MODELACIÓN HÍDRICA SUPERFICIAL - CANTIDAD DE AGUA.....	69
<b>XII.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO.....</b>	<b>81</b>
A.	CONDICIÓN REGIONAL DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO .....	85
B.	ANÁLISIS DE TENDENCIA HIDROGEOLÓGICA .....	88
C.	MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA .....	100
<b>XIII.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO .....</b>	<b>107</b>
A.	CALIDAD DEL AIRE .....	107
B.	RUIDO AMBIENTAL .....	119
<b>XIV.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO .....</b>	<b>124</b>
A.	COBERTURAS DE LA TIERRA .....	124
B.	ÁREAS PROTEGIDAS.....	126
C.	OTRAS ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA.....	127
D.	FAUNA .....	128
E.	FLORA.....	130
F.	HIDROBIOTA .....	132
G.	COMPENSACIONES E INVERSIÓN FORZOSA DE NO MENOS DEL 1%.....	144
H.	MODELACIÓN BIÓTICA.....	149
I.	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN BIÓTICA .....	151
<b>XV.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>161</b>
A.	ANÁLISIS INFORMACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO .....	161
B.	ESCENARIOS DE CAMBIO DE TEMPERATURA (Tº) .....	162
C.	ESCENARIOS DE CAMBIO PORCENTUAL EN LA PRECIPITACIÓN .....	163
D.	AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	165
E.	EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS E HIDRO CLIMATOLÓGICOS.....	169
F.	INVENTARIO DE GASES EFECTO INVERNADERO .....	170
G.	MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN.....	171
<b>XVI.</b>	<b>ANÁLISIS INTEGRAL DE IMPACTOS ACUMULATIVOS.....</b>	<b>172</b>
A.	IMPACTOS PRESENTES.....	172
B.	IMPACTOS FUTUROS.....	174
C.	METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO AMBIENTAL DE VALOR (VEC) Y DEFINICIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS .....	179



<b>XVII.</b>	<b>CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES PARA LA GESTIÓN .....</b>	<b>193</b>
A.	CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES DIRIGIDOS A SELA .....	193
B.	CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES DIRIGIDOS A SSLA .....	196
C.	RECOMENDACIONES DE CARÁCTER REGIONAL PARA EXTERNOS .....	201
<b>XVIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>204</b>



El Reporte de Análisis Regional Alto Magdalena Sur es un documento que sintetiza los aspectos más relevantes sobre el estado de los recursos naturales por componentes y la sensibilidad de estos frente a la ejecución de los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental de la región. Este reporte tiene como objetivo ofrecer al lector una aproximación frente a las dinámicas socioambientales territoriales, con el fin de apoyar oportunamente, desde el enfoque regional, la toma de decisiones en los procesos de evaluación y seguimiento ambiental de los proyectos competencia de la ANLA y la gestión ambiental por entidades públicas en el marco de sus competencias. Vale la pena mencionar que el presente reporte corresponde a una actualización parcial del área, con corte a marzo del año 2024, puesto que en el año 2018 se elaboró el Reporte SZH Cuenca alta del río Magdalena, el cual contemplaba un área más extensa hacia la zona norte, ocupando así la completitud de la cuenca de interés.

Los ejercicios enmarcados en el presente documento se realizan a partir de la revisión y depuración de información proveniente de la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA, el Sistema de Información de Licencias Ambientales (SILA), y la información suministrada por las Autoridades Regionales, en este caso la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, grupos e institutos de investigación, entre otras entidades. Finalmente, es posible determinar las condiciones de los impactos acumulativos identificados en el área de estudio a través de la delimitación de uno o varios VEC (Elemento Ambiental de Valor, establecidos por sus siglas en inglés) y generar recomendaciones para el análisis, manejo y seguimiento regional de los impactos de carácter acumulativo identificados en los medios biótico, abiótico y socioeconómico.

## I. INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio del presente Reporte de Análisis Regional se ubica al sur del departamento del Huila, principalmente, en los límites con los departamentos del Cauca, Caquetá y Tolima, lo que abarca las subzonas hidrográficas del sector sur de la Cuenca Alta del Río Magdalena. La extensión y altitud del área del reporte, junto con las áreas regionalizadas superpuestas se presenta a continuación:

**Tabla 1.** Información general del área de estudio de Alto Magdalena Sur

NOMBRE DEL ÁREA	ALTITUD MAX (m s.n.m)	ALTITUD MIN (m s.n.m)	ÁREA (Ha)	REGIONALIZADO
Alto Magdalena Sur	5300	400	1'583.605,56	SZH Cuenca alta del río Magdalena <a href="https://www.anla.gov.co/documentos/biblioteca/repaler_amen-redu.pdf">https://www.anla.gov.co/documentos/biblioteca/repaler_amen-redu.pdf</a>

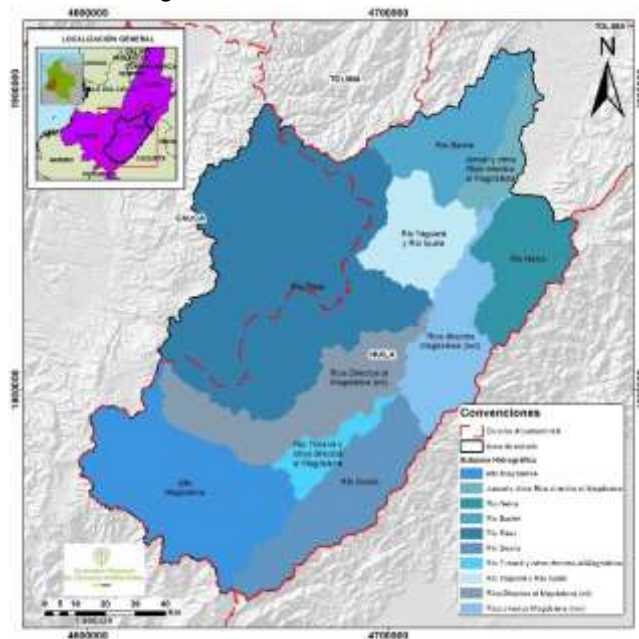
### A. CRITERIO DE DEFINICIÓN

El área de estudio del Reporte de Análisis Regional Alto Magdalena Sur parte del polígono definido para el reporte original ya mencionado; tomando tal área como referencia y en aras de hacer un análisis en el que se disminuya la cantidad de expedientes a analizar, y además se le dé relevancia a los proyectos hidroeléctricos de Quimbo y Betania, que corresponden a los expedientes LAM4090 y LAM2142 respectivamente, se realiza una división del polígono basado en las subzonas hidrográficas.

A nivel político-administrativo, la zona definida para el presente Reporte de Análisis Regional abarca cuatro (4) departamentos y cuarenta y cuatro (44) municipios. El departamento del Huila abarca la mayor parte del área de estudio, con un porcentaje estimado del 80,2%. Además, confluyen diez (10) Subzonas Hidrográficas en el área de estudio: Río Páez (2105), Río Yaguará y Río Iquira (2108), Ríos directos Magdalena (md) (2106), Río Neiva (2110), Ríos Directos al Magdalena (mi) (2104), Río Baché (2112), Juncal y otros Ríos directos al Magdalena (2109), Río Timaná y otros directos al Magdalena (2102), Río Suaza (2103), y Alto Magdalena (2101); todas estas hacen parte del Área Hidrográfica Magdalena Cuaca y de la Zona Hidrográfica Alto Magdalena (ver Figura 1). Finalmente, es importante mencionar que el área de estudio se superpone con las zonas de jurisdicción de

cuatro (4) Corporaciones Autónomas Regionales (CAM, CRC, CORTOLIMA y CORPOAMAZONIA) y un área en litigio.

**Figura 1.** Localización del área de estudio



Fuente: ANLA, 2024

**Tabla 2.** Autoridades regionales en el área de estudio

SIGLAS	AUTORIDAD REGIONAL	% ÁREA
CAM	Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena	80,29
CRC	Corporación Autónoma Regional Del Cauca	17,46
AREA EN LITIGIO	No Aplica	2,15
CORTOLIMA	Corporación Autónoma Regional Del Tolima	0,06
CORPOAMAZONIA	Corporación Para El Desarrollo Sostenible Del Sur De La Amazonia	0,03

## II. UNIDADES TERRITORIALES

Tal como se presenta en la **Figura 2**, el área de estudio se encuentra en jurisdicción de cuarenta y cuatro (44) municipios y cuatro departamentos, de los cuales los de mayor porcentaje de cobertura corresponden a Páez (11,31), San Agustín (8,74%), Inzá (5,45%), Palermo (5,17%) y La Plata (5,14%).



Tabla 3. Distribución unidades territoriales

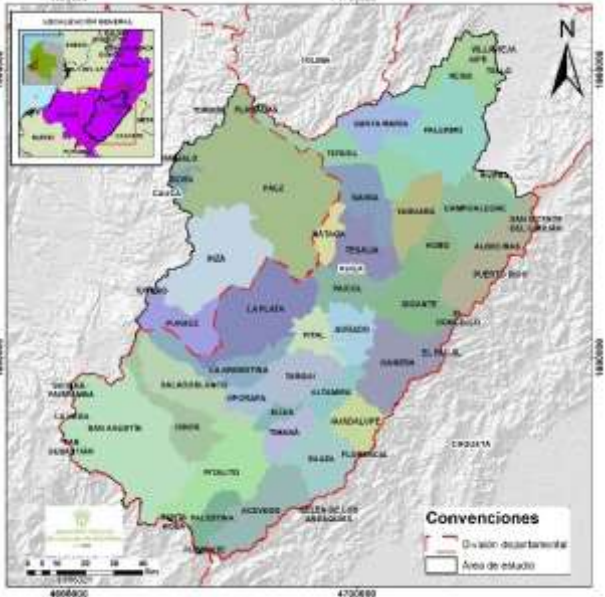
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ÁREA (%)	DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES TERRITORIALES
Caquetá	FLORENCIA	0,01	
	PUERTO RICO	0,01	
	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	0,01	
Cauca	INZÁ	5,45	
	JAMBALÓ	0,23	
	PURACÉ	2,17	
	PÁEZ	11,31	
	SANTA ROSA	0,01	
	SILVIA	0,41	
	TOTORÓ	0,01	
Huila	ACEVEDO	3,39	
	AGRADO	1,73	
	AIPE	1,18	
	ALGECIRAS	3,71	
	ALTAMIRA	1,14	
	CAMPOALEGRE	2,92	
	ELÍAS	0,51	
	GARZÓN	3,82	
	GIGANTE	3,18	
	GUADALUPE	1,57	
	HOBO	1,23	
	ISNOS	2,34	
	LA ARGENTINA	2,25	
	LA PLATA	5,14	
	NEIVA	1,22	
	NÁTAGA	0,83	
	OPORAPA	0,98	
	PAICOL	1,76	
	PALERMO	5,17	
	PALESTINA	1,12	
	PITAL	1,22	
	PITALITO	3,98	
	RIVERA	0,3	
	SALADOBLANCO	2,95	
	SAN AGUSTÍN	8,74	
	SANTA MARÍA	2,09	
	SUAZA	2,71	
	TARQUI	2,29	
	TERUEL	2,98	
	TESALIA	2,32	
	TIMANÁ	1,17	
	YAGUARÁ	2,1	
	ÍQUIRA	2,25	
Tolima	PLANADAS	0,06	

Figura 2. División municipal en el área de estudio

Fuente: ANLA, 2024





### III. ESTADO DE LICENCIAMIENTO

#### DISTRIBUCIÓN DE LOS PROYECTOS EN ESTADO DE LICENCIAMIENTO

En el área de estudio se reconoce un total de treinta y siete (37) proyectos licenciados por la ANLA en estado de seguimiento ambiental, de los cuales la mayoría se asocian al sector de hidrocarburos. La distribución espacial y la relación de los proyectos identificados en el área de análisis se presentan, de forma respectiva, en la **Figura 3** y en la **Tabla 4**.

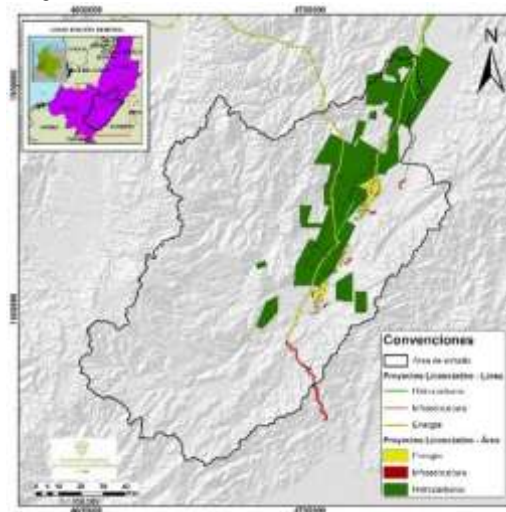
**Tabla 4.** Número de proyectos en el área de estudio.

Sector	Tipo de Proyecto	Nº de Proyectos	
Energía	Hidroeléctricas	2	6
	Líneas de Transmisión	4	
Hidrocarburos	Exploración	11	24
	Explotación	10	
	Transporte y Conducción	3	
Infraestructura	Carreteras	6	7
	Segundas Calzadas	1	
TOTAL		37	

*Fuente: ANLA, 2024.*

#### FRECUENCIA DE PROYECTOS POR SUB-SECTOR

**Figura 3.** Estado de licenciamiento en el área de estudio



**Fuente:** ANLA, 2024.

**Tabla 5.** Estado de licenciamiento en el área de estudio.

SECTOR	TIPO DE PROYECTO	EXPEDIENTE	ESTADO	PROYECTO
Energía	Líneas de Transmisión	LAM3323	Operación	Línea de Transmisión A 230 Kv Circuito Doble Betania Altamira Mocoa Pasto (S/E Jamondino) Frontera y Obras Complementarias/UPME 01 2005
	Hidroeléctricas	LAM2142	Operación	Central Hidroeléctrica De Betania
	Hidroeléctricas	LAM4090	Operación	Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo
	Líneas de Transmisión	LAM0304	Operación	Línea de Interconexión Eléctrica Betania-Mirolindo
	Líneas de Transmisión	LAV0018-13	Operación	Subestación Tesalia 230 Kv y Líneas de Transmisión Tesalia – Altamira 230 Kv Reconfiguración de La Línea De Trans-230 Kv Betania – Jamondino Ampliación de la Subestación Altamira 230 Kv
	Líneas de Transmisión	LAV0081-14	Construcción	Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto: Línea De Transmisión Tesalia-Alfárez 230 Kv y sus módulos de conexión asociados obras que hacen parte de la convocatoria UPME 05 – 2009
Hidrocarburos	Explotación	LAM0989	Operación	Desarrollo Del Campo Yaguará
	Explotación	LAM3028	Operación	Campo La Hocha
	Transporte y Conducción	LAM0069	Operación	Operación Y Mantenimiento Del Gasoducto Centro Oriente
	Transporte y Conducción	LAM0022	Operación	Oleoducto Del Valle Del Magdalena Tenay Vasconia Coveñas
	Transporte y Conducción	LAM0170	Operación	Poliducto Gualanday Natagaima (Cruce Río Saldaña)
	Explotación	LAM0215	Operación	Asociación Palermo Campo San Francisco y Balcón
	Exploración	LAM0523	Preconstrucción	Bloque Exploratorio Bambuco

SECTOR	TIPO DE PROYECTO	EXPEDIENTE	ESTADO	PROYECTO
	Explotación	LAM1569	Operación	Establecimiento de PMA Bloque Exploratorio Matambo
	Exploración	LAM1970	Desmantelamiento y/o abandono	Área De Interés de Perforación Exploratoria Las Moyas
	Exploración	LAM2245	Operación	Bloque San Jacinto
	Explotación	LAM2307	Operación	Área De Producción Huila Norte (O De Neiva)
	Explotación	LAM2761	Desmantelamiento y/o abandono	Licencia Ambiental para El Bloque Guayabillas Y PMA para La Perforación de 11 pozos en El Pital Departamento del Huila
	Exploración	LAM2945	Desmantelamiento y/o abandono	Área de Perforación Exploratoria Laureles
	Hidrocarburos	LAM3703	Operación	Área de Interés para la Perforación Exploratoria Guanábana
	Explotación	LAM3733	Operación	Construcción y Operación de La Línea de Conducción La Hocha - Los Mangos
	Exploración	LAM3779	Desmantelamiento y/o abandono	Área de Perforación Exploratoria Arrayan
	Explotación	LAM4229	Operación	Área de Producción Cañada Norte
	Exploración	LAM4419	Desmantelamiento y/o abandono	Área de Perforación Exploratoria Anchala
	Exploración	LAM4919	Operación	Área de Perforación Exploratoria Vsm-32
	Explotación	LAM5474	Operación	Campo de Producción Arrayán
	Exploración	LAM5868	Desmantelamiento y/o abandono	Área De Perforación Exploratoria Goliat
	Explotación	LAM8821-00	Operación	Cesión Parcial de Los Derechos y Obligaciones Establecidas en la Resolución 944 del 09 de noviembre de 1999, por medio de la cual se otorgó Licencia Ambiental para el Proyecto "CAMPO DE PRODUCCIÓN YAGUARÁ" y su modificación otorgada mediante Resolución 1907 del 29 de Octubre de 2021, referidas al OLEODUCTO YAGUARÁ – TENAY
Infraestructura	Exploración	LAV0027-14	Operación	Área de Perforación Exploratoria Vsm-22
	Hidrocarburos	LAV0063-00-2022	Preconstrucción	Área de Perforación Exploratoria Arbolito Norte
	Carreteras	LAM1105	Desmantelamiento y/o abandono	Carretera Florencia - Altamira Sector Juntas - Depresión El Vergel.
	Carreteras	LAM1376	Desmantelamiento y/o abandono	Rehabilitación de la Carretera Pte San Miguel - Buenos Aires y Villagarzón - Mocoa.
	Carreteras	LAV0006-00-2017	Operación	Construcción de la Variante Hobo
	Carreteras	LAV0007-00-2017	Construcción	Construcción de la Variante Campoalegre
	Carreteras	LAV0009-00-2017	Construcción	Construcción de la variante Gigante
	Carreteras	LAV0080-00-2017	Construcción	Estudio de Impacto Ambiental para la "Construcción de la vía Nueva Betania Sur" en el municipio de Gigante Departamento del Huila. Licencia Ambiental.
	Segundas Calzadas	LAV0081-00-2017	Construcción	Construcción de la segunda calzada en los municipios de Rivera Neiva y Campoalegre departamento del Huila

## IV. PROSPECTIVA SECTORIAL

La revisión cartográfica del mapa de tierras de la Agencia Nacional de Minería (ANM) indica que en el área de estudio hay un total de 184 polígonos relacionados con títulos mineros activos, tal como se evidencia en el visor cartográfico de dicha entidad.

<https://annamineria.anm.gov.co/Html5Viewer/index.html?viewer=SIGMExt&locale=es-CO&appAcronym=sigm>

Por su parte, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) cuenta con un (1) bloque prospectivo disponible de hidrocarburos, tal como se presenta en su visor cartográfico.

<https://geovisor.anh.gov.co/tierras/>

Además, la Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME cuenta con dos (2) áreas disponibles, como se muestra en su geo portal.

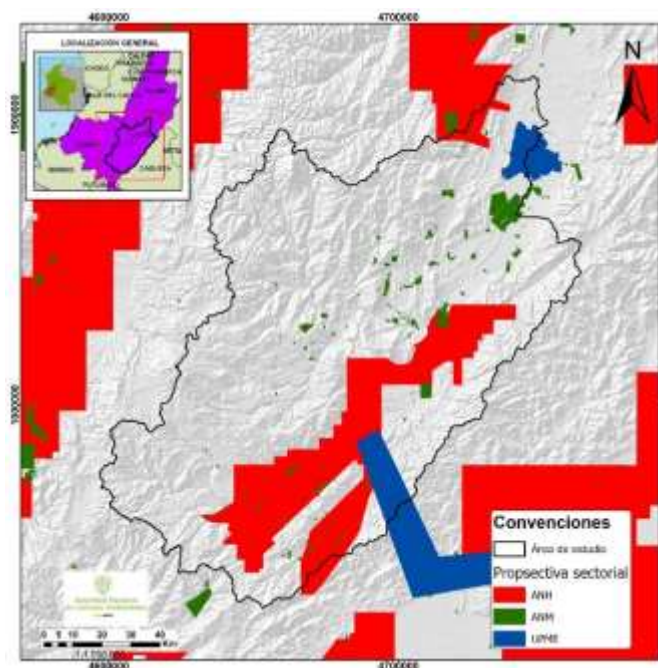
<https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=642653d7a2c149b89a4a073da1f1c65c>

Tabla 6. Cantidad de proyectos prospectivos por sector

AGENCIA	CANTIDAD DE ÁREAS CON PROSPECTIVA
ANH	1 polígono
ANM	184 polígonos
UPME	2 polígonos

El documento detallado con relación a la prospectiva sectorial se puede consultar a través del siguiente enlace: [Anexo Prospectiva Sectorial AltoMagdalenaSur.pdf](#). Además, en la Figura 4 se presenta la distribución espacial de los polígonos.

Figura 4. Prospectiva sectorial en el área de estudio



Fuente: ANLA, 2024

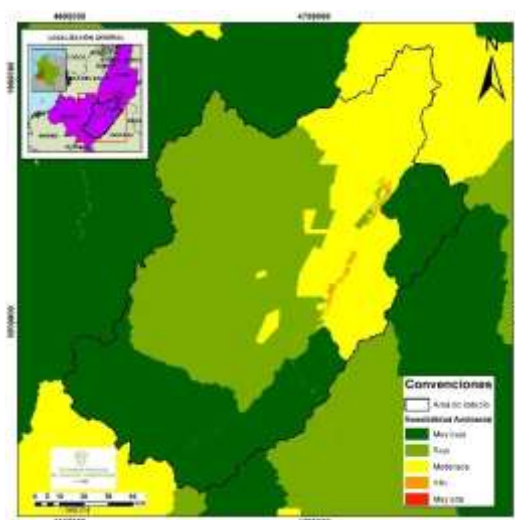
## V. SENSIBILIDAD AMBIENTAL

A continuación, y partir de la actualización del ejercicio de sensibilidad ambiental desarrollado por el grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la ANLA en el 2023, se presentan los resultados obtenidos con la ponderación entre la confluencia espacial de los proyectos licenciados por esta Autoridad Nacional, que involucra sus impactos potenciales asociados, y las condiciones de vulnerabilidad y criticidad de los medios y/o componentes ambientales que se logran reconocer en el polígono acotado por el área de estudio. Dicho ejercicio de análisis espacial está basado en información secundaria oficial a escala 1:100.000, disponible para su visualización y descarga en el sitio WEB de la ANLA -AGIL <https://sig.anla.gov.co/>.

En el siguiente enlace: <https://www.anla.gov.co/images/entidad/sipta/2024-02-19-anla-MemoriaExplicativa-2023.pdf> podrá acceder, mediante descarga, a la memoria explicativa que expone, detenidamente, el proceso metodológico empleado para determinar el grado de la sensibilidad ambiental de los medios y/o componentes evaluados.

### SENSIBILIDAD DEL LICENCIAMIENTO

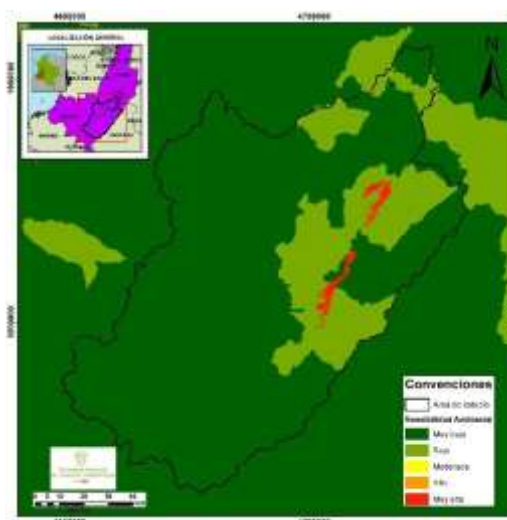
Figura 5. Sensibilidad del licenciamiento



Fuente: ANLA, 2023

### SENSIBILIDAD DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Figura 6. Sensibilidad del medio socioeconómico



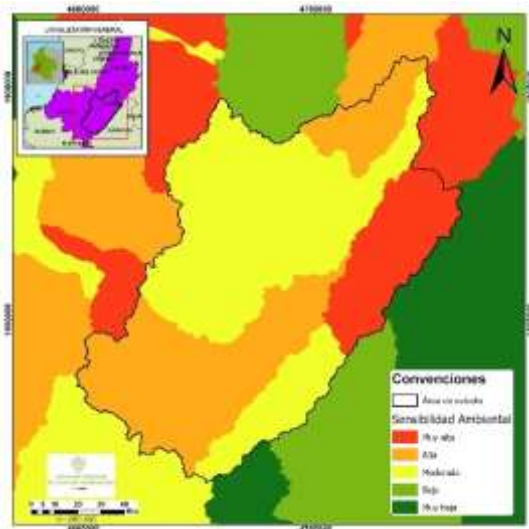
Fuente: ANLA, 2023





**SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL - CALIDAD**

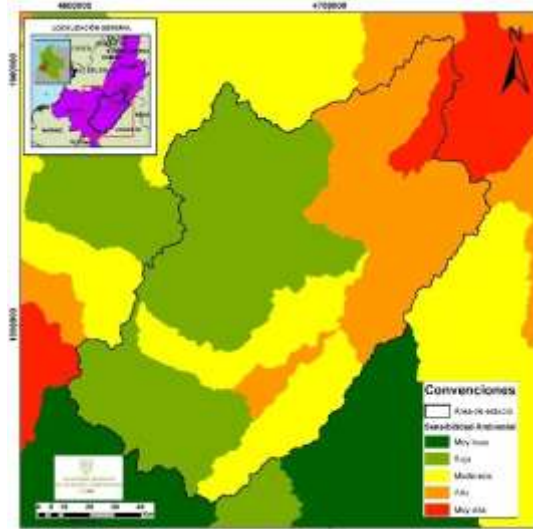
**Figura 7.** Sensibilidad del componente hídrico superficial – calidad



Fuente: ANLA, 2023

**SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL - CANTIDAD**

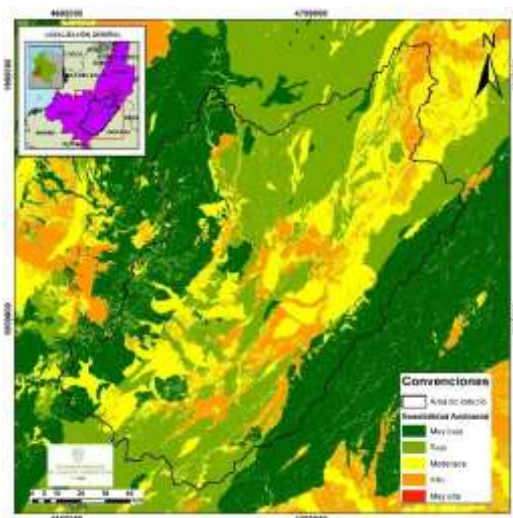
**Figura 8.** Sensibilidad del componente hídrico superficial – cantidad



Fuente: ANLA, 2023

**SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO**

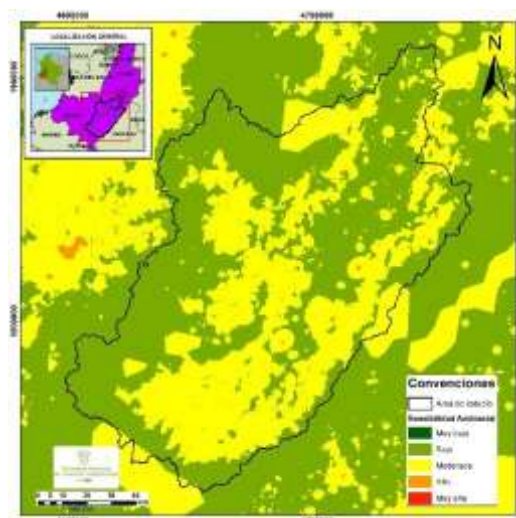
**Figura 9.** Sensibilidad del componente hídrico subterráneo



Fuente: ANLA, 2023

**SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO**

**Figura 10.** Sensibilidad del componente atmosférico



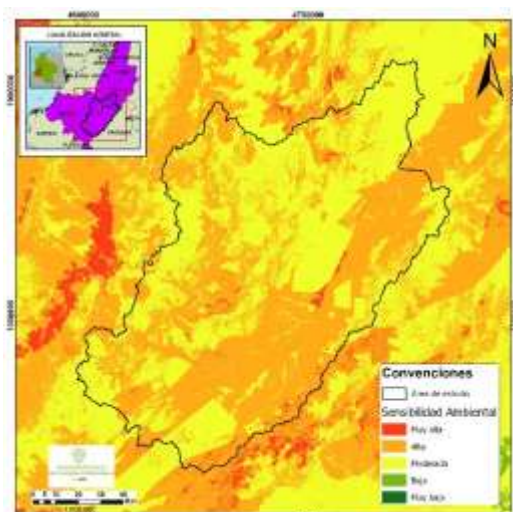
Fuente: ANLA, 2023





#### SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE GEOTÉCNICO

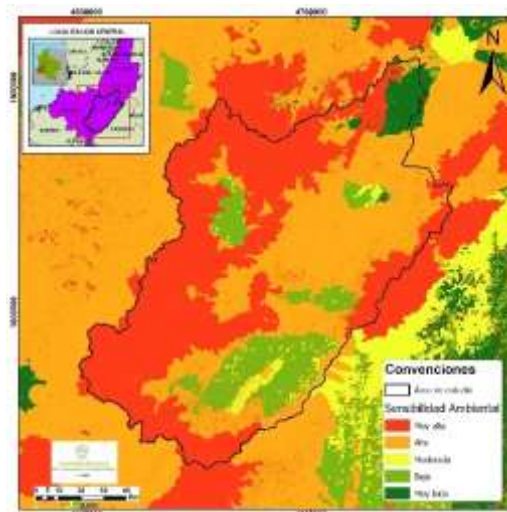
**Figura 11.** Sensibilidad de componente geotécnico



Fuente: ANLA, 2023

#### SENSIBILIDAD DEL MEDIO BIÓTICO

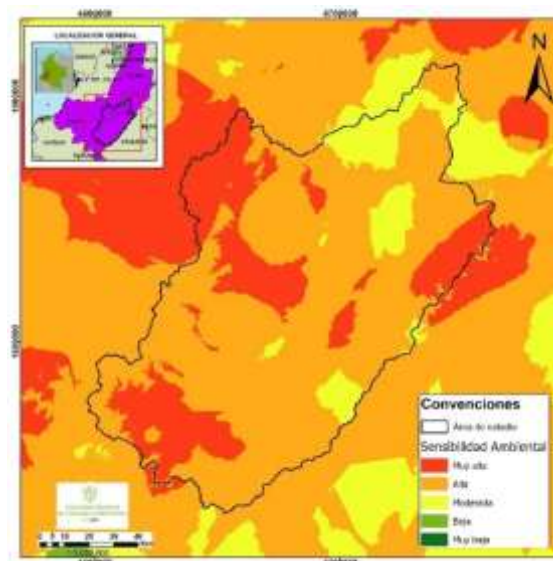
**Figura 12.** Sensibilidad del medio biótico



Fuente: ANLA, 2023

#### SENSIBILIDAD DEL CAMBIO CLIMÁTICO

**Figura 13.** Sensibilidad del cambio climático



Fuente: ANLA, 2023

### A. OBSERVACIONES POR COMPONENTE

#### SENSIBILIDAD DEL LICENCIAMIENTO

En el área de estudio predomina la sensibilidad baja, debido a que, en la SZH Río Páez, se identifican 8 proyectos licenciados por la ANLA y, además, el sector preponderante corresponde a sin información (sin información).



## **SENSIBILIDAD DEL MEDIO SOCIECONÓMICO**

Al corte de actualización vigencia 2023, los municipios en el área de estudio presentan 19 quejas en el aplicativo de denuncias ambientales QUEDASI y/o denuncias ambientales sobre obras actividades, permisos o trámites ambientales de competencia de ANLA.

## **SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL - CALIDAD**

El área de estudio presenta una sensibilidad moderada para la calidad del recurso hídrico superficial, como consecuencia de que en la SZH de mayor porcentaje de cubrimiento en el área del reporte corresponde al Río Páez, que presenta un índice de alteración potencial de calidad del agua (IACAL) tipificado como media alto; un índice de calidad del agua (ICA) que refleja un estado de calidad aceptable y, finalmente, una baja presión por caudal de vertimientos acumulados, con un valor de 0.14 L/s, según lo consignado en el SIRH por las diferentes autoridades ambientales que tienen jurisdicción en dicha SZH (CAM, CRC y ANLA).

## **SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL - CANTIDAD**

En el área de estudio predomina la sensibilidad baja para el componente hídrico superficial en términos de cantidad del recurso. Esto se relaciona con el ajuste realizado a partir de la información proporcionada por ANLA referente a la demanda hídrica, donde se observa un índice de uso de agua (IUA) para año seco calificado medio alto para la SZH Río Páez. Eso permite la actualización del índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento (IVH) y el índice de variabilidad del recurso hídrico en condiciones de año seco (VRH-EX), de acuerdo con el ENA 2022, dando como resultado final un índice integrado del agua ajustado (IIA) bajo.

## **SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO**

El área de estudio registra una sensibilidad baja para el componente hídrico subterráneo, a causa de que en la zona de interés se reporta un muy bajo potencial de recarga de los acuíferos, muy baja vulnerabilidad ante cargas de contaminación que tienen lugar en superficie; litología de granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas, que cuentan con una permeabilidad tipificada como By, finalmente, no se identifican captaciones de este recurso al interior de la SZH Río Páez

## **SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO**

Para el componente atmosférico, predomina la sensibilidad baja con el 55.41 % del área de estudio, dado que se identifican zonas con rangos de densidad poblacional de menos de 10 hab/km<sup>2</sup>, una precipitación total anual 1000 - 2000 mm, con velocidades de viento entre 1.5 - 3.3 m/s, niveles de concentración de PM<sub>10</sub> entre 20 µg/m<sup>3</sup> y 30 µg/m<sup>3</sup>, y finalmente, niveles de concentración de PM<sub>2.5</sub> entre 15 µg/m<sup>3</sup> y 25 µg/m<sup>3</sup>.

## **SENSIBILIDAD DEL MEDIO BIÓTICO**

En el área de estudio predomina la sensibilidad alta para el medio biótico, debido a la presencia de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Áreas clave de biodiversidad, Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Zonas amortiguadoras. También hay presencia de ecosistemas en categoría de amenaza En peligro (EN) y Vulnerables (VU). Por otro lado, la sensibilidad alta también se encuentra asociada a la presencia de corredores de conectividad para la fauna y una

alta tasa de transformación de los bosques, así como también a la presencia de una baja conectividad de ecosistemas acuáticos, alta presencia de peces migratorios y de importancia pesquera; y áreas de compensación en proceso de evaluación.

## SENSIBILIDAD GEOTÉCNICA

El área de estudio presenta una sensibilidad alta para el componente geotécnico lo cual, de acuerdo con el Mapa de Amenaza por Movimientos de Remoción en Masa del Servicio Geológico Colombiano - SGC (2017), se debe a la presencia de zonas con laderas inestables y áreas con inestabilidad acentuada por procesos erosivos.

## SENSIBILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

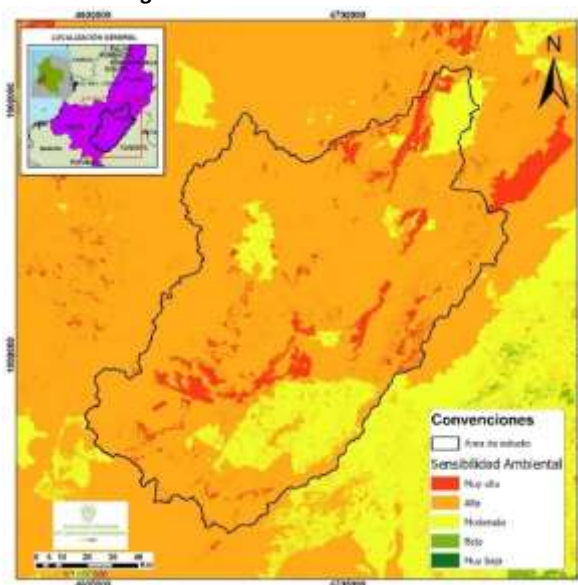
En el área de estudio predomina una sensibilidad alta al cambio climático, hacia el margen nororiental, noroccidental, centro y sur predomina la sensibilidad muy alta, esto de acuerdo con el cálculo de las variables contempladas, que corresponden a: Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades (DNP, 2018), Escenario de Cambio Climático 2011-2040, Diferencia de Temperatura °C (IDEAM, 2015), Escenario de Cambio Climático 2011-2040, Cambio Porcentaje de Precipitación (IDEAM, 2015), Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) (IDEAM, 2016), Inundación Fenómeno Niña 2010 -2011 (IDEAM) y el Ascenso Sobre el Nivel del Mar - A.S.N.M. 2040 (18 cm) (TNC, 2017).

## B. SENSIBILIDAD AMBIENTAL FINAL

El área de interés cuenta con sensibilidad ambiental regional predominantemente alta, como resultado de la ponderación de los criterios de sensibilidades intermedias: en los componentes hídrico superficial, hídrico subterráneo, atmosférico, geotécnico, medio biótico, medio socioeconómico y de manera transversal cambio climático y licenciamiento. Esto se observa en la Figura 14 y la Figura 15.

DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD AMBIENTAL FINAL

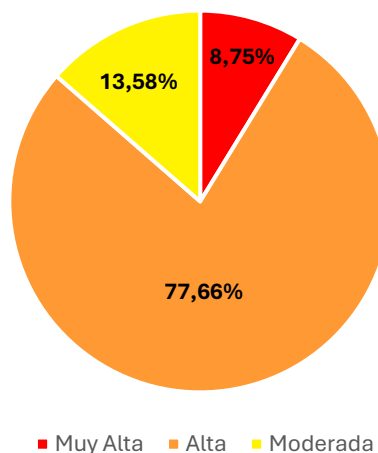
Figura 14. Sensibilidad ambiental final



Fuente: ANLA, 2023

% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD

Figura 15. Distribución porcentual de sensibilidad ambiental



Fuente: ANLA, 2023

## VI. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS

En el área de estudio del presente análisis regional, se identificó que, de las 36 categorías estandarizadas de impacto (CEI) establecidas en el Instrumento Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales del año 2023 (disponible en [https://www.anla.gov.co/01\\_anla/institucional-interno/gestion-del-conocimiento-y-la-innovacion/analitica-de-datos/tablero-control-jerarquizacion-de-impacto](https://www.anla.gov.co/01_anla/institucional-interno/gestion-del-conocimiento-y-la-innovacion/analitica-de-datos/tablero-control-jerarquizacion-de-impacto)), se encontraron 30 CEI relacionadas con los 34 proyectos licenciados al interior del área de interés para los sectores de energía, hidrocarburos e infraestructura. En la siguiente tabla se muestra el número de CEI por sector:

**Tabla 7.** Número de CEI por sector y subsector área de estudio.

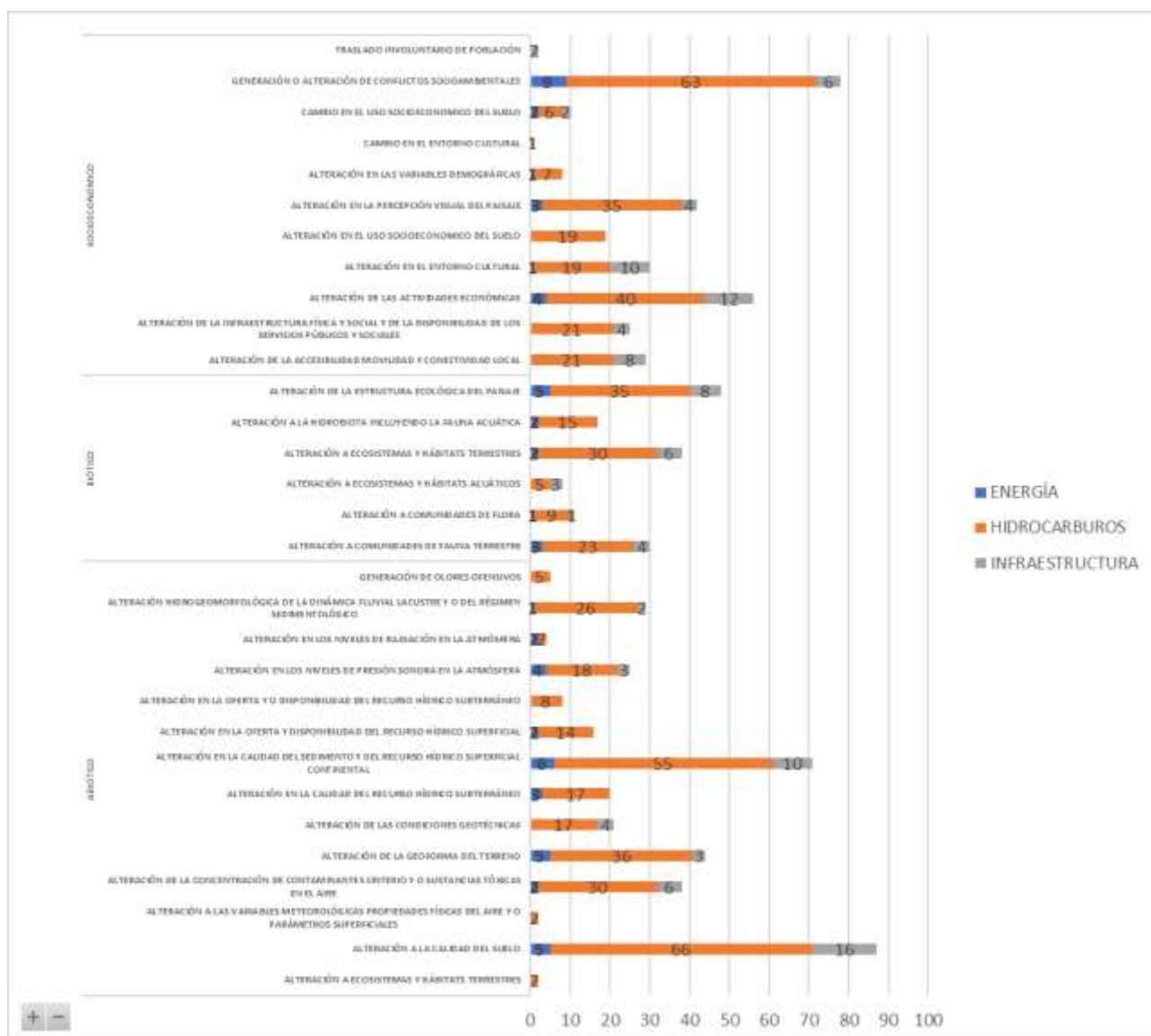
Sector	Subsector	Número Categorías Estandarizadas de Impacto (CEI)
Energía	Hidroeléctricas	13
	Líneas de transmisión	17
Hidrocarburos	Exploración	27
	Explotación	28
	Hidrocarburos	24
	Transporte y conducción	20
Infraestructura	Carreteras	20
	Segundas calzadas	17

Fuente: ANLA, 2024

Respecto a las CEI, las categorías que más veces fueron reportadas en los proyectos del área de interés, para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico) fueron (Figura 16): alteración a la estructura ecológica del paisaje (medio biótico) con una frecuencia de 48, alteración en la calidad del suelo (medio abiótico) con una frecuencia de 87 y generación o alteración de conflictos socioambientales (medio socioeconómico) con una frecuencia de 78. Por el contrario, las categorías que presentan una menor frecuencia de reporte en el área de estudio son: alteración a las variables meteorológicas propiedades físicas del aire y o parámetros superficiales (abiótico), alteración en los niveles de radiación en la atmosfera (abiótico) y generación de olores ofensivos (abiótico).

En cuanto a los sectores presentes en el área de estudio, se identificó que el sector que tiene la mayor frecuencia de CEI reportados es el de hidrocarburos, con un total de 298 para el medio abiótico, 117 para el medio biótico y 232 para el socioeconómico. En la siguiente figura se puede identificar la frecuencia de cada de una de las CEI para el área de estudio.

Figura 16. Frecuencia reporte CEI por sector económico.

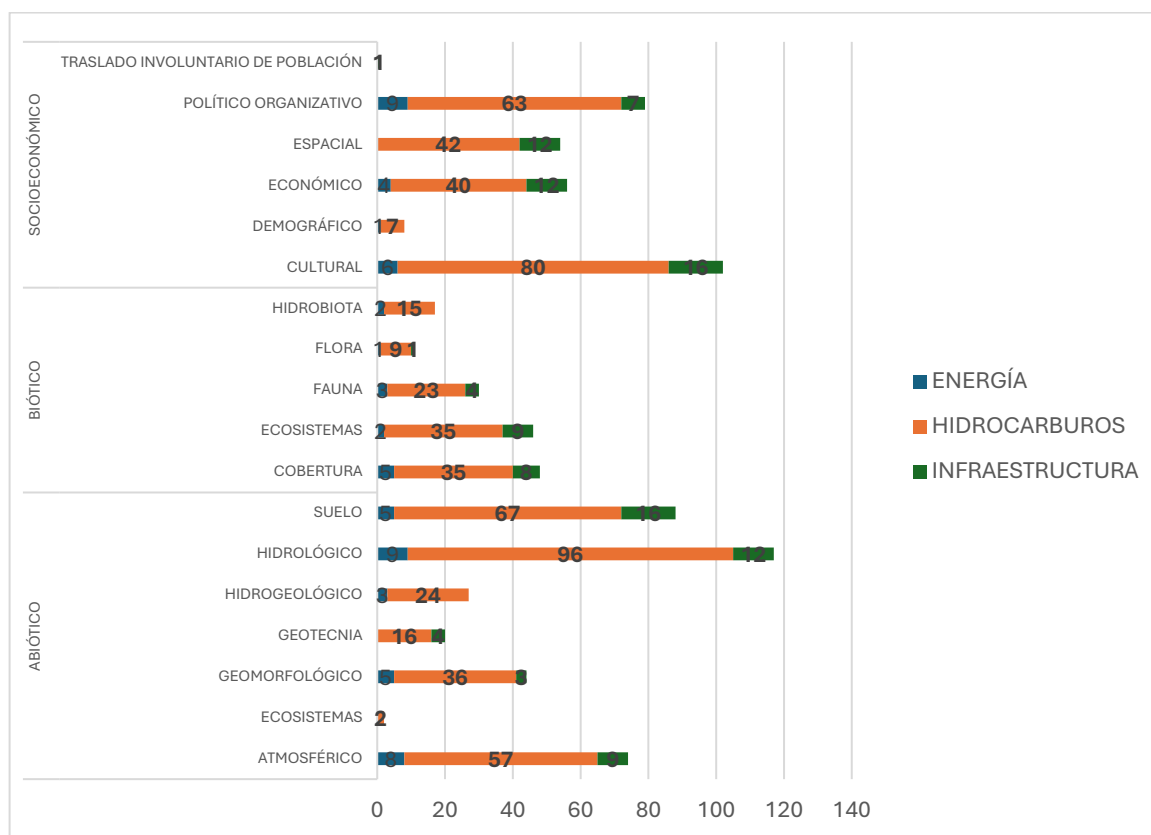


Fuente: ANLA. 2024.

En cuanto a componentes ambientales (Figura 17), el hidrológico, con 117 reportes, obtuvo el número más alto de impactos, seguido por el componente cultural con 102 reportes y el componente suelo con 88 reportes. Por el contrario, el componente demográfico obtuvo 8 reportes, seguido por ecosistemas con 2 reportes y traslado involuntario de la población con 1 reporte, los cuales, en efecto, registran la menor frecuencia de aparición de impactos potenciales derivados de los proyectos licenciados por la ANLA.



**Figura 17.** Numero de CEI por componente ambiental.



Fuente: ANLA. 2024.

## VII. INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN

Los instrumentos de planificación territorial hacen referencia a herramientas que permiten la gestión sostenible y coordinada de los recursos naturales por parte de las distintas Autoridades Ambientales en el territorio, que buscan asegurar la preservación, restauración y sostenibilidad de los recursos.

**Tabla 8.** Instrumentos de planificación en relación con el área regionalizada

Instrumento	Objeto de planificación	Número acto administrativo	Autoridad Ambiental
Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH	Quebrada Agua Fría	Res 3599 de 30 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Aguamarilla	Res 3619 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Aguazul	Res 3557 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Abejón	Res 3623 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Cajón	Res 3619 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Chorro	Res 3599 de 30 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Encanto	Res 3538 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Guineal	Res 3623 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Higado	Res 3538 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Hobo	Res 3599 de 30 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Madroñal	Res 3623 de 31 de Dic de 2019	CAM

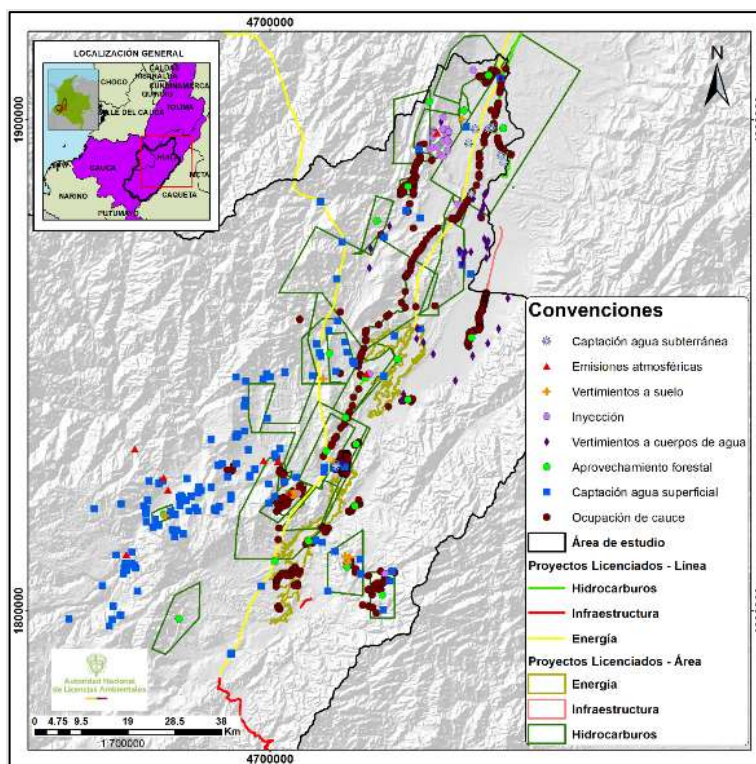
Instrumento	Objeto de planificación	Número acto administrativo	Autoridad Ambiental
	Quebrada El Morro	Res 3619 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Oso	Res 3538 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Palmar	Res 3599 de 30 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Pescador	Res 3623 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada El Zapayo	Res 3623 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Garzoncito (Quebrada Las Vueltas)	Res 3557 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Guadualeja	Res 3557 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada La Chorrera	En Formulación	CAM
	Quebrada La Colorada	Res 3538 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada La Honda	Res 3619 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada La Majo	Res 1435 de 06 de Jun de 2019	CAM
	Quebrada La Maria	Res 3538 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Las Vueltas	Res 3557 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Las Vueltas	Res 3620 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Manzanares	Res 3599 de 30 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Medio Honda	Res 3619 de 31 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Paramillo	Res 3557 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada Peñablanca	Res 3599 de 30 de Dic de 2019	CAM
	Quebrada de Garzón	Res 3557 de 26 de Dic de 2019	CAM
	Río Frío	Res 1013 de 03 de abril de 2018	CAM
	Río Frío	Res 3071 de 03 de Oct de 2018	CAM
	Río Neiva	Res 1749 de 05 de Jun de 2018	CAM
	Río Pederal	Res 3086 de 14 de Nov de 2019	CAM
	Zanjón Seco	Res 3557 de 26 de Dic de 2019	CAM
Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS	Alto Caquetá - NSS	Nan	SIN DEFINIR
	Alto Magdalena - NSS	Nan	CAM
	Alto Río Cauca - SZH	Nan	CRC
	Río Aipe y otros directos al Magdalena- NSS	Nan	CAM
	Río Atá - SZH	Nan	CORTOLIMA
	Río Baché - SZH	Nan	CAM
	Río Caguan Alto - SZH	Nan	CORPOAMAZONIA
	Río Caquetá Medio - SZH	Nan	SIN DEFINIR
	Río Fortalecillas y otros directos Magdalena (md) - NSS	Nan	CAM
	Río Guachicono - NSS	Nan	CRC
	Río Guarapas - NSS	Nan	CAM
	Río Guayas - SZH	Nan	CORPOAMAZONIA
	Río Hacha - NSS	Corpoamazonia: Resolución 1662 de 2018	CORPOAMAZONIA
	Río Juncal y otros directos al Magdalena (mi) - SZH	Nan	CAM
	Río Loro - Río Las Ceibas y otros directos Magdalena (md) - NSS	Nan	CAM
	Río Neiva - SZH	Nan	CAM
	Río Ortegúaza - NSS	Nan	CORPOAMAZONIA
	Río Pérez - SZH	Nan	SIN DEFINIR

Instrumento	Objeto de planificación	Número acto administrativo	Autoridad Ambiental
	Río Palacé - SZH	Nan	CRC
	Río Palo - SZH	Nan	CRC
	Río Patia Alto - SZH	Nan	SIN DEFINIR
	Río Pescado - SZH	Nan	CORPOAMAZONIA
	Río Piendamó - SZH	Nan	CRC
	Río Suaza - SZH	CAM: 4074 de 2016	CAM
	Río Timaná y otros directos al Magdalena - SZH	Nan	CAM
	Río Yaguará y Río Iquira - SZH	Nan	CAM
	Ríos Directos al Magdalena Alto (mi) - SZH	Nan	CAM
	Ríos directos Magdalena (md) - SZH	Nan	CAM
Planes de ordenación forestal - PGOF	Corporación Autónoma Regional del Tolima	Acuerdo 14.02008-06-10 CORTOLIMA	CORTOLIMA
	Corporación Autónoma Regional de la Amazonía	Nan	CORPOAMAZONIA
	Corporación Autónoma Regional del Cauca	Nan	CRC
	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena	Nan	CAM
Nan: No aplica ninguna			

## VIII. DEMANDA DE RECURSOS NATURALES - PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

A continuación, y mediante la **Figura 18**, se presenta la distribución espacial de los permisos de uso y/o aprovechamiento de recursos naturales otorgados por la ANLA y por las Autoridades Ambientales Regionales en el área de estudio. Con la finalidad de verificar el detalle de la ubicación de estos permisos, puede visitar el visor [AGIL](#) en donde encontrará el detalle cartográfico de los mismos.

**Figura 18.** Permisos de uso y aprovechamiento de recursos naturales en el área de estudio otorgados por la ANLA y las Autoridades Ambientales Regionales.



Nota: La ubicación de los permisos de aprovechamiento forestal se relacionan con el centroide del área proyecto  
Fuente: ANLA y CAM, 2024.

### A. CANTIDAD DE PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO – ANLA Y AUTORIDADES AMBIENTALES REGIONALES

Por medio de la siguiente tabla, se presenta la relación de los diferentes permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales otorgados a cada uno de los expedientes licenciados, así como de los permisos fuera de licencia autorizados dentro del área de estudio. Es importante indicar que, del total de permisos identificados, 1230 han sido otorgados por la ANLA, mientras que 238 han sido otorgados por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) a corte del mes de marzo del año 2024.



**Tabla 9.** Cantidad de permisos de uso y aprovechamiento de recursos naturales en el área de estudio otorgados por la ANLA y las Autoridades Ambientales Regionales.

SECTOR	EXPEDIENTE	PERMISOS							
		Captación de agua superficial	Exploración y/o Concesión de agua subterránea	Vertimiento al suelo	Actividad de inyección	Ocupación de cauce	Vertimientos a cuerpo de agua	Aprovechamiento forestal (número de permisos)	Emisiones atmosféricas
Hidrocarburos	LAM0989	1	---	---	1	---	---	1	1
	LAM3028	2	1	---	---	---	---	1	---
	LAM0069	---	---	---	---	---	---	---	---
	LAM0022	---	1	---	---	1	---	---	---
	LAM0170	---	---	---	---	35	---	---	---
	LAM0215	---	2	---	20	---	1	1	1
	LAM0523	---	---	---	---	---	---	---	---
	LAM1569	7	---	3	---	5	---	1	---
	LAM1970	---	---	---	---	---	---	1	---
	LAM2245	---	---	---	---	---	---	---	---
	LAM2307	---	6	---	---	---	---	11	---
	LAM2761	---	---	---	---	---	---	1	---
	LAM2945	1	---	---	---	2	---	1	---
	LAM3703	3	---	---	---	---	---	---	---
	LAM3733	2	---	---	---	15	---	2	---
	LAM3779	---	---	---	---	---	---	---	---
	LAM4229	4	---	1	2	72	---	2	1
	LAM4419	---	---	1	1	---	---	1	---
	LAM4919	3	---	4	---	45	---	1	---
	LAM5474	1	---	---	---	31	---	1	---
	LAM5868	1	---	1	---	---	---	1	---
	LAM8821-00	---	---	---	---	89	---	---	---
	LAV0027-14	9	---	1	---	---	---	1	---
	LAV0063-00-2022	3	---	---	---	81	---	1	---
Energía	LAM3323	---	---	---	---	---	---	---	---
	LAM2142	2	---	---	---	---	---	3	---
	LAM4090	2	---	---	---	386	1	3	---
	LAM0304	---	---	---	---	---	---	---	---
	LAV0018-13	14	---	1	---	---	---	1	---
	LAV0081-14	4	---	---	---	---	---	---	---
Infraestructura	LAM1105	---	---	---	---	---	---	---	---
	LAM1376	---	---	---	---	---	---	---	---
	LAV0006-00-2017	---	---	---	---	9	---	1	---
	LAV0007-00-2017	---	---	---	---	24	---	1	---





	LAV0009-00-2017	---	---	---	---	27	---	1	---
	LAV0080-00-2017	---	---	---	---	11	---	1	---
	LAV0081-00-2017	---	---	---	---	313	---	---	---
Fuera de Licencia		123	---	---	---	9	34	---	7
<b>OTORGADOS POR LA ANLA</b>		<b>54</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>1110</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>2</b>
<b>OTORGADOS POR LA CAM</b>		<b>128</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>45</b>	<b>35</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
<b>TOTAL OTORGADOS</b>		<b>182</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>1155</b>	<b>36</b>	<b>39</b>	<b>10</b>

Fuente: ANLA y CAM, 2024.

La autorización de los permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales tiene como consecuencia diferentes impactos ambientales de acuerdo con el tipo de permiso otorgado. Por ello, la **Tabla 10** presenta las categorías estandarizadas de impacto (CEI) relacionadas con cada uno de los expedientes licenciados que cuentan con permisos dentro del área de estudio. Es importante señalar que, para todos los expedientes del presente reporte, y que incluso fueron licenciados antes del año 2023, se realizó la revisión y homologación de cada categoría estandarizada de impacto basada en la metodología determinada en el Instrumento Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales del año 2023 de la ANLA, el cual puede ser visualizado a través del siguiente enlace: [https://www.anla.gov.co/01\\_anla/institucional-interno/gestion-del-conocimiento-y-la-innovacion/analitica-de-datos/tablero-control-jerarquizacion-de-impacto](https://www.anla.gov.co/01_anla/institucional-interno/gestion-del-conocimiento-y-la-innovacion/analitica-de-datos/tablero-control-jerarquizacion-de-impacto)



Tabla 10. Impactos asociados a los permisos y usos de los recursos naturales otorgados por expediente

EXPEDIENTE - CATEGORÍA ESTANDARIZADA DE IMPACTO	Alteración a comunidades de fauna terrestre	Alteración a comunidades de flora	Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres	Alteración de la estructura ecológica del paisaje	Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos	Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico superficial	Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial	Alteración en los niveles de presión sonoras en el agua	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial lacustre y/o del régimen sedimentológico	Alteración de la geoforma del terreno	Alteración de las condiciones geotécnicas	Alteración a la calidad del suelo	Alteración de las condiciones geológicas	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	Alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo	Alteración a las variables meteorológicas propiedades físicas del aire y/o parámetros superficiales	Alteración de la concentración de contaminantes criterio y/o sustancias tóxicas en el aire	Alteración de la concentración de gases de efecto invernadero y/o contaminantes climáticos de vida corta	Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera	Generación de olores ofensivos	Generación de vibraciones en la atmósfera	Alteración en los niveles de radiación en la atmósfera
LAM0989	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●
LAM3028	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○
LAM0022	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○
LAM0170	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM0215	●	●	●	●	●	●	○	●	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM1569	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM1970	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM2307	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○
LAM2761	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM2945	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM3703	○	○	○	○	○	○	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM3733	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM4229	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●
LAM4419	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM4919	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM5474	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM5868	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM8821-00	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0027-14	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0063-00-2022	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM2142	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM4090	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0018-13	●	●	●	●	○	○	●	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0081-14	○	○	○	○	○	○	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0006-00-2017	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0007-00-2017	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0009-00-2017	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0080-00-2017	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0081-00-2017	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Fuera de Licencia	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●

Fuente: ANLA y CAM, 2024.





De acuerdo con la categorización de impactos que se expone en la **Tabla 10**, se observa que los expedientes LAM4229 y LAM0215 presentan la mayor cantidad de impactos en función de los permisos y usos de aprovechamiento de los recursos naturales autorizados en el área de estudio. De igual forma, se resalta que la mayor cantidad de estos impactos se encuentran asociados con los permisos de aprovechamiento forestal con más de 1,000,000 de metros cúbicos autorizados, implicando la alteración a comunidades de flora y fauna terrestre y la alteración a ecosistemas y paisajes. Asimismo, se destacan los impactos asociados a los permisos de captación de agua superficial que registran un caudal autorizado de más de 600,000 l/s, conllevando a la alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico superficial y a la alteración en los niveles de presión sonora en el agua.

## **B. ANEXO PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO**

El Anexo [Permisos de Uso y Aprovechamiento de Recursos Naturales - Alto Magdalena Sur](#) presenta archivos de Excel por componente/medio, en los cuales se detalla cada uno de los permisos, indicando expediente, proyecto, número de acto administrativo, estado, volúmenes autorizados y la autoridad ambiental que los otorga, así como demás especificidades propias de cada uno de los permisos.

## IX. CARACTERIZACIÓN REGIONAL MEDIO SOCIOECONÓMICO

### A. POBLACIÓN

El área acotada para el presente análisis regional comprende la jurisdicción de los departamentos de Caquetá (0,03%), Cauca (17,46%), Huila (80,29%), y Tolima (0,06%), sin embargo, se consideraron los sectores con mayor porcentaje dentro del área de interés que corresponden a siete (7) municipios de Cauca y treinta y tres (33) municipios de Huila, de acuerdo con la delimitación del área de estudio.

### Conformación de la población

Los departamentos de Cauca y Huila, en el sur de Colombia, muestran diferencias notables en densidad poblacional y características geográficas (ver **Tabla 11**). Cauca tiene una densidad moderada y una población diversa, incluyendo importantes comunidades indígenas y afrodescendientes, especialmente en municipios como Inzá y Jambaló, habitados por la comunidad indígena Nasa. Otros municipios, como Puracé y Silvia, integran grupos indígenas y mestizos, con esfuerzos por conservar tradiciones ancestrales. Totoró enfrenta el desafío de equilibrar el desarrollo moderno con la preservación cultural. Por otro lado, Huila, con una densidad poblacional más alta gracias a sus valles fértiles, presenta una mayor concentración urbana, especialmente en Neiva, y una estructura demográfica equilibrada entre áreas urbanas y rurales. En resumen, Cauca se enfrenta a un balance entre urbanización y ruralidad, mientras que Huila destaca por su capacidad de concentración y distribución poblacional más equitativa gracias a sus recursos agrícolas y desarrollo urbano.

**Tabla 11.** Resumen de la distribución poblacional y cobertura de servicios básicos en el área regionalizada

DEPARTAMENTO DE CAUCA		
Población Total	Municipios destacados	Promedio de cobertura de servicios
191.300	Inzá: 31.097 habitantes, 16.290 km², 45,4% de cobertura de acueducto.	✓ Acueducto: 46,07%
	Jambaló: 19.297 habitantes, 19,1% de cobertura de alcantarillado.	✓ Alcantarillado: 37,68%
	Silvia: 40.404 habitantes, 15,8% de cobertura de acueducto.	✓ Energía eléctrica: 81,85%
	Páez: 49.628 habitantes, 80,5% de cobertura de energía eléctrica.	
DEPARTAMENTO DE HUILA		
Población Total	Municipios destacados	Promedio de cobertura de servicios
1.346.191	Neiva: 384.242 habitantes, 91.9% de cobertura de acueducto.	✓ Acueducto: 72,01%
	Garzón: 78.726 habitantes, 55.1% de cobertura de alcantarillado.	✓ Alcantarillado: 47.68%
	Pitalito: 135.688 habitantes, 95.8% de cobertura de alcantarillado.	✓ Energía eléctrica: 52.60%
	Campoalegre: 33.508 habitantes, 95.1% de cobertura de acueducto.	
Cauca presenta una mayor diversidad étnica y una cobertura de servicios más baja en comparación con Huila, que muestra un desarrollo urbano más consolidado y un acceso más equitativo a servicios públicos.		

**Fuente:** Plataforma de Monitoreo de Desarrollo Territorial (MDT), 2024. **Elaborado:** ANLA, 2024

Para ampliar la información, dar clic en el siguiente enlace: [23092024\\_DistribuciónPoblacionalServicios\\_VF1.xlsx](#)

### B. ECONOMÍA LOCAL

### Actividades económicas predominantes

Los departamentos de Cauca y Huila tienen economías diversas que reflejan sus recursos naturales y contextos socioeconómicos. Cauca se enfoca en la agricultura, con el café como su principal producto, complementado por caña de azúcar y frutales, y una ganadería significativa, aunque enfrenta retos como el conflicto armado y

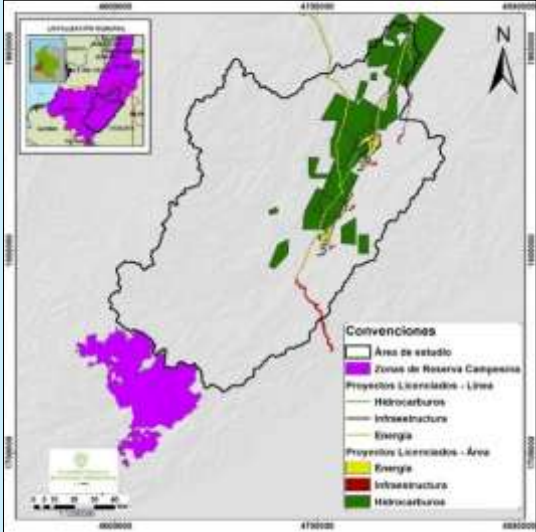


problemas de infraestructura. Su minería es informal y el turismo, a pesar de su potencial, necesita mejoras en infraestructura y seguridad. En contraste, Huila también es un importante productor de café, con una agricultura diversificada y una ganadería bien desarrollada, así como una minería más formal y un sector turístico sólido, con atractivos como el Desierto de la Tatacoa. Sin embargo, ambos departamentos deben abordar desafíos de sostenibilidad, especialmente en pesca y recursos naturales.

Zonas de Reserva Campesina

De acuerdo con la Agencia Nacional de Tierras (ANT), las Zonas de Reserva Campesina (ZRC) en Colombia buscan un desarrollo rural equilibrado y sostenible al combinar la conservación ambiental con el fortalecimiento económico y social de las comunidades. Estas zonas controlan la expansión inadecuada de la frontera agropecuaria, facilitan la implementación de políticas de desarrollo rural, protegen los recursos naturales y regulan el uso de tierras baldías, priorizando su adjudicación a campesinos y propietarios de escasos recursos. Un ejemplo es la Zona de Reserva de Santa Rosa en el departamento de Cauca (Ver Figura ) conocida por su alta biodiversidad, bosques andinos, páramos y fuentes de agua. Esta reserva tiene el objetivo de conservar hábitats naturales, especies endémicas y regular los recursos hídricos, mientras protege el suelo y apoya a las comunidades que dependen de estos ecosistemas (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Características de la Zona de Reserva Campesina Santa Rosa-Departamento del Cauca

Aspecto	Descripción	Figura 19. Zona de Reserva Campesina Santa Rosa-Colindante con el área regionalizada
Resolución	✓ Acuerdo 243 de 12-12-2022	
Características	✓ Bosques Andinos: Ecosistemas con vegetación rica y variada, incluyendo especies de árboles como el roble y el laurel. ✓ Páramos: Ecosistemas de alta montaña con vegetación de arbustos y hierbas adaptadas a bajas temperaturas y alta humedad. ✓ Fuentes de Agua: Importantes para el abastecimiento hídrico local y regional.	
Objetivos de conservación	✓ Conservación de Hábitats: Preservar los ecosistemas naturales y las especies animales y vegetales que habitan en ellos. ✓ Regulación de Recursos Hídricos: Mantener el equilibrio de los recursos hídricos esenciales para la región. ✓ Protección del Suelo: Evitar la erosión y degradación del suelo, crucial para la agricultura y la biodiversidad	
Comunidades Locales	✓ Dependencia: Las comunidades locales dependen de los recursos naturales para su subsistencia, incluyendo el agua, la tierra para cultivo, y productos forestales. ✓ Cultura y Tradiciones: Preservan prácticas tradicionales que están en armonía con la conservación de su entorno natural.	
Gestión	✓ Conservación Ambiental: Implementación de estrategias y regulaciones para proteger los ecosistemas y especies. ✓ Desarrollo Sostenible: Fomentar prácticas que permitan el desarrollo económico sin comprometer los recursos naturales. ✓ Participación Comunitaria: Involucrar a las comunidades locales en la gestión y protección de la reserva para asegurar que sus necesidades y conocimientos sean considerados.	

Fuente: Agencia Nacional de Tierras,2024.  
Elaborado: ANLA, 2024.

Fuente: Agencia Nacional de Tierras, 2024. Elaborado: ANLA, 2024.





## C. CULTURA Y TRADICIONES

### Características culturales y tradiciones locales

Los departamentos de Cauca y Huila se caracterizan por su rica diversidad cultural, influenciada por contextos históricos y étnicos. Cauca destaca por su significativa población indígena, incluyendo grupos como los Nasa, Misak y Guambiano, que preservan sus lenguas y tradiciones. Festividades como el Festival de la Papa y el Carnaval de Pubenza muestran la fusión de tradiciones indígenas y afrocolombianas, promoviendo la celebración de la diversidad cultural. La música y danza, como el bambuco y el currulao, reflejan influencias indígenas, africanas y españolas, contribuyendo a la cohesión social y la preservación del patrimonio cultural.

Por su parte, Huila también muestra una rica herencia cultural, pero con características que resaltan su identidad regional específica. El Festival Folclórico de Huila y el Festival del Bambuco son ejemplos de cómo la música y la danza tradicionales, particularmente el *bambuco*, son centrales en las celebraciones locales. Estos eventos no solo promueven las tradiciones culturales de la región, sino que también contribuyen al desarrollo del turismo cultural, atrayendo visitantes y fomentando la economía local. La artesanía en Huila, que incluye trabajos en totumo y cerámica, así como la gastronomía con platos como la leche de burra y la arepa huilense, refuerzan la identidad regional y proporcionan un sentido de orgullo local.

## D. IDENTIFICACIÓN DE ACTORES ESTRATÉGICOS DEL TERRITORIO (REGIONALES, LOCALES Y ÉTNICOS)

### Actores claves en el área de interés

A continuación, y de conformidad con la información suministrada por los Gestores Territoriales Ambientales y los Conceptos Técnicos de Seguimiento de los expedientes asociados a proyectos licenciados por la ANLA que se identifican en el área de estudio, se presenta un resumen de los grupos y actores de interés que tienen incidencia en los procesos territoriales de orden social, ambiental y derechos humanos a nivel municipal y departamental (ver Tabla 13).

Tabla 13. Principales actores en el área de interés

DEPARTAMENTO DE CAUCA		
Actor Estratégico		Funciones
1.	Gobernación del Cauca	Desarrolla e implementa políticas regionales de desarrollo y gestión de recursos. Coordina con entidades locales y nacional en proyectos de infraestructura y bienestar social.
2.	Corporación Autónoma del Cauca (CRC)	Gestiona la conservación de recursos naturales y ejecuta proyectos ambientales en la región, incluyendo el manejo de cuencas y protección de ecosistemas.
3.	Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC)	Actúa como representante de las comunidades indígenas, promoviendo sus derechos y participación en la toma de decisiones sobre el uso de recursos naturales y gestión ambiental.
4.	ONG's	Trabajan en la implementación de proyectos de desarrollo sostenible y conservación, promoviendo la participación comunitaria. Entre estos se encuentra: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Corporación de Desarrollo de la Mujer y la Infancia (CORDEMI):</b> se enfoca en el desarrollo integral de mujeres y niños en situación de vulnerabilidad. Trabajan en temas de educación, salud y empoderamiento económico.</li> <li>✓ <b>Corporación para el Desarrollo y la Promoción de la Cultura Afrocolombiana (AFRODES):</b> se dedica a la promoción de los derechos y la cultura afrocolombiana. Trabajan en la defensa de los derechos territoriales, la promoción de la cultura y el desarrollo de las comunidades afrodescendientes.</li> <li>✓ <b>Fundación para la Paz y el Desarrollo (PAZDES):</b> Se enfocan en la resolución de conflictos, la promoción de la justicia social y el apoyo a víctimas.</li> <li>✓ <b>Organización Nacional Afrocolombiana de Mujeres (ONAFRO):</b> Trabaja en la promoción y protección de los derechos de las mujeres afrocolombianas. Su enfoque está en la igualdad de género y la justicia social.</li> </ul>
5.	Organizaciones Afrodescendientes	Estas organizaciones y consejos comunitarios son fundamentales para la defensa de los derechos de las comunidades afrodescendientes en el sur del Cauca. Trabajan en la preservación de su identidad cultural, la protección de sus territorios y el desarrollo sostenible de sus comunidades. Entre estos se encuentran: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Asociación Afrocolombiana del Pacífico Sur (AFROPACÍFICO SUR):</b> Trabajan en la defensa de los derechos de las comunidades afrocolombianas y en la promoción de su cultura.</li> <li>✓ <b>Fundación de Desarrollo Afrocolombiano (FUNDAAFRO):</b> Ofrecen formación en derechos humanos, apoyo a proyectos de desarrollo económico, y promueven actividades culturales.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Corporación para la Promoción de los Derechos Humanos y el Desarrollo Sostenible (CORPODES):</b> Desarrollan proyectos de desarrollo sostenible, brindan apoyo legal y social a las comunidades, y realizan actividades de sensibilización sobre derechos humanos y medio ambiente.</li> <li>✓ <b>Red de Comunidades Negras del Cauca (REDCON):</b> Trabaja en la defensa de los derechos territoriales y culturales.</li> </ul>
6.	Consejo Regional Indígena del Cauca (CRIC)	Una organización que representa a varias comunidades indígenas y trabaja en la defensa de sus derechos y territorios.
7.	Pueblos Indígenas	<p>Lo pueblos indígenas no solo son fundamentales para la diversidad cultural del Cauca, sino que también juegan un papel crucial en la preservación de la biodiversidad y la gestión sostenible del territorio. Entre estos se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Nasa (Páez):</b> Un grupo indígena con una fuerte presencia en Cauca, conocido por su organización social y política, así como por su resistencia cultural.</li> <li>✓ <b>Guambía (Cofán):</b> Otro grupo indígena importante que mantiene sus tradiciones y lenguas.</li> <li>✓ <b>Misak:</b> Conocidos por su sistema de gobierno propio y su lucha por la preservación cultural y territorial.</li> </ul>
8.	Organizaciones Defensoras de Derechos Humanos	<p>Realizan variedad de actividades clave para proteger y promover los derechos fundamentales de las personas en la región. Entre estas organizaciones se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Fundación de Derechos Humanos "José Alvear Restrepo" (CAJAR):</b> Ofrecen apoyo legal a víctimas de violencia y desplazamiento, realizan investigaciones y denuncias sobre violaciones de derechos humanos, y promueven políticas públicas para la protección de los derechos humanos.</li> <li>✓ <b>Red de Derechos Humanos "Francisco Isaías Cifuentes":</b> Esta red de organizaciones de derechos humanos en Cauca trabaja en la promoción y protección de los derechos humanos en la región. Su enfoque es multidimensional e incluye aspectos legales, sociales y políticos.</li> <li>✓ <b>Fundación para la Defensa de los Derechos Humanos y el Desarrollo Social (FUNDEHUM):</b> trabaja en la defensa de los derechos humanos y el desarrollo social en comunidades vulnerables del sur del Cauca. Su enfoque incluye la promoción de la igualdad, la justicia social y el desarrollo económico.</li> </ul>
<b>DEPARTAMENTO DE HUILA</b>		
1.	Gobernación del Huila	Coordina políticas de desarrollo regional y gestión de recursos, implementa programas para mejorar la infraestructura y el bienestar de la población
2.	CAM (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena)	Encargada de la gestión ambiental, conservación de recursos hídricos y biodiversidad, y ejecución de proyectos para el manejo sostenible de recursos.
3.	Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC)	Actúa como representante de las comunidades indígenas, promoviendo sus derechos y participación en la toma de decisiones sobre el uso de recursos naturales y gestión ambiental.
4.	Comunidades Locales y Organizaciones de Base	Incluyen Juntas de Acción Comunal y Organizaciones de Productores Agropecuarios que participan en la gestión de recursos locales, planificación comunitaria y desarrollo sostenible.
5.	Universidades y Centros de Investigación	Ejemplos como la Universidad Sur colombiana realizan investigaciones y desarrollan proyectos en áreas de medio ambiente, sostenibilidad y desarrollo regional
6.	ONG's	Fundación Natura y Fondo Acción desarrollan proyectos de conservación, gestión de cuencas y desarrollo sostenible, promoviendo la participación de las comunidades locales
7.	Pueblos Indígenas	<b>Nasa y Pijao:</b> Aunque en menor número que en Cauca, también están presentes en Huila y juegan un papel importante en la preservación cultural y la administración de sus territorios.
8.	Organizaciones Defensoras de Derechos Humanos	<p>Se identifican varias organizaciones que se destacan por su trabajo en la defensa de los derechos humanos. Estas organizaciones abordan diversos temas, incluyendo la protección de comunidades vulnerables, el apoyo a víctimas de violaciones de derechos humanos y la promoción de la justicia social. Entre estas organizaciones se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Comité de Derechos Humanos del Huila:</b> Realizan monitoreos de la situación de derechos humanos, elaboran informes y denuncias, y llevan a cabo actividades de sensibilización y capacitación en la comunidad.</li> <li>✓ <b>Fundación Progresar:</b> Ofrecen programas de educación y formación en derechos humanos, brindan apoyo a víctimas de violencia y realizan proyectos de desarrollo comunitario.</li> <li>✓ <b>Corporación Universitaria de Neiva (CORHUILA):</b> Desarrollan investigaciones, programas educativos y actividades de sensibilización en temas de derechos humanos y justicia social.</li> <li>✓ <b>Organización Indígena del Huila (OIH):</b> Abogan por los derechos de los pueblos indígenas, promueven la conservación de sus tradiciones culturales y defienden sus derechos frente a amenazas y violaciones.</li> <li>✓ <b>Fundación Mujer y Futuro:</b> Ofrecen apoyo a mujeres víctimas de violencia, realizan talleres de capacitación sobre derechos de las mujeres y promueven la participación de las mujeres en la vida pública y política.</li> <li>✓ <b>Red de Derechos Humanos del Huila:</b> Coordinan esfuerzos entre diferentes organizaciones para abordar violaciones de derechos humanos, realizan campañas de concienciación y apoyo a víctimas, y facilitan la intervención en casos de abuso.</li> </ul>
9.	Agencia Nacional de Tierras (ANT)	La ANT tiene como principal función la gestión y administración del uso del suelo, especialmente en el contexto de la restitución de tierras y el desarrollo rural. Para el área regionalizada se enfoca en la restitución de tierras a comunidades despojadas, la formalización de predios para garantizar la seguridad jurídica, y brindar asesoría técnica para el uso sostenible de la tierra.
10.	ASOQUIMBO	Esta organización, desde hace 12 años se constituyó para defender la autonomía territorial y los derechos de las comunidades afectadas por el extractivismo y por la represa El Quimbo. La organización busca un modelo alternativo de Soberanía Energética y Alimentaria, trabajando en cuatro áreas: política, organizativa, jurídica y comunicativa. Está compuesta por campesinos, pescadores y jornaleros, quienes toman decisiones en asambleas y orientan acciones en sus municipios para exigir justicia socioambiental y el respeto a saberes tradicionales.

**Fuente:** Directorio de Organizaciones Sociales, departamento de Cauca y Huila, Defensoría del Pueblo, 2024.

**Elaborado:** ANLA, 2024

## Comunidades Étnicas

En términos de presencia de comunidades étnicas, según datos reportados por la Agencia Nacional de Tierras (2024), se identifican dos Consejos Comunitarios de Comunidades Negras (CCCN), los cuales están ubicados en jurisdicción del municipio de Páez (Cauca) (Ver

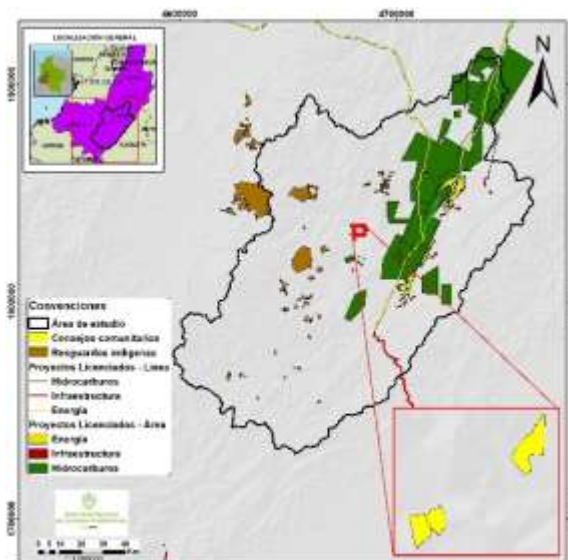
Figura ). Entre estos se encuentra el Consejo Comunitario Capitanía Segunda de Itaibe, conformado en 1993, que cuenta con dos áreas, una de 79,018361 hectáreas y otra de 42,066836 hectáreas, de acuerdo con la Resolución 4374 del 9 de junio de 2020; y el Consejo Comunitario Afroitaibe Cocoitaibe, conformado en 1989 con un área titulada de 32,59251 hectáreas. Estos Consejos Comunitarios se establecieron para representar y defender los derechos de las comunidades afrodescendientes en la región, promoviendo su cultura y gestionando el territorio de manera sostenible. En cuanto a comunidades indígenas, se identifican veintiocho (28) Resguardos Indígenas, de los cuales 8 se encuentran en jurisdicción del departamento del Cauca y el restante en el departamento de Huila (ver Tabla 14).

Tabla 14. Resguardos Indígenas en el área de interés

Departamento	Municipio	Pueblo	N°	Nombre	Acto Administrativo	Área Total
Cauca	Páez	Nasa	1.	Resguardo Indígena Nasa Cxhab Wala Luucx	Acuerdo 11 del 21/12/2015	494,3067
		Páez	2.	Resguardo Indígena Nasa Páez - Pickwe Tha Fiw	Resolución 12 del 22/07/2003	769,8699
		Nasa	3.	Resguardo Indígena Ukwe Kiwe del pueblo Nasa	Resolución 278 del 21/06/2023	259,5251
	Purace	Nasa Páez	4.	Resguardo Indígena Nasa Páez Juan Tama	Resolución 10 del 22/07/2003	952,819
		Páez	5.	Resguardo Indígena Páez de Jambaló	Resolución 68 del 22/10/1992	22027,8409
	Inzá	Páez	6.	Resguardo Indígena Páez de Calderas	Resolución 4 del 20/02/2001	1211,5206
			7.	Resguardo Indígena Páez de La Gaitana	Resolución 11 del 21/05/1999	116,15
			8.	Resguardo Indígena Páez de Tumbichucue	Resolución 55 del 8/03/1978	4394,6666
Huila	La Plata	Nasa	9.	Resguardo Indígena Nasa La Nueva Esperanza	Acuerdo 8 del 21/12/2015	70,5151
			10.	Resguardo Indígena Fiw Páez	Acuerdo 164 del 2/06/2021	32,9186
			11.	Resguardo Indígena San Miguel	Acuerdo 178 del 23/09/2021	316,2468
		Guambiano	12.	Resguardo Indígena Guambiano de Nam Misak	Resolución 70 del 17/08/2006	846,6659
			13.	Resguardo Indígena Nasa Páez La Estación Talaga	Resolución 24 del 10/04/2003	580,1657
		Páez	14.	Resguardo Indígena Páez y Guambiano de La Gaitana (Huila)	Resolución 23 del 21/06/1994	157,9375
	La Plata	Nasa Páez	15.	Resguardo Indígena Nasa Páez Potrerito	Resolución 311 del 22/07/2003	311,6833
		Páez y Guambiano	16.	Resguardo Indígena Guambiano y Páez de La Reforma	Resolución 32 del 24/09/2001	226,969
	San Agustín	Pijao	17.	Resguardo Indígena Casica Ibanasca	Acuerdo 206 del 7/12/2021	72
		Nasa Páez	18.	Resguardo Indígena Fiil Vist La Gran Perdiz	Acuerdo 102 del 28/11/2019	495,6339
		Yanacona	19.	Resguardo Indígena Yanacona de San Agustín	Resolución 31 del 24/09/2001	211,1195
	Oporapa	Yanacona	20.	Resguardo Indígena El Rosal	Resolución 67 del 26/07/2018	158,6316
	La Argentina	Guambiano	21.	Resguardo Indígena Guambiano Nuevo Amanecer La Meseta	Resolución 23 del 10/04/2003	317,3145
		Páez	22.	Resguardo Indígena Pickwe Ikh	Resolución 276 del 22/07/2003	468,1675
	Campoalegre	Embera Chami	23.	Resguardo Indígena Kerakar	Acuerdo 366 del 29/04/2024	139,9117
	Nátaga	Nasa Páez	24.	Resguardo Indígena Nasa Páez de Llano Buce - Bukj Ukue	Resolución 26 del 15/09/2005	464,7518
	Iquira	Páez	25.	Resguardo Indígena Nasa Páez Huila	Resolución 8 del 22/07/2003	2029,7073
	Palermo	Páez	26.	Resguardo Indígena Páez de Bache	Resolución 10 del 24/05/1996	118,2128
	Isnos	Yanacona	27.	Resguardo Indígena San José De Isnos	Resolución 52 del 5/03/2018	108,1781
	Pitalito	Yanacona	28.	Resguardo Rumiayaco	Resolución 19 del 10/12/2002	293,5796

Fuente: Agencia Nacional de Tierras (ANT), 2024. Elaborado: ANLA, 2024.

Figura 20. Comunidades étnicas en el área regionalizada



Fuente: Agencia Nacional de Tierras, 2024. Ministerio del Interior, 2019. Elaborado: ANLA, 2024.

**Consulta Previa<sup>2</sup>:** En términos de Consulta Previa para los proyectos, obras y actividades (POA) competencia de la ANLA, **NO** se registran procesos consultivos para el área de interés. Sin embargo, se resalta que la Entidad por convocatoria de la Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa (DANCP) del Ministerio del Interior, participa de manera activa en las siguientes etapas:

- ✓ Identificación de impactos y formulación de medidas de manejo: Aportando elementos conceptuales y técnicos en materia ambiental, que contribuyan al desarrollo del ejercicio que realizan las partes: comunidad étnica y empresa interesada en el POA que se pretenda licenciar.
- ✓ Seguimiento de acuerdos: Realizando y verificando, en el marco del seguimiento y control ambiental al proyecto, el estado de cumplimiento de las obligaciones contenidas en la licencia ambiental, dentro de las cuales se incluyen las medidas de carácter ambiental acordadas en el proceso de consulta previa.

## E. ELEMENTOS AMBIENTALES DE INTERÉS Y ASPECTOS DE CONFLICTIVIDAD EN EL TERRITORIO

### Elementos ambientales de interés para las comunidades locales

A nivel general, para las comunidades locales se pueden identificar una serie de elementos ambientales de interés como la calidad del agua, la biodiversidad, el uso del suelo, y la calidad del aire. También consideran factores como el ruido y las vibraciones, la protección del patrimonio cultural, y la gestión sostenible de recursos naturales, entre otros. Sin embargo, considerando los resultados de la jerarquización de impactos, las comunidades en el marco del licenciamiento ambiental centran su interés en varios elementos ambientales fundamentales para su bienestar, como la biodiversidad y estructura ecológica del paisaje, que influye en la conectividad de los ecosistemas y la capacidad de las especies para adaptarse a los cambios. Además, la calidad del suelo se convierte en un aspecto crítico, ya que su degradación y la dificultad de acceso a la tierra por los procesos de prediales, puede desencadenar conflictos socioecológicos, afectando la producción agrícola y la seguridad alimentaria.

### Conflicto armado

En los departamentos de Cauca y Huila, el conflicto armado ha tenido un impacto profundo y duradero. En Cauca, la región ha sido un epicentro de violencia debido a su ubicación estratégica y a la presencia de diversos grupos armados, incluidos las FARC, el ELN y grupos paramilitares, que han enfrentado a las fuerzas de seguridad del Estado. Este conflicto ha resultado en desplazamientos forzados, violencia directa, y ha afectado gravemente la economía local y el medio ambiente, con consecuencias como la deforestación y la degradación de tierras. Aunque el acuerdo de paz con las FARC en 2016 prometió una disminución de la violencia, la persistencia de disidencias y nuevos grupos criminales sigue generando tensiones. En Huila, aunque el conflicto

no ha sido tan intenso como en Cauca, también ha enfrentado la violencia de grupos armados y paramilitares, afectando la seguridad, la economía y el medio ambiente local. La implementación de los Acuerdos de Paz ha tenido efectos variados, con algunas mejoras en la reducción de la violencia, pero la presencia de nuevos actores armados y la explotación de recursos ilícitos continúan siendo desafíos significativos.

## Conflicto uso del suelo

El conflicto por el uso del suelo en el área regionalizada y principalmente en el departamento del Huila es un fenómeno complejo que refleja la lucha entre diversas necesidades económicas y la capacidad real del territorio. Según datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el 48,8% de los suelos en el departamento presenta un uso inadecuado, de los cuales un 38,1% está sobreutilizado y un 10,7% subutilizado. Esta problemática se agrava aún más debido a la escasez de estudios detallados, que solo cubren el 0,2% del área total, lo que impide un ordenamiento productivo y ambiental acorde a las características específicas de los suelos. A pesar de que el 35,7% del territorio se utiliza de acuerdo con su vocación, las tensiones derivadas de la expansión de zonas de reserva y la explotación minero-energética limitan considerablemente el espacio disponible para el sector agropecuario, afectando así su desarrollo potencial.

De acuerdo con el Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con enfoque territorial para el departamento del Huila, la producción hidroeléctrica contribuye a la situación de conflicto por el uso del suelo. Los embalses de Betania y El Quimbo<sup>1</sup> fueron concebidos con un carácter unipropósito orientado a la generación de energía, lo que históricamente ha desplazados los usos agropecuarios y ha generado alteración de caudales. En épocas secas, esta situación se traduce en restricciones para la disponibilidad del recurso, generando competencia entre sectores productivos y comunidades locales.

Sin embargo, el embalse de Betania ha incorporado con el tiempo otros usos complementarios, entre ellos la actividad piscícola en jaulas flotantes, sustentada en concesiones de agua otorgadas por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM). Esta actividad ha empezado a adquirir una importancia económica, aportando al encadenamiento productivo de la región en torno al cultivo y procesamiento de tilapia. La coexistencia de estos dos usos introduce nuevas dinámicas territoriales que, aunque aportan a la diversificación económica, también pueden intensificar las presiones sobre el recurso hídrico.

A estas tensiones se suma el proceso de compra de predios destinados para las actividades de compensación<sup>2</sup>, la ocupación de ganado y el desarrollo de actividades turísticas (construcción de infraestructura turística como miradores, balnearios, etc.) en la franja de protección perimetral y predios de propiedad de ENEL. Dichas actividades amplían la variedad de actores e intereses en torno al uso del suelo, generando conflictos por la apropiación y funcionalidad de los espacios riberenos por parte de las comunidades locales<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> En el proceso de otorgamiento de la licencia ambiental para el Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, el Gobierno Nacional estableció mesas de concertación interinstitucional en Huila, donde participaron EMGESA S.A. E.S.P., la Gobernación del Huila, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Agricultura, y varios municipios. Estas mesas se llevaron a cabo entre diciembre de 2008 y febrero de 2009, resultando en un documento de cooperación que incluyó compromisos para mitigar el impacto del proyecto. El 25 de marzo de 2009, la Gobernación radicó ante el Ministerio de Ambiente un documento que contenía los acuerdos finales alcanzados en estas mesas, los cuales debían ser considerados como obligaciones adicionales al Plan de Manejo Ambiental del proyecto. Se establecieron un total de 48 compromisos: 30 a cargo de EMGESA, 5 de los municipios, 5 de la Gobernación, 2 del Ministerio de Minas y 6 del Ministerio de Agricultura. Según el informe de seguimiento ambiental del periodo julio-diciembre de 2021, las obligaciones establecidas en los acuerdos y mencionadas en la Amazonía, declarada por la Ley 2ª de 1959, en donde, dicho seguimiento y control debe ser ejercido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

<sup>2</sup> Para el proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, existe dos tipos de compensación: 1) compensación por licencia ambiental y 2) compensación por sustracción de la Reserva Forestal de la Amazonía, declarada por la Ley 2ª de 1959, en donde, dicho seguimiento y control debe ser ejercido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

<sup>3</sup> La Autoridad Nacional ha efectuado seguimiento y control a la ejecución de la medida de compensación por aprovechamiento forestal incorporada al "Plan de Restauración Ecológica de Bosque Seco Tropical Central Hidroeléctrica El Quimbo". De igual manera, continúa con el trabajo interinstitucional, fortaleciendo las agendas interinstitucionales en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, las administraciones municipales de Paicol, Tesalia, Altamira, Garzón El Agrado y Gigante, la Procuraduría Ambiental y Agraria, La Gobernación del Huila, en el sentido de informar acerca de las visitas de seguimientos, los resultados de las mismas y verificación de aspectos específicos, así como el desarrollo de espacios de participación ampliada con los diferentes actores sociales en el área de influencia del proyecto, entre otras gestiones.





## Conflicto por el uso y acceso al recurso hídrico

El sector agropecuario en el área regionalizada es crucial y sigue creciendo, lo que intensifica la demanda de agua de corrientes superficiales. Esta situación ha ocasionado conflictos por la disponibilidad del recurso, afectando a usuarios de diferentes escalas. Para abordar estos problemas, las autoridades ambientales como la Corporación Autónoma Regional de Alto Magdalena (CAM), han implementado herramientas de gestión y administración del agua, basándose en el Decreto 1541 de 1978, que regula el uso de las aguas y establece reservas para garantizar una distribución equitativa y sostenible del recurso. Desde los años 60, se han reglamentado corrientes hídricas para asegurar un uso equitativo del recurso, y en los años 70,INDERENA continuó este proceso.

La evaluación de la dinámica hidrológica es crucial, ya que la oferta hídrica en el Huila se ve afectada por condiciones climáticas, especialmente en épocas secas, donde muchas corrientes pueden reducir su caudal drásticamente. La CAM está desarrollando la Evaluación Regional del Agua (ERA) para identificar áreas de alta vulnerabilidad y proponer acciones de gestión, como incrementar la cobertura vegetal y construir reservorios de agua en zonas críticas. Los resultados del ERA indican que la vulnerabilidad al desabastecimiento varía entre las subzonas hidrográficas, siendo más crítica en el norte del departamento. Se propone actualizar el registro de usuarios del agua y promover el uso eficiente del recurso, especialmente en áreas con alta demanda. Además, se destaca la necesidad de considerar el cambio climático en la planificación territorial, dado que afectará la disponibilidad de agua y la viabilidad de los cultivos, impactando la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los asentamientos humanos. El Plan de Cambio Climático Huila 2050 busca abordar estos desafíos mediante acciones conjuntas de la CAM, la Gobernación del Huila y USAID.

Es de señalar que, desde la ANLA se ha desempeñado un papel crucial en la gestión del recurso hídrico, evaluando y otorgando licencias ambientales para proyectos que impactan el agua y el medio ambiente. Esto incluye la revisión de estudios de impacto ambiental, el monitoreo del cumplimiento de las licencias, y la coordinación con Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) para abordar conflictos por el uso del agua.

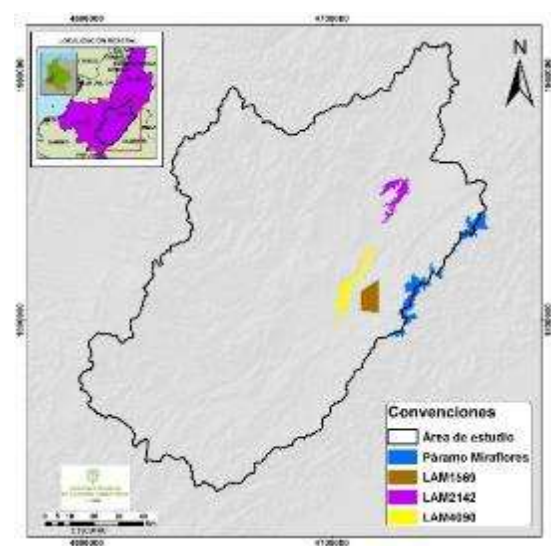
## Conflicto por proyectos, obras y/o actividades

De acuerdo con INDEPAZ y su informe sobre conflictos socioambientales en Colombia, los conflictos socioambientales han escalado de manera significativa en las últimas décadas, abarcando una variedad de actividades que incluyen la minería, la deforestación, la construcción de hidroeléctricas, la agroindustria, y los monocultivos, tanto legales como ilegales. Estos conflictos se distribuyen en diversas regiones del país y son impulsados por actividades en distintos sectores de la economía, como el agropecuario, la infraestructura, y la generación de energía. Además, afectan diferentes fases de los proyectos, desde la propuesta y planeación hasta la operación y el eventual abandono. En este contexto, el conflicto ambiental asociado a proyectos de energía en los departamentos de Cauca y Huila se manifiesta en las tensiones entre el desarrollo de infraestructura energética y la conservación de los ecosistemas locales principalmente. En Cauca, la construcción de las represas hidroeléctricas y la instalación de parques eólicos han generado preocupaciones sobre las afectaciones de recursos hídricos, la inundación de tierras agrícolas y la pérdida de la biodiversidad. Mientras tanto, en Huila, los proyectos de energía, como las hidroeléctricas, han sido fuente de conflictos debido a los impactos ambientales. Si bien este tipo de proyectos generan afectaciones sobre los ecosistemas y las comunidades locales, es importante señalar que cuentan con instrumentos de manejo ambiental como los Planes de Manejo Ambiental (PMA) y las medidas de compensación, prevención y mitigación que buscan reducir dichos impactos y orientar un uso más sostenible de los recursos.



Teniendo en cuenta las diferentes situaciones que se están presentando en la región, y considerando la información disponible en las fuentes consultadas, como el Mapa de Justicia Ambiental, Tablero de Identificación de Conflictos de la ANLA, Observatorio de Conflictos Ambientales (OCA)-Investigación para la defensa de los territorios de la Universidad Nacional de Colombia y la información recopilada por los Gestores Territoriales Ambientales de la ANLA a través de la Estrategia de Presencia Territorial, se identifica las siguientes alertas de conflictividad asociadas a tres proyectos, obra y/o actividad de competencia de la ANLA (Tabla 15), que corresponden a los expedientes LAM1569 (ver Tabla 18), LAM2142 (ver Tabla 17) y LAM4090 (ver Tabla 16):

Figura 21. Especialización de POA'S de competencia de la ANLA asociados a alertas de conflictividad en el área regionalizada



Fuente: ANLA, 2024.

Tabla 15. POAs con alertas de conflictividad

Sector	Expediente	Proyecto
Energía	LAM4090	Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo
Energía	LAM2142	Central Hidroeléctrica De Betania
Hidrocarburos	LAM1569	Establecimiento de PMA Bloque Exploratorio Matambo
Hidrocarburos	LAM4919	Área de Perforación Exploratoria Vsm-32

Fuente: ANLA, 2024.



## Alertas de conflictividad por proyecto, obra y/o actividad de competencia de la ANLA:

Tabla 16. Ficha técnica del conflicto socioecológico Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo

PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO			
Fecha de Inicio	2009	Duración	15 años
Ubicación	Municipios de Gigante, Garzón, Tesalia, Altamira, Paicol y Agrado, departamento de Huila.		
Contexto Territorial	La Central Hidroeléctrica El Quimbo, situada en la cuenca alta del río Magdalena y parte del Plan Maestro de Aprovechamiento del río Magdalena, fue construida por Emgesa (Grupo ENEL) con una inversión de US\$1.231 millones. Su construcción, inició en el año 2010 e inicio su funcionamiento en noviembre de 2015, con una capacidad instalada de 400 MW que genera aproximadamente el 4% de la demanda energética colombiana. No obstante, el proyecto ha generado controversia desde antes de su autorización en el 2009 debido a sus efectos sobre los medios de subsistencia locales, abordan más de 42.000 hectáreas de áreas de embalse, vías sustitutivas, compensación forestal y reasentamiento de poblaciones, así como áreas ecológicas y culturales importantes, incluyendo la Reserva Forestal de Ley 2ª de 1959 de la Amazonía. Los efectos han provocado una significativa movilización social, incluyendo recursos legales como acciones de tutela y populares, y la convocatoria de una Audiencia Pública Ambiental en 2016.		
Principales Afectaciones	<p><b>Afectaciones ecosistémicas:</b> La represa ha alterado las dinámicas hidrobiológicas del río Magdalena (transformación de un ecosistema lótico a uno léntico, que no presenta corriente continua), lo que ha generado variaciones la calidad del agua, la fauna acuática y la pesca. Además, ha generado sedimentación y vertimiento de residuos. También ha afectado más de 7.000 hectáreas de la Reserva Forestal de la Amazonía, lo que ha llevado a investigaciones y procesos sancionatorios.</p> <p><b>Afectaciones socioeconómicas:</b> Las afectaciones socioeconómicas del embalse han sido significativas. Se ha observado un aumento en la migración en los municipios de Gigante y Garzón, con el desplazamiento de aproximadamente 362 familias. Además, se han visto perjudicados 73 sitios arqueológicos y 4.514,9 hectáreas de tierras agrícolas, lo que ha resultado en la pérdida de 1.704 empleos. La infraestructura vial, eléctrica y de agua también ha sufrido daños, afectando gravemente a la comunidad. Asimismo, los sitios culturales, como la Capilla de San José de Belén, han sido impactados, y la pesca artesanal ha enfrentado problemas adicionales. La alteración del ordenamiento territorial ha afectado la producción y el empleo en el sector pesquero entre La Jagua y el embalse de Betania, generando consecuencias negativas para la economía local.</p>		
Fase del Conflicto	Media (Protestas y movilizaciones visibles).	Formas de movilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bloqueos, protestas y marchas.</li> <li>✓ Participación de ONG nacionales e internacionales.</li> <li>✓ Demandas, casos judiciales, activismo judicial.</li> <li>✓ Activismo basado en los medios/medios alternativos.</li> <li>✓ Cartas oficiales de quejas y peticiones.</li> <li>✓ Campañas públicas</li> </ul>
Dinámica de los Actores	La oposición al proyecto hidroeléctrico El Quimbo surge de la histórica carga del Huila como nodo de generación de energía, comenzando con la represa de Betania y extendiéndose a nuevos proyectos propuestos en el Plan Maestro del río Magdalena. La movilización social, que comenzó con el anuncio del proyecto en 2007, se ha intensificado debido a los elementos ambientales y sociales, como la exclusión y el efecto de poblaciones locales. Para abordar estos elementos, se han implementado mecanismos legales y de participación, como acciones de tutela y audiencias públicas, para proteger derechos y visibilizar afectaciones. No obstante, el conflicto sigue activo debido a las demandas de compensación y resistencia contra nuevos proyectos hidroeléctricos en la región.		
Actores Gubernamentales Relevantes	Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Agricultura, Parlamentarios del Huila, Procuraduría delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, Defensoría del Pueblo, Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Contraloría General de la República, Invias.	Organizaciones de la Sociedad Civil	Asoquimbo, Asociación Cultural y Ambientalista del Sur (ACAS), Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativos (ILSA), CENSAT Agua Viva, Movimiento para la Defensa y Liberación de la Madre Tierra, Plataforma Sur de Procesos Sociales, Universidad Sur colombiana, Fundación Natura Colombia, Enel/Emgesa/Endesa, ONIC.

Fuente: Mapa Mundial de Justicia Ambiental, 2024; Tablero Identificación de Conflictos, ANLA, 2024; Gestores Territoriales Ambientales de la ANLA; Observatorio de Conflictos Ambientales (OCA), UNAL, 2024.

Elaborado: ANLA, 2024

**Tabla 17.** Ficha técnica del conflicto socioecológico Proyecto Hidroeléctrico Betania

PROYECTO HIDROELÉCTRICO BETANIA			
Fecha de Inicio	1987	Duración	37 años
Ubicación	Municipios de Yaguará, Hobo, Campoalegre, Palermo, Neiva, departamento del Huila.		
Contexto Territorial	La Central Hidroeléctrica Betania (CHB), ubicada en la cuenca del río Magdalena en Huila, es el primer proyecto hidroeléctrico en esta región, con antecedentes que datan de 1948. Su construcción, iniciada tras estudios de prefactibilidad en la década de 1960, se justificó por la necesidad de mejorar la provisión de electricidad en el suroccidente colombiano, que enfrentaba deficiencias en el servicio y dependía de la central del río Prado en Tolima. Sin embargo, el proyecto enfrentó problemas financieros que causaron retrasos en los pagos a contratistas y alteraron las condiciones biofísicas del área, afectando los medios de vida de la población local y desencadenando un conflicto ambiental inédito en la región. Betania se convirtió en una experiencia clave para entender las implicaciones de las grandes centrales hidroeléctricas que han llevado a confrontaciones entre actores locales y nacionales. Estos aprendizajes han influido en la movilización social y en la oposición a futuros proyectos hidroeléctricos en la región, como Guarapas, Pericongo, Oporapa, Pérez, La Plata y El Quimbo.		
Principales Afectaciones	<p><b>Afectaciones ecosistémicas:</b> La construcción de la central hidroeléctrica ha transformo las características del río, lo que ha generado cambios en la velocidad de la corriente, influyendo en variaciones de calidad del agua y en la fauna acuática, incluyendo las poblaciones de peces. Además, ríos como el Yaguará y el Magdalena han sufrido consecuencias, incluyendo las variaciones de peces.</p> <p><b>Afectaciones socioeconómicas:</b> La construcción de la central hidroeléctrica tuvo un notable impacto en la región, elevando la demanda de productos y servicios, lo que aumentó el costo de vida y afectó la disponibilidad de materiales para construcciones locales. La desviación del río Magdalena perjudicó la pesca, la navegación y la comercialización de guadua, afectando ingresos y alimentación. También surgieron problemas como impagos a propietarios de terrenos, reducción en la producción agropecuaria y deficiencias en los servicios de energía, alcantarillado y agua potable, especialmente en Yaguará. La infraestructura clave, como la vía Yaguará-El Hobo, sufrió daños, afectando la conectividad regional.</p>		
Fase del Conflicto	Media (Protestas y movilizaciones visibles).	Formas de movilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bloqueos, protestas y marchas.</li> <li>✓ Participación de ONG nacionales e internacionales.</li> <li>✓ Demandas, casos judiciales, activismo judicial.</li> <li>✓ Activismo basado en los medios/medios alternativos.</li> <li>✓ Cartas oficiales de quejas y peticiones.</li> <li>✓ Campañas públicas</li> </ul>
Dinámica de los Actores	Las diferencias en torno a la represa de Betania comenzaron a manifestarse con cambios en las condiciones de vida de la población local y en la dinámica de los sectores productivos. Las reclamaciones sobre la compra y pago de tierras, así como las peticiones para su uso temporal, reflejaron el desempleo generado por el proyecto. Además, se denunciaron deficiencias en la capacitación para invertir adecuadamente los recursos de las compensaciones. Otro conflicto surgió por la pérdida de ingresos municipales debido al impuesto predial, tras la compra y anegación de predios, y el incumplimiento de Betania en la reposición de infraestructura. También se señalaron irregularidades en la obtención de permisos ambientales y en la remoción de vegetación, lo que provocó impactos ambientales y la intervención de autoridades. A su vez, surgieron conflictos laborales relacionados con la presunta persecución de dirigentes sindicales y despidos injustificados, así como el incumplimiento en el pago de salarios.		
Actores Gubernamentales Relevantes	Central de Betania, ICEL, ISA, Electrohuila, Alcaldía de Yaguará, Gobernación del Huila, INDERENA, Procuraduría General, Concejo de Yaguará, Alcaldía de Hobo, INCORA, Caja Agraria, Impregilo y Asociados.	Organizaciones de la Sociedad Civil	Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), Organizaciones Locales de Derechos Humanos y Medioambientales, Red de Organizaciones Comunitarias.

**Fuente:** Tablero Identificación de Conflictos, ANLA, 2024; Gestores Territoriales Ambientales de la ANLA; Observatorio de Conflictos Ambientales (OCA), UNAL, 2024.

**Elaborado:** ANLA, 2024

**Tabla 18.** Ficha técnica del conflicto socioecológico Área de Perforación Exploratoria VSM 32/“Bloque Matambo”/Cerro Páramo de Miraflores

ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA VSM 32/“BLOQUE MATAMBO”			
Fecha de Inicio	2011	Duración	13 años
Ubicación	Municipios de Gigante y Garzón, departamento del Huila		
Contexto Territorial	El departamento del Huila está en alerta debido a la exploración y explotación de petróleo cerca al ecosistema de páramo de Miraflores. Este complejo de páramos, con una extensión de 2,903 hectáreas en la cordillera Oriental, es crucial para la hidrografía regional, ya que alimenta importantes ríos y quebradas en las áreas del Magdalena-Cauca y Amazonas. Aunque no hay asentamientos humanos en el páramo, la zona circundante es habitada por poblaciones que dependen de la caficultura y otros cultivos. En el municipio de Gigante la compañía Emerald Energy PLC tiene concesionado el “Bloque Matambo”, (que comparte con el municipio de Garzón), para el cual le fue otorgado en el año 1998 licencia exploratoria. Posteriormente, el Ministerio de Ambiente le otorgó mediante Resolución 944 de 2002 Licencia para la explotación de hidrocarburos en el denominado proyecto “Campo Gigante” el cual se localiza en la vereda Cascajal, Inspección de Silvania, donde se realizó del montaje de cinco plataformas para extraer petróleo, a 1.600 msnm. Esta licencia ha sido modificada en varias oportunidades, y finalmente la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales mediante la Resolución N° 0801 de agosto 12 de 2013 además de otras determinaciones, modificó la licencia ambiental inicialmente concedida ampliando el área de explotación en 117 ha, a una zona que fue sustraída de la Zona de Reserva Forestal de la Amazonia. La comunidad local ha reportado afectaciones significativas, incluyendo afectación del tejido social y problemas ambientales, exigiendo la anulación de la licencia; en respuesta, se conformó el Movimiento Regional por la Defensa del Territorio.		
Principales Afectaciones	<p><b>Afectaciones ecosistémicas:</b> Las actividades de exploración de hidrocarburos, principalmente han generado afectaciones en lo relacionado con la producción y regulación hídrica, así como, la ocurrencia de derrumbes de tierra y procesos erosivos.</p> <p><b>Afectaciones socioeconómicas:</b> El impacto social se ha derivado de los cambios en el uso de la tierra por parte de las comunidades tradicional de economía campesina, que con una relevante conciencia ambiental ha propugnado por la protección del páramo y bosque altos andinos circundantes y a través de sus líderes han impulsado la creación del Parque Natural Regional de Miraflores.</p>		
Fase del Conflicto	Media (Protestas y movilizaciones visibles).	Formas de movilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bloqueos, protestas y marchas.</li> <li>✓ Participación de ONG nacionales e internacionales.</li> <li>✓ Demandas, casos judiciales, activismo judicial.</li> <li>✓ Activismo basado en los medios/medios alternativos.</li> <li>✓ Cartas oficiales de quejas y peticiones.</li> <li>✓ Campañas públicas</li> </ul>
Dinámica de los Actores	Las comunidades locales han manifestado serias preocupaciones sobre los impactos ambientales y sociales del proyecto, incluyendo afectación de la calidad del agua y del suelo, así como dudas sobre los beneficios reales para la región y los riesgos asociados a la explotación petrolera. En respuesta, han organizado protestas para exigir mayor transparencia en el proceso de licenciamiento y garantías de protección ambiental. Las organizaciones ambientales y sociales han apoyado estas demandas, realizando vigilancia del proyecto, denunciando posibles afectaciones y promoviendo una evaluación rigurosa de los riesgos. Además, han interpuesto recursos legales para asegurar el cumplimiento de los estándares ambientales. La movilización ha generado espacios de diálogo entre comunidades, empresas y el gobierno, conduciendo a algunas medidas compensatorias		
Actores Gubernamentales Relevantes	Presidencia de la República, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Senado de la República, Contraloría General de la República, Gobernación del Huila, Alcaldía de Garzón y Gigante, Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena	Organizaciones de la Sociedad Civil	Comité Cívico en Defensa del Territorio, Movimiento por la Liberación y Defensa de la Madre Tierra, Asociación Intersectorial de Gigante, Juntas de Acción Comunal del Huila, Consejo Regional Indígena del Huila, CENSAT AGUA VIVA, Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativos (Ilsa).

**Fuente:** Mapa Mundial de Justicia Ambiental, 2024; Tablero Identificación de Conflictos, ANLA, 2024; Gestores Territoriales Ambientales de la ANLA; Observatorio de Conflictos Ambientales (OCA), UNAL, 2024; Plan de Manejo Ambiental (PMA) Parque Natural Regional “Cerro Paramo de Miraflores- Rigoberto Urriago”, 2018.

**Elaborado:** ANLA, 2024

## F. PERCEPCIÓN CIUDADANA DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL

El análisis se enfoca en la percepción ciudadana sobre el licenciamiento ambiental de proyectos, considerando quejas, denuncias y solicitudes de información, así como los últimos conceptos técnicos de seguimiento. La percepción ciudadana recoge opiniones subjetivas que pueden reflejar inconformidades sobre el desarrollo



ambiental y el proceso de licenciamiento, identificando posibles impactos ambientales y causas de conflicto socioambiental. El informe destaca las tensiones y aspectos de interés para los actores locales y regionales, basándose en el análisis de comunicados e información documental revisada.

## Quejas, Denuncias Ambientales y Solicitudes de Información (Temporalidad de información: 2022-2024)

Los temas de inconformidades manifestadas por las comunidades y/o autoridades de los territorios intervenidos con los proyectos en el área regionalizada, se identificaron particularmente catorce (14) QUEDASI relacionadas con los expedientes LAM2307, LAM3028, LAM4229, LAM4419, LAM4919, LAM5474, LAM5868 y LAM8821-00 del sector de hidrocarburos; LAV0080-00-2017, LAV0081-00-2017 y LAV0009-00-2017 del sector de infraestructura; LAM2142, LAM4090 y LAM3323 del sector de energía. En la siguiente tabla (ver **Tabla 19**), se presenta los principales aspectos relacionados, situación evidenciada y respuesta/atención brindada por la ANLA:

**Tabla 19.** Proyectos con reporte de QUEDASI y atención brindada por la ANLA

N°	Expediente	N° de Concepto Técnico	Descripción de la QUEDASI	Descripción del requerimiento por parte de la ANLA respecto a la QUEDASI
<b>Sector de Hidrocarburos</b>				
1.	LAM2307	N° 006547 del lunes, 02 de septiembre de 2024	La ciudadanía manifestó sus preocupaciones sobre una estructura cercana a la desembocadura de la quebrada Guamal en el río Magdalena, que actúa como una represa para controlar derrames de hidrocarburos de la batería Cebú de la empresa, ubicada a unos 550 metros aproximadamente. Adicionalmente, indican que ECOPEPETROL no ha desarrollado las actividades de descolmatación de la quebrada de manera oportuna, lo que requiere intervenciones periódicas que, según la ciudadanía, deberían evitarse.	Se requiere realizar un estudio hidrológico, hidráulico y sedimentológico de la quebrada El Guamal que incluya: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización hidrológica e hidráulica, analizando caudales máximos y evaluando las dimensiones de la estructura de control y su impacto en la hidrología.</li> <li>• Modelación de transporte de sedimentos y análisis de posibles cambios en la morfología del lecho debido al punto de control.</li> <li>• Medidas de manejo para prevenir o mitigar alteraciones en la dinámica fluvial y el régimen sedimentológico de la quebrada.</li> <li>• Análisis multitemporal de la cobertura vegetal a lo largo de la quebrada.</li> <li>• Modelo de nicho ecológico de las especies vegetales actuales en relación con variables climáticas en tres periodos: hace 50 años, actualmente y dentro de 20 años.</li> </ul>
2.			La Junta de Acción Comunal de la vereda Cuisinde Sector Santa Clara y representantes de la empresa Serviambiental señalaron que la batería de Santa Clara emite olores fuertes, especialmente por las noches a partir de las nueve. Además, solicitaron mejorar la iluminación en la parte trasera de la batería, ya que el área oscura genera inseguridad, y sugirieron la siembra de árboles dentro de las instalaciones para abordar el cambio climático.	En cumplimiento de la ficha 7.12.1. Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias – PQRS, se requiere solicitar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar los soportes de atención y gestión de la queja interpuesta por la Junta de Acción Comunal (JAC) de la vereda Cuisinde Sector Santa Clara en el municipio de Palermo – Huila; asociada con la presunta generación de olores fuertes en la jornada nocturna.</li> </ul>
3.	LAM3028	N° 001752 del martes, 26 de marzo de 2024	El presidente de la Junta de Acción Comunal señala que la comunidad manifestó sus preocupaciones constantes sobre la falta de participación del personal municipal en los proyectos. Esto ha generado inquietudes y quejas relacionadas con los Planes de Compensación e Inversión del 1%. Además, se han recibido quejas específicas de los líderes comunales de las veredas Alto de la Hocha y El Espinal sobre la ejecución de dichos planes.	En cumplimiento de la ficha 8.3.4. Conflictos sociales generados en las diferentes etapas del proyecto, se requiere solicitar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar los soportes documentales correspondientes a la atención brindada por el operador al conflicto social creciente evidenciado durante la visita de seguimiento realizada los días 15 al 18 de marzo de 2021, que permitan evidenciar el manejo dado a la atención a las quejas relacionadas con la ejecución de los Planes de compensación e inversión del 1% con los líderes comunales de las veredas del AID.</li> </ul>
4.	LAM4229	N° 006377 del jueves, 29 de agosto de 2024	La ciudadanía manifestó sus quejas sobre la generación de material particulado, atribuida al mal estado de las vías y al exceso de velocidad de los vehículos en la zona; aunque las unidades territoriales han mostrado preocupación y proporcionado una respuesta inicial, aún se espera la implementación de estrategias que ofrezcan una solución definitiva al problema.	En cumplimiento de las medidas 4 y 5 de la ficha 7.13.1 Manejo de fuentes de emisiones de material particulado y gases, medida 2 de la ficha 7.3.2.1 Programa de información y participación comunitaria y ficha 8.3.4. Conflictos generados durante las distintas etapas del proyecto, se requiere solicitar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar soportes documentales de la ejecución de un plan de mejora en la implementación de medidas para el control de la emisión de material particulado en cercanías de las viviendas ubicadas en la vía de acceso al proyecto y el control sobre los excesos de velocidad.</li> </ul>

5.	LAM4419	N° 001342 del martes, 12 de marzo de 2024	El presidente de la JAC de la vereda El Tablón y el propietario del predio El Retiro, reportaron deslizamientos en su terreno y un saldo pendiente por servidumbre. Adicionalmente, en reunión con la alcaldía y representantes de otras veredas, el presidente de la JAC expresó su desacuerdo con el Plan de Compensación, alegando falta de información sobre las afectaciones ambientales y la ausencia de beneficios para su comunidad.	En cumplimiento de la Ficha de seguimiento 4.2.1.1 Información y Comunicación a la Comunidad y Autoridades Locales, se requiere solicitar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar los soportes de las acciones de seguimiento implementadas en relación con la queja manifestada por las JAC de las veredas San Isidro y El Tablón, relacionada con el Plan de compensación aprobado mediante la Resolución 2652 del 4 de noviembre de 2022.</li> </ul>
6.	LAM4919	N° 8425 del jueves, 30 de noviembre de 2023	Queja sobre remoción en masa: Los residentes han expresado preocupaciones sobre las afectaciones causadas por remociones en masa cerca del pozo Anchala 1 en 2010-2011 y en la quebrada Las Parras en 2021. Solicitaron a ECOPETROL S.A. realizar monitoreos topográficos para evaluar la persistencia de movimientos en el terreno.	En cumplimiento de la ficha 4.1.1.1 Información y Comunicación a la Comunidad y Autoridades Municipales y la ficha 4.2.2.1 seguimiento y control a los procesos erosivos o dinamizados por el proyecto, respectivamente, solicitar la ejecución de las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte documental de respuesta a la solicitud manifestada por el presidente de la Junta de Acción Comunal de la vereda el Tablón, del municipio de La Plata, respecto a la socialización de los resultados del monitoreo topográfico realizado en el área de la Plataforma del pozo Anchala 1.</li> <li>• Presentar un cronograma con la proyección de los monitoreos de los taludes y área de la locación Anchala 1, durante y posterior a la finalización de las labores de construcción de las obras para controlar los procesos erosivos identificados en un área del sector occidental de la locación y los respectivos informes de avance de acuerdo con la ejecución planteada.</li> </ul>
7.			Queja sobre el Plan de Compensación: La comunidad de El Tablón ha manifestado inconformidad respecto al Plan de Compensación que ECOPETROL está implementando en 5,4 hectáreas en El Altico, que incluye reforestación de especies nativas. A pesar de las reuniones informativas realizadas por la empresa, los residentes consideran que este plan debería ejecutarse en el área donde se llevó a cabo el proyecto original.	
8.	LAM5474	N° 004571 del martes, 02 de julio de 2024	El presidente de la Junta de Acción Comunal de la vereda San José Bajo sector Santa María, manifestó una queja relacionada con la presunta mortandad de individuos arbóreos sembrados en el marco del Plan de Inversión de no menos del 1%.	En cumplimiento del programa 7.5.2.3 Atención a peticiones, quejas, reclamos y sugerencias – PQRS, se requiere solicitar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar los soportes de atención y gestión a la queja interpuesta desde la Junta de Acción Comunal – JAC de la vereda San José Bajo sector Santa María en el municipio de Aipe – Huila; relacionada con la presunta mortandad de individuos arbóreos sembrados en el marco de inversión de no menos del 1%.</li> </ul>
9.	LAM5868	N° 002676 del martes, 30 de abril de 2024	La ciudadanía manifestó una queja relacionada con información respecto de decidir sobre el desmantelamiento o la conservación de la vía construida como acceso al pozo Goliat 1.	En cumplimiento de la ficha 7.5.5.1 Atención a peticiones, quejas, reclamos y sugerencias – PQRS y el Artículo 31 de la Resolución 183 del 26 de febrero de 2013, se requiere solicitar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar los soportes documentales de la respuesta dada a la queja interpuesta el día 19 de marzo de 2024, con el fin de decidir sobre el desmantelamiento o la conservación de la vía construida como acceso al pozo Goliat 1.</li> </ul>
10.	LAM8821-00	N° 7625 del jueves, 09 de noviembre de 2023	La ciudadanía manifestó varias quejas relacionadas con la necesidad de identificación y resolución de problemas en predios de Yaguará afectados por las intervenciones del sistema de transporte Yaguará-Tenay durante 2022 y 2023. Además, de evaluar los posibles conflictos en la vereda Nazareth del municipio de Perdomo, en colaboración con la oficina de gestión del riesgo y la Secretaría de Planeación.	En cumplimiento de la ficha SSM-04. Atención de inquietudes, solicitudes o reclamos de las comunidades, se requiere solicitar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones de relacionamiento con delegados de la Administración municipal de Yaguará para la identificación y atención a predios con quejas por intervenciones a causa de actividades de mantenimiento y/o correctivas del sistema de transporte Yaguará Tenay durante el periodo 2022 y 2023.</li> <li>• Acciones de relacionamiento con delegados de la oficina de gestión del riesgo, Secretaría de Planeación y propietarios con influencia del sistema de transporte, en la vereda Nazareth del municipio de Perdomo, para la identificación de condiciones de posible conflictividad en el territorio y generación de propuesta de atención conjunta.</li> <li>• Socialización con delegados de la oficina de gestión del riesgo, Secretaría de Planeación y propietarios con influencia del sistema de transporte en vereda Nazareth del municipio de Perdomo, del estado legal de las servidumbres del oleoducto Yaguará Tenay por parte del Titular.</li> <li>• Socialización y realización de recorrido con actores sociales de interés, representantes de JAC y propietarios de predios del área de influencia del proyecto, en la vereda San Andrés de Burisaco del municipio de Neiva, que permitan verificar la localización del sistema en el territorio. Lo anterior, en cumplimiento</li> </ul>
<b>Sector de Infraestructura</b>				
11.	LAV0080-00-2017	N° 003679 del miércoles, 05	La ciudadanía manifestó varias quejas relacionadas con posibles afectaciones a viviendas y negocios debido a agrietamientos en pisos y paredes	En cumplimiento de: Programa Atención al Usuario Ficha CW 3-2, Programa Manejo y control de infraestructura Ficha CW 3-8 y Programa 11 Conflictos Sociales, se requiere solicitar la atención de las

		de junio de 2024	causados por las obras; el incumplimiento del concesionario en responder a las solicitudes de la comunidad y afectación de redes eléctricas municipales por la "piloteadora" del concesionario.	<p>inquietudes y quejas manifestadas por la comunidad de Puerto Seco y presentar un informe con las respectivas evidencias documentales (actas, registros de asistencia, comunicados y demás medios de relacionamiento utilizados); en el cual se registre lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La atención a las quejas por presunta afectación a las infraestructuras de viviendas y negocios, producto posiblemente del uso de maquinaria pesada en la zona donde se construye la nueva vía.</li> <li>La atención dada a las solicitudes presentadas durante las mesas de trabajo y cuyo compromiso de respuesta por parte del concesionario era el 26 de marzo de 2023. c. La atención dada a la queja verbal interpuesta por el ciudadano en relación con la afectación a las redes de energía eléctrica por la movilización de la piloteadora por la vía nacional.</li> </ul>
12.	LAV0081-00-2017	N° 004245 del lunes, 24 de junio de 2024	El propietario del predio 39, presentó una queja debido a daños en su piscina y casa causados por las obras de la segunda calzada. Ruta al Sur S.A.S. informó que está atendiendo la situación y ha instalado mirillas topográficas para determinar el origen de los problemas, dado que el movimiento de tierras realizado no debería haber causado desplazamientos en los terrenos aledaños.	<p>En cumplimiento del Programa de Atención al usuario Ficha CSC – 3.2, se requiere solicitar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presentar un informe de la atención brindada a la queja interpuesta por el propietario del predio 39, por presunta afectación de la piscina y la vivienda. Este informe debe contener las evidencias documentales consistentes en: actas, registros de visita, registros fotográficos, correspondencia de respuesta entre otras que permitan soportar la recepción, trámite y solución de la queja.</li> </ul>
<b>Sector de Energía</b>				
13.	LAM2142	N° 008555 del martes, 05 de diciembre de 2023	Durante la visita de seguimiento, se confirmó la realización de los espacios de participación, pero las quejas persisten, especialmente sobre las afectaciones a la pesca debido al bajo nivel del embalse y la presencia de sedimentos, que impiden el acceso a los puertos. En febrero de 2022, se observó una posible falta de conectividad ecosistémica y cambios en las comunidades hidrobiológicas debido a la sedimentación, que también afecta la seguridad alimentaria regional al crear pocetas donde la fauna íctica queda atrapada. Las fluctuaciones en el caudal y la sedimentación del embalse, exacerbadas por factores antrópicos, están generando impactos socioambientales que afectan la disponibilidad de recursos pesqueros y las actividades productivas.	<p>En cumplimiento de la medida 1., Articular la gestión de EMGESA con las entidades municipales, departamentales y ambientales, se requiere solicitar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presentar los soportes que permitan verificar las gestiones lideradas por EMGESA S.A. E.SP. con los grupos y actores de interés del área de influencia del proyecto (asociaciones de pescadores artesanales, administraciones municipales, personería municipal y otros) para la atención de la denuncia ambiental relacionada con afectación a la actividad económica de pesca artesanal; por causa de los bajos niveles periódicos y constantes del nivel del embalse en la Central Hidroeléctrica de Betania.</li> </ul>
14.	LAM4090	N° 006371 del jueves, 29 de agosto de 2024	La ciudadanía manifestó que el proceso de compra de predios ha enfrentado varias dificultades, incluyendo una creciente conflictividad social debido al rechazo de las comunidades hacia las áreas destinadas a compensación. Existen problemas institucionales, como el aumento de invasiones y consultas por parte de la representante de la Comisión Quinta sobre la entrega de predios en la franja que podrían ser cedidos a las comunidades locales, lo cual ha generado expectativas. Además, hay conflictos con ganaderos, el sector turístico y pescadores artesanales, así como con una reserva forestal privada (El Biche) y zonas de compensación de los proyectos Quimbo y Betania.	<p>En cumplimiento del Programa de Compensación Biótica – Ficha CB-1 (Gestión y manejo de predios de compensación ambiental) y el Programa de Conflictos Sociales – Ficha CS-11, se requiere presentar un informe detallado sobre el estado actual del proceso de adquisición, manejo y destinación de los predios comprometidos como áreas de compensación ambiental, indicando las acciones implementadas para prevenir ocupaciones irregulares, conflictos por uso del suelo y expectativas sociales frente a la posible cesión de predios.</p> <p>El informe deberá contener evidencias documentales y geoespaciales (actas, registros de coordinación institucional, reportes de visitas, mapas y fotografías), y precisar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La delimitación y estado de las áreas de compensación y franja de protección del embalse.</li> <li>Las medidas adoptadas frente a los conflictos con ganaderos, pescadores, el sector turístico y la reserva forestal privada "El Biche".</li> <li>Los mecanismos de articulación y comunicación con la CAM, las administraciones municipales y las comunidades locales para el manejo y vigilancia de los predios.</li> </ul>

**Fuente:** Conceptos Técnicos de seguimiento con visita suscritos en el 2023-2024, ANLA, 2024.

**Nota:** Es de aclarar que en el caso de que existan quejas y/o denuncias ambientales pendientes de atender, esta Autoridad estará dando atención y alcance a estas, mediante los procesos de control y seguimiento a los diferentes proyectos presentes en la región.

ANEXO QUEDASI Para ampliar la información, dar clic en el siguiente enlace: [23092024\\_AnexoQUEDASI\\_VF1.xlsx](#)

## Tablero de control sobre Denuncias por presuntas Infracciones Ambientales (Temporalidad de revisión de la información: 2022-2024)

Para los municipios y proyectos que integran el área regionalizada, con un periodo de revisión de enero del 2022 a septiembre del 2024, se cuenta con un registro de **4 denuncias** por presuntas infracciones ambientales

asociadas a **3 proyectos**, correspondiente al expediente LAV0007-00-2017 (Construcción De La Variante Campoalegre) y LAM2307 (Área De Producción Huila Norte) del sector de hidrocarburos y al LAM2142 (Central Hidroeléctrica De Betania) del sector de energía, donde estas posibles afectaciones se reportan en diferentes áreas de los municipios de Campoalegre, Hobo y Neiva (ver **Tabla 20**). Las denuncias presentadas expresan varias preocupaciones clave, entre las que destacan la presunta afectación causada por el derrame de petróleo en Finca El Cebú, que puede dificultar el acceso a agua limpia. También temen por la seguridad y durabilidad del puente en construcción, al considerar que no se están tomando en cuenta los caudales históricos del río. Además, se indica que los problemas de oxigenación del agua afectan la pesca, una actividad crucial para su economía y subsistencia. Por último, la falta de información en los proyectos de infraestructura, como el que afecta al Puente Amarillo, genera desconfianza y un sentimiento de exclusión en la toma de decisiones que impactan directamente a las comunidades locales.

**Tabla 20.** Resumen de las Denuncias por presuntas infracciones ambientales asociadas a proyectos, obras y/o actividades de competencia de la ANLA

Expediente	Principal recurso afectado	Fecha de la denuncia Día/Mes/Año	Principales causas identificadas	Ubicación geográfica con mayor incidencia	Descripción del impacto relacionado	Sancionatorio relacionado/Requerimiento por ANLA vía seguimiento
LAM2307	Biótico	16/03/2023	<b>Derrame de petróleo en Finca El Cebú:</b> se denuncia un derrame de crudo, con evidencia visual que muestra el sitio de ruptura del tubo y la afectación cercana a la quebrada La Pava y en la carretera de acceso a la finca. El derrame se extiende hasta la desembocadura de la quebrada en el río Magdalena.	Neiva	Presunta afectación en la calidad del agua superficial y del ecosistema acuático	CONCEPTO TÉCNICO No. 5682 del miércoles, 06 de septiembre de 2023: se concluye que la Sociedad atendió la contingencia correctamente, pero se requiere que presente los reportes parciales cada 20 días desde el 8 de julio de 2023, detallando las medidas adoptadas para mitigar el derrame ocurrido el 10 de marzo de 2023, en cumplimiento de la Resolución 1767 del 2016. ANLA evaluará la necesidad de imponer medidas adicionales para el seguimiento ambiental de la contingencia.
LAV0007-00-2017	Hídrico	26/12/2023	<b>Construcción de puente sobre el río Arenoso:</b> la comunidad alerta sobre la construcción de un puente en la UF1, señalando que no se están considerando los caudales históricos del río, lo que podría comprometer la durabilidad de la obra. Se critica la falta de medidas para mitigar el impacto ambiental y se solicita a la entidad responsable que realice investigaciones y mejore los procesos constructivos.	Campoalegre	Presunta afectación del ecosistema	SAN0182-00-2023 (para ampliar la información del sancionatorio ver <b>Tabla 21</b> )
LAM2142	Hídrico	01/02/2023	<b>Impactos en la pesca por oxigenación del agua:</b> se reporta una posible infracción ambiental relacionada con la afectación a los peces debido a problemas de oxigenación y a los niveles del embalse, lo que afecta las actividades pesqueras en la zona.	Hobo	Presunta afectación del recurso pesquero	CONCEPTO TÉCNICO No. 3906 del viernes, 30 de junio de 2023: la ANLA respondió el 27 de febrero de 2023, informando que emitirá un pronunciamiento técnico sobre la presunta afectación a peces y los niveles del embalse, el cual será comunicado mediante Acto Administrativo, según la Ley 1437 de 2011. Además, en relación con las actividades de pesca, se

						atendieron denuncias de la Asociación de pescadores y la veeduría ciudadana, realizando una visita de seguimiento y control ambiental el 7 de febrero de 2023, con el fin de recopilar información técnica relevante.
	Hídrico, biótico y social	03/09/2022	Afectaciones en el Puente Amarillo: se denuncia la afectación relacionada con el proyecto de la Central Hidroeléctrica, específicamente en el Puente Amarillo, aunque no se especifican detalles adicionales en la denuncia.		Presunta afectación a la infraestructura social y al ecosistema acuático	CONCEPTO TÉCNICO No. 07375 del 29 de noviembre de 2022: la ANLA respondió a una denuncia sobre afectaciones por la Central Hidroeléctrica de Betania, indicando que el problema no está relacionado con la operación de la central, sino con las crecientes de la Quebrada El Hobito y la acumulación de sedimentos. Además, aclaró que el mantenimiento de las vías públicas es responsabilidad de los entes territoriales. El tema fue trasladado a la Gobernación del Huila para su atención, ya que no corresponde a la ANLA.

**Fuente:** Tablero de Control de Denuncias por Presuntas Infracciones Ambientales, ANLA, 2024.

ANEXO AGIL Para ampliar la información, dar clic en el siguiente enlace: [23092024\\_AnexoAGIL\\_VF1.xlsm](#)

## G. SENTENCIAS PROFERIDAS POR LA CORTE CONSTITUCIONAL EN JURISDICCIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS/MUNICIPIOS DEL ÁREA REGIONALIZADA

En el marco del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, el conflicto socioecoecológico ha trascendido las tensiones ambientales y productivas para expresarse también en el ámbito jurídico, a través de diversas acciones de tutela y pronunciamientos judiciales. La Sentencia T-135 constituye un hito relevante al abordar las controversias relacionadas con el censo de población impactada, reconociendo la necesidad de garantizar la participación efectiva y la inclusión de las comunidades afectadas en los procesos de caracterización y compensación. Asimismo, se registran fallos de tutela orientados a proteger derechos colectivos y fundamentales en torno a la conectividad sobre el río Magdalena a la altura del centro poblado La Cañada, interpuesta en conexidad con el derecho a la educación de la población en edad escolar, ante las dificultades de movilidad y acceso derivadas de las obras del proyecto. De igual manera, la tutela asociada al estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo (AVR) refleja la preocupación por las condiciones de seguridad y habitabilidad de las viviendas en la comunidad de La Cañada, en el contexto de los cambios geomorfológicos y de estabilidad generados por el embalse. En conjunto, estas decisiones judiciales evidencian cómo los impactos del proyecto han sido objeto de revisión constitucional, configurando un escenario en el que la justicia ambiental y los derechos sociales se entrelazan con las disputas territoriales y las demandas de reparación y adaptación por parte de las comunidades locales.

## H. PROCESOS JURÍDICOS Y SANCIONATORIOS AMBIENTALES ASOCIADOS A POA DE COMPETENCIA DE LA ENTIDAD

El régimen sancionatorio previsto en la Ley 1333 de 2009 ha dado herramientas a las autoridades ambientales y la potestad sancionatoria en materia ambiental para imponer y ejecutar las medidas preventivas y sancionatorias necesarias. Para garantizar la efectividad de los principios y fines previstos en la Constitución,



los tratados internacionales, la ley y el reglamento, se contemplan sanciones administrativas y medidas preventivas, cuya función es evitar la continuación o realización de acciones en contra del medio ambiente. En este sentido, en el área regionalizada se identifican procesos sancionatorios (ver **Tabla 21**) asociados a proyectos, obras y/o actividades de competencia de la ANLA.

**Tabla 21.** Descripción general de los proyectos de competencia de la ANLA con procesos sancionatorios ambientales

Expediente	Proyecto	Fecha Acto Administrativo	N° Sancionatorio	N° de Auto	Descripción de Auto Administrativo	Motivante
LAM4090	Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo	3/09/2024	SAN0081-00-2016	1931	Resolución Recursos/Revocatoria	Se brinda respuesta al recurso de reposición interpuesto por la empresa, donde la ANLA confirma en su totalidad la decisión adoptada, no ajustará o modificará el valor de la sanción de multa impuesta, considerando que los procedimientos para medición del ruido ambiental eran contrarios a los establecidos en la Norma Nacional de Ruido y Ruido Ambiental, por no realizar la totalidad de monitoreos en el Sistema de Vigilancia de la calidad del Aire Industrial y por realizar monitoreos de calidad de las aguas residuales domésticas en el afluente y efluente con un laboratorio que no se encontraba acreditado por el IDEAM.
		19/01/2024	SAN0120-00-2019	69	Resolución Recursos/Revocatoria	Se resuelve el recurso de reposición interpuesto por la empresa, donde la ANLA en la parte resolutoria confirma en su totalidad la decisión adoptada y no modificará el valor de la sanción de multa impuesta a razón de la valoración de los criterios que resultaron de las circunstancias que dieron origen a la conducta investigada y que dio lugar al cargo formulado.
		30/04/2024	SAN0127-00-2024	2781	Auto de Inicio	Concepto de inicio de proceso sancionatorio, considerando que la empresa no comunicó todos los reportes parciales y finales de dos contingencias, lo que impidió a la Autoridad verificar las afectaciones, sus causas y las acciones implementadas para mitigar el impacto en los medios físico, biótico y socioeconómico. Esto limitó la capacidad de la Autoridad para evaluar los hechos e imponer medidas adicionales, tal como lo establece la Resolución 1767 de 2016.
		20/02/2024	SAN0199-00-2023	715	Auto de formulación de cargos	Concepto de evaluación técnica para inicio de proceso sancionatorio por no adelantar las actividades de control de crecimiento de macrófitas, que incluyen inspección, registro, determinación de tasas de crecimiento y retiro, de conformidad a lo establecido en el Artículo Decimo de la Resolución 899 del 15 de mayo de 2009.
LAM1105	Carretera Florencia - Altamira, Sector Juntas - Depresión El Vergel.	29/08/2024	SAN0534-00-2019	1896	Resolución declara caducidad de un sancionatorio	Se declarará la caducidad del proceso sancionatorio inicialmente motivado por haber allegado fuera de los tiempos señalados, el Plan de Reforestación correspondiente a la reforestación de 100 hectáreas distribuidas en las principales microcuencas de la parte baja del valle del río Suaza obligación contemplada en la Resolución N°. 236 del 4 de agosto de 1994 Y por no dar remitir los soportes relaciones con los análisis y las recomendaciones para controlar los cambios generados por las actividades del proyecto y su implementación.
LAV0007-00-2017	Construcción De La Variante Campoalegre	17/04/2024	SAN0182-00-2023	683	Resolución levanta medida preventiva	Concepto técnico de seguimiento a medidas preventivas impuestas en el marco del procedimiento sancionatorio ambiental, motivado por la ejecución del cruce del proyecto con el cuerpo de agua identificado en el Estudio de Impacto Ambiental como Quebrada NN3, las cuales fueron realizadas sin estar autorizadas en la Resolución N° 0861 de 25 de julio de 2017, lo que implica que no se cuenta con las medidas de manejo aprobadas para el desarrollo de las obras y actividades descritas, así como tampoco se cuenta con el permiso de ocupación de cauce temporal

LAV0018-13	Subestación Tesalia 230 Kv Y Líneas De Transmisión Tesalia – Altamira 230 Kv, Reconfiguración De La Línea De Trans-230 Kv Betania – Jamondino, Ampliación De La Sube Altamira 230 Kv, Umpe 05 De 2009	25/06/2024	SAN0130-00-2024	4703	Auto de inicio	Se ordena el inicio de una actuación debido al incumplimiento de Grupo Energía Bogotá S.A. E.S.P. (GEB) en relación con el proyecto. El hecho que origina esta acción es la falta de presentación de la actualización de la base de inversión del Plan de Inversión Forzosa del 1% para el periodo 2013-2018. La Autoridad señala que GEB no cumplió con lo estipulado en la Ley 1955 de 2019 y en varios requerimientos administrativos previos.
LAM3703	Área De Interés Para La Perforación Exploratoria Guanábana	07/02/2024	SAN0127-00-2020	490	Auto de Archivo	Se ordena dar por terminado y en consecuencia ordenar el archivo de la actuación sancionatoria surtida en el expediente SAN0127-00-2020 cuya decisión se acogió mediante Resolución N° 2206 del 28 de septiembre de 2023, considerando que se agotaron las etapas propias del procedimiento administrativo ambiental de carácter sancionatorio.

**Fuente:** Tablero de Estado de Procesos Sancionatorios Ambientales y Seguimiento del Cumplimiento de Medidas Preventivas-Grupo de Actuaciones Sancionatorias, ANLA, 2024.

## X. PAISAJE Y VALORACIÓN ECONÓMICA

### A. PAISAJE

Basado en los análisis del área de estudio, alrededor de 580.868 ha (497.552 ha del Departamento del Huila y 83.316 del Tolima), y utilizando la metodología Corine Land Cover para Colombia (1:100.000) del año 2020, se analizó de forma descriptiva los tipos de cobertura. Los resultados del análisis muestran un paisaje en el que predomina la actividad agrícola y pecuaria, con un valor de 35,71% del área expresado por pastos y cultivos, para esta última categoría sobresale el cultivo de arroz.

En cuanto a coberturas vegetales, el bosque denso alto de tierra firme obtuvo un valor de 23,79%, seguido de arbustales densos y abiertos con un valor de 5,21%.

Para el caso de las áreas de construcciones antrópicas (zonas urbanas, zonas industriales y comerciales, zonas de recreación y aeropuertos) estas mostraron un 1,02% en términos de cobertura. Además, si se adiciona las construcciones de embalses, representados por los proyectos de las hidroeléctricas de Betania y Quimbo (1,83 %) se estima un consolidado de 2.85% del total del área de estudio.

### B. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL- CUENCA VISUAL DEL PAISAJE

Para este componente, y de acuerdo con el impacto “Alteración a la percepción visual del paisaje” que genera la infraestructura actual en el área de estudio, se desarrolló una estimación de la afectación visual, seguido de una valoración económica al impacto. La metodología de análisis y valoración siguió las pautas del “Manual para la estimación de cuenca visual y su valoración económica” (ANLA, 2023)<sup>4</sup>. Se toma el supuesto de que en una primera instancia el impacto es negativo a nivel visual en la construcción de proyectos de embalses, líneas

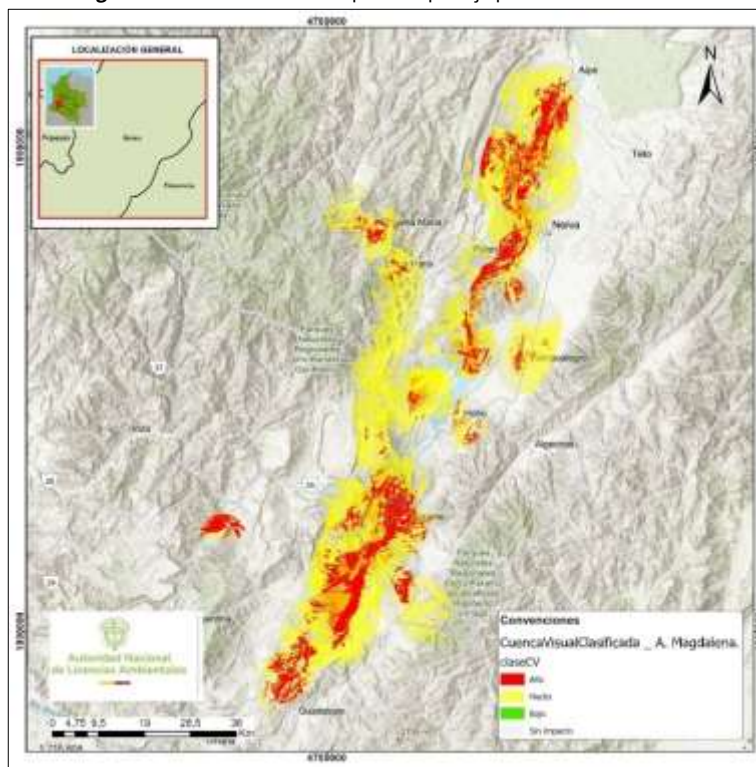
<sup>4</sup> <https://www.anla.gov.co/images/documentos/manuales/2023-09-08-anla-manual-est-cuenc-viisual-paisj-val-econ.pdf>

de energía, vías, entre otros. No obstante, en una etapa posterior a la construcción de esta infraestructura, se puede evaluar las condiciones geográficas, ambientales y socioeconómicas para el desarrollo de proyectos, por ejemplo, el turismo asociado a embalses. En este sentido, este capítulo se enfoca solamente en el impacto negativo

En este sentido, se realizaron dos fases para el análisis: La primera, consistió en correr un modelo de cuenca visual con alturas definidas para la infraestructura de proyectos licenciados por ANLA, así: hidrocarburos (facilidades de producción para exploración/explotación) con alturas de 10 m, infraestructura (puentes) con elevaciones de 5 metros, para el caso del sector de energía las líneas de transmisión un promedio de 25 metros, para los embalses se establece: Quimbo con una altura de presa de 150 metros y Betania con la altura de presa de 75 metros. El resultado de la ejecución del modelo generó áreas de impacto visual alto (color rojo), impacto visual medio (color amarillo) e impacto bajo (color verde) (ver **Figura 22**).

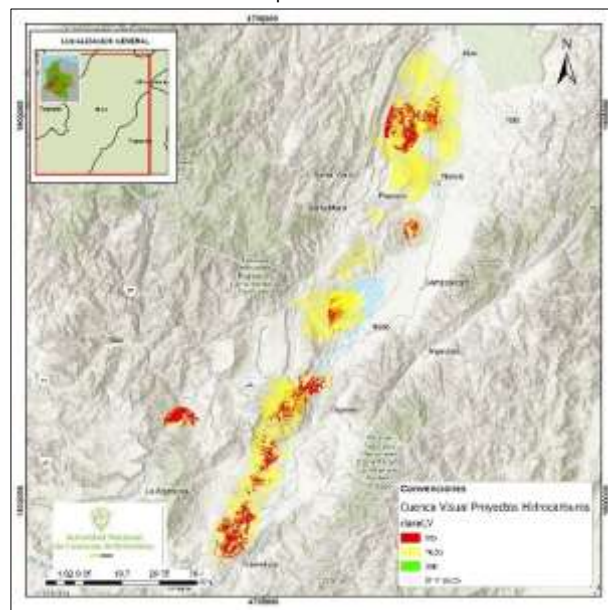
Para más detalle, se presentan, mediante la **Figura 23**, **Figura 24** y **Figura 25**, las cuencas visuales de los sectores de hidrocarburos, energía e Infraestructura, respectivamente.

**Figura 22.** Visualización del impacto al paisaje para el área de estudio



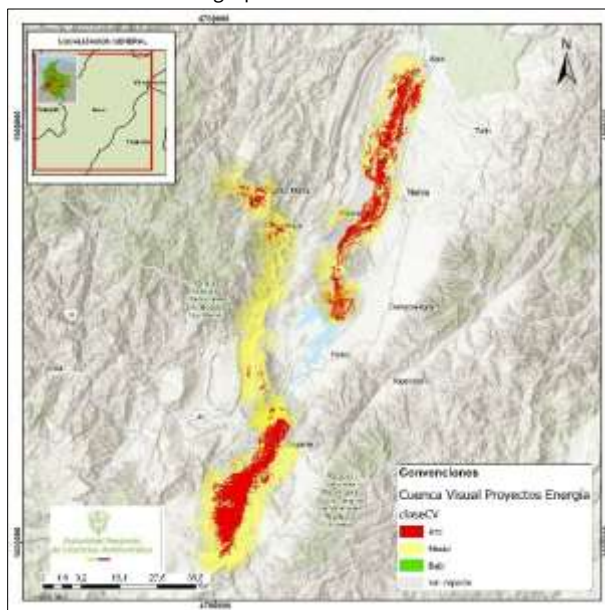
Fuente: ANLA, 2024.

**Figura 23.** Visualización del impacto al paisaje por el sector de hidrocarburos para el área de estudio



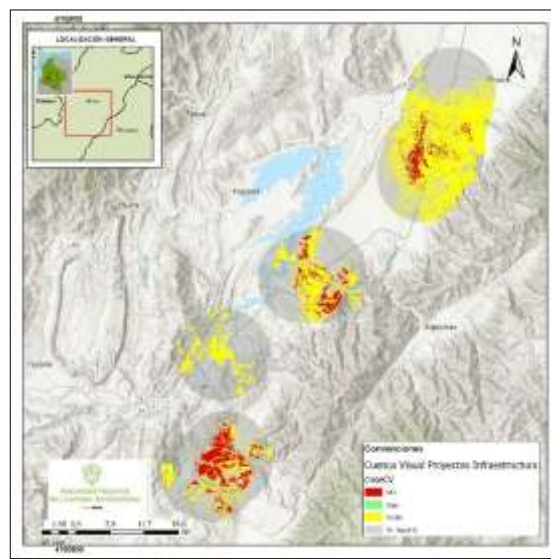
Fuente: ANLA, 2024.

**Figura 24.** Visualización del impacto al paisaje por el sector de energía para el área de estudio



Fuente: ANLA, 2024.

**Figura 25.** Visualización del impacto al paisaje para el sector de Infraestructura en el área de estudio



Fuente: ANLA, 2024.

Otro de los resultados del modelo de cuenca visual fue la estimación probabilística de la población que es afectada visualmente en el área de estudio, esta información se presenta acorde con lo dispuesto por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para las estimaciones de población en el año 2020. En este caso, para el impacto alto se reportaron 50.450 personas, para el impacto medio 213.994 personas y 396 para el impacto bajo 396 (Tabla 22)



Tabla 22. Área (ha) y población afectada visualmente por la infraestructura

Impacto	Área (ha)	Población
Alto	69063,7	50450
Medio	220731,4	213994
Bajo	1902,3	396

Fuente: ANLA, 2024.

La segunda fase del análisis se enfocó en un ejercicio teórico de valoración económica ambiental del posible efecto que tienen los proyectos en su conjunto dentro del área de estudio, para esto, también se siguió la línea de acción del “Manual para la estimación de cuenca visual y su valoración económica”, el cual menciona como insumo el número de población sugerida por el modelo de cuenca visual en las áreas afectada con impacto alto y medio. En cuanto a la valoración económica, se tomaron los valores del trabajo de Han et al., (2008), enfocado en estimar los múltiples impactos relacionados con la construcción de grandes represas sobre la disposición a pagar mensualmente de un hogar para mitigar los impactos ambientales de una represa (calculado en US\$2.12 dólares/hogar/mensual). El documento anterior se selecciona por las características de los principales proyectos de los dos embalses que se encuentran en el área de estudio, sus líneas de transmisión eléctrica asociada, y el costo de mitigación de pago puede ser definido como la disminución en bienestar en la población, sugerida por el modelo de cuenca visual, dentro del área de estudio.

Con la información anterior, considerando los valores poblacionales y de valoración económica, se asumen los siguientes supuestos:

- 1) La población afectada sugerida por el modelo, fue dividida por 3, según el promedio de personas que forman una familia en Colombia (DANE 2022).
- 2) se proyectó el valor en pesos colombianos a 2023 respecto a la tasa de cambio de dólar para el año del estudio 2008 y su actualización de acuerdo con el IPC,
- 3) se ajustó el resultado al índice de Paridad Económica entre países, siguiendo los pasos propuestos para esta metodología (ANLA 2023).
- 4) Para este caso, el trabajo de Han et al., (2008) ofrece valores mensuales, por lo que se proyecta el cálculo a 1 año.

Los resultados muestran que la “Alteración a la percepción visual del paisaje”, causada por toda la infraestructura reportada a la fecha de elaboración de este reporte, impacta de forma negativa, a 88.148 hogares en la zona de estudio, según lo sugerido por el modelo con un costo al bienestar (por afectación de desventaja visual) de \$ 11.966.376.600 COP (Tabla 23).

Tabla 23. Valoración económica del impacto visual del paisaje causado por la infraestructura de proyectos licenciados en el área de estudio.

Impacto	Población Estimada	Hogares (≈3 personas/hogar DANE 2022)	Valor del impacto visual año 2023
Alto	50450	16.817	\$ 2.282.916.986
Medio	213994	71.331	\$ 9.683.459.614
TOTAL	264444	88148	\$ 11.966.376.600





Fuente: ANLA, 2024

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que:

El uso del instrumento de cuenca visual del paisaje basada en sistemas de información geográfica (SIG) asociado a un análisis de valoración económica, presentado en este capítulo, ofrece una guía de cómo puede ser analizado este tipo de impacto en un proceso de evaluación de EIA para la obtención de licencia o la respuesta a requerimientos de su cálculo en etapa de seguimiento.

Este ejercicio es la representación de un impacto acumulativo visual en el paisaje derivado de la puesta en marcha de varios sectores, en este caso, el de energía, petróleo/gas e infraestructura presentes en el área de estudio de este reporte.

El análisis espacial permite comprender las características socioeconómicas que refleja el paisaje del área de estudio, en el cual predomina una economía agropecuaria enfocada principalmente a temas ganaderos y del cultivo de arroz. Se destaca en el paisaje las coberturas de los embalses para la generación eléctrica en el departamento del Huila.

La modelación de la cuenca visual estimó, por las características geográficas del área de estudio y los parámetros del modelo, que la mayoría del impacto se concentra en un rango medio de afectación con 220.731,4 ha, lo que se podría traducir en un estimado de 71.331 hogares afectados. Para el caso del impacto alto, su extensión se estimó en 69.063,7 ha y 16.817 hogares posibles que se podrían ver afectados.

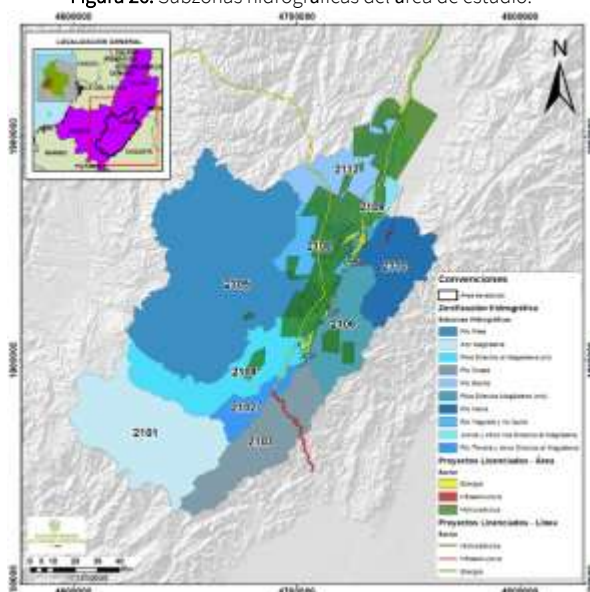
Aunque el ejercicio de evaluación económica utilizó datos de proyectos de embalses de artículos científicos a través de la metodología de transferencia de beneficios con el fin de estimar un valor de impacto al paisaje para habitantes de la zona, se recomienda, sin desconocer el alcance del método empleado, recolectar información específica del área de influencia socioeconómica para adelantar una valoración económica más precisa. El desarrollo de este tipo de metodologías “*in situ*” permite empezar a generar información más detallada sobre los ecosistemas y comunidades presentes en la zona que podrán ser utilizadas como referencias para proyectos similares en este tipo de ecosistemas para el país.

## XI. CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL

### A. CONDICIÓN REGIONAL

Dentro del área de estudio planteada para el presente reporte de análisis regional, se localizan diez (10) Subzonas Hidrográficas (SZH) pertenecientes a la Zona Hidrográfica de Alto Magdalena. Se destaca la presencia de proyectos licenciados por la ANLA, identificando un porcentaje de ocupación de cada SZH (ver **Tabla 24**) por el área de los proyectos equivalente a: 76 % para la SZH de Juncal y otros ríos Directos al Magdalena - 2109, 63 % para Río Yaguará y río Íquira - 2108, 43 % en la SZH de Río Baché - 2112, 18 % para Ríos Directos Magdalena (md) - 2106, 16% Ríos Directos al Magdalena (mi) - 2104 y un 4% sobre Río Páez, tal como se muestra en la **Figura 26**:

Figura 26. Subzonas hidrográficas del área de estudio.



Fuente: IDEAM, 2022 y ANLA, 2024.

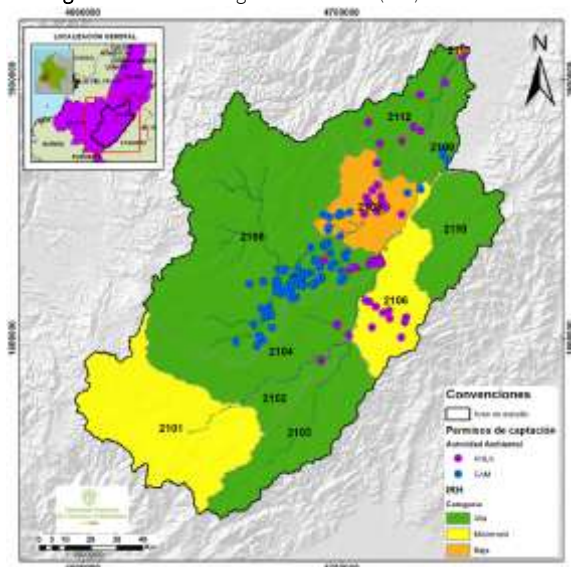
Tabla 24. Porcentaje de cubrimiento de las SZH en el área de estudio.

Código	SZH	% del área de estudio
2105	Río Páez	32,9%
2101	Alto Magdalena	15,8%
2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	9,8%
2103	Río Suaza	9,0%
2112	Río Baché	7,3%
2106	Ríos Directos Magdalena (md)	7,3%
2110	Río Neiva	6,7%
2108	Río Yaguará y río Íquira	6,0%
2109	Juncal y otros ríos Directos al Magdalena	2,8%
2102	Río Timaná y otros Directos al Magdalena	2,4%

Fuente: IDEAM, 2022.

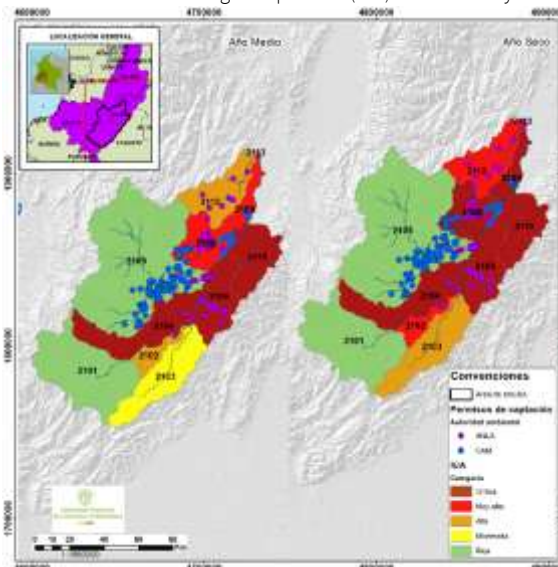
En cuanto a análisis regional, se evalúan las condiciones de oferta, demanda y calidad del recurso hídrico superficial para cada una de las SZH, mediante el análisis de los siguientes indicadores del sistema hídrico: índice de regulación hídrica – IRH (Figura 27), índice de uso del agua superficial – IUA (Figura 28), índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico – IVH (Figura 29) e índice de alteración potencial de la calidad del agua – IACAL (Figura 30). En dicha medida, las figuras relacionan los índices hidrológicos de las SZH analizadas, según lo extraído del Estudio Nacional del Agua (ENA) publicado por el IDEAM en el año 2022 y presentan la distribución espacial de los permisos de captación de agua superficial y permisos de vertimientos autorizados por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), lo cual representa una incidencia parcial sobre dichos índices. Adicionalmente, en la Tabla 25 se acota la cantidad de permisos y caudales totales autorizados por SZH.

Figura 27. Índice de regulación hídrica (IRH) - Año medio.



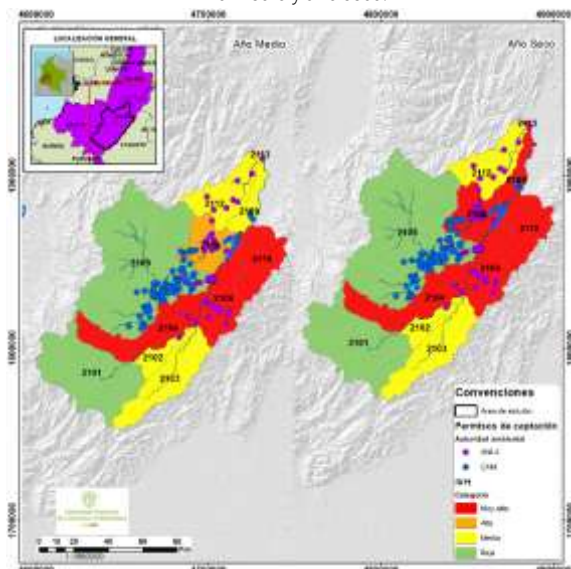
Fuente: IDEAM, 2022, CAM, 2024 y ANLA, 2024.

Figura 28. Índice de uso del agua superficial (IUA) - Año medio y año seco.



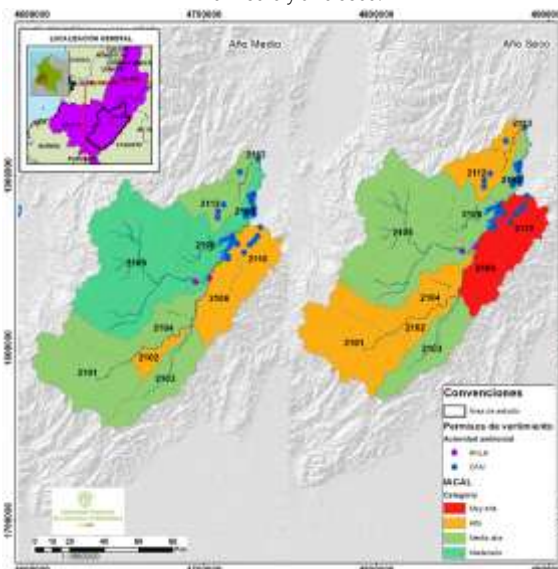
Fuente: IDEAM, 2022, CAM, 2024 y ANLA, 2024.

Figura 29. Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (IVH) - Año medio y año seco.



Fuente: IDEAM, 2022, CAM, 2024 y ANLA, 2024.

Figura 30. Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) - Año medio y año seco.



Fuente: IDEAM, 2022, CAM, 2024 y ANLA, 2024.

Tabla 25. Permisos de captación de agua superficial y permisos de vertimiento autorizados.

Subzona Hidrográfica	Código	2105		2104		2112		2106		2110		2108		2109		2102	
	Nombre	Río Páez		Ríos Directos al Magdalena (mi)		Río Baché		Ríos Directos Magdalena (md)		Río Neiva		Río Yaguará y río Íquira		Juncal y otros ríos Directos al Magdalena		Río Timaná y otros Directos al Magdalena	
Oferta Hídrica Disponible OHD (millones de m³)	Año Medio	2839,4		385,7		434,6		383,5		291		568,8		104,9		78,7	
	Año Seco	1254,4		214,8		184,9		204,9		132,4		204,1		50,3		48	
Información permisos autorizados		Cantidad	Caudal (L/s)	Cantidad	Caudal (L/s)	Cantidad	Caudal (L/s)	Cantidad	Caudal (L/s)	Cantidad	Caudal (L/s)	Cantidad	Caudal (L/s)	Cantidad	Caudal (L/s)	Cantidad	Caudal (L/s)
Permisos de captación de agua superficial	ANLA	11	122,2	8	No indica	8	18,14	11	71,76			13	116,64			2	No indica
	CAM	115	168,9									9	5,89	3	No indica		
	TOTAL	126	291,1	8	No indica	8	18,14	11	71,76			22	122,53	3	No indica	2	No indica
Permisos de vertimientos a cuerpos de agua	ANLA							1	2,4								
	CAM					5	175,81	6	7,23	6	12,95			17	239,63		
	TOTAL					5	175,81	7	9,63	6	12,95			17	239,63		

Fuente: IDEAM, 2022, CAM, 2024 y ANLA, 2024

Tomando como referencia que el índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento – IVH representa la fragilidad que tienen los sistemas hídricos superficiales para mantener la oferta de agua bajo unas condiciones particulares de uso y regulación, ya que relaciona de forma cualitativa los resultados del índice del uso del agua – IUA<sup>5</sup> y los resultados del índice de retención y regulación hídrica - IRH<sup>6</sup>, se identifica que el 88 % de los permisos de captación de agua superficial autorizados por la CAM y la ANLA se encuentran concentrados en las SZH de: 2105 Río Páez con 126 autorizaciones que representan un caudal de 291,1 L/s, seguido de la SZH 2108 Río Yaguará y río Íquira con 22 permisos (122,53 L/s) y 2106 Ríos Directos Magdalena (md) con 11 autorizaciones (71,76 L/s).

Es de resaltar que las SZH mencionadas anteriormente cuentan con un IUA para año medio categorizado como bajo, muy alto y crítico respectivamente, lo cual está parcialmente relacionado con la densidad de captaciones, en la medida en que, Subzonas Hidrográficas con una alta Oferta Hídrica Disponible – OHD y con gran cantidad de permisos autorizados pueden tener un IUA bajo, tal es el caso de 2105 Río Páez (126 permisos y 2.839 millones de m³ disponibles en año medio). Por el contrario, SZH con una baja OHD y con pocos permisos autorizados cuentan con IUA crítico como sucede en la SZH de 2102 Río Timaná y otros Directos al Magdalena (2 permisos y 78,7 millones de m³ disponibles en año medio), véase **Tabla 25**.

Lo anterior se traduce en una muy alta vulnerabilidad al desabastecimiento de agua en las SZH de 2106 Ríos Directos Magdalena (md), 2104 Ríos Directos al Magdalena (mi) y 2110 Río Neiva en año medio. Por otro lado, para año seco, además de las ya mencionadas SZH, se suman la SZH 2108 Río Yaguará y río Íquira y la SZH 2109 Juncal y otros ríos Directos al Magdalena, puesto que su categoría cambia de alta a muy alta y de media a muy alta, respectivamente.

Por otro lado, respecto al índice de alteración potencial de calidad de agua – IACAL, se evidencia que para las SZH 2106 Ríos Directos Magdalena (md) y 2110 Río Neiva la categoría del índice es alta en año medio y muy alta en año seco, lo que denota la existencia de altas presiones por carga contaminante ejercida sobre los sistemas hídricos por vertimientos de aguas residuales de carácter doméstico y no doméstico. Se identifican permisos de vertimiento autorizados por la CAM y ANLA, principalmente sobre 2109 Juncal y otros ríos Directos al Magdalena (17 permisos autorizados), 2106 Ríos Directos Magdalena (md) (7 permisos), 2110 Río Neiva (6 permisos) y 2112

<sup>5</sup> El IUA califica la relación entre la demanda hídrica multisectorial en una Subzona hidrográfica en un periodo de tiempo y la oferta hídrica superficial disponible para ese mismo periodo.

<sup>6</sup> El IRH evalúa la capacidad de la cuenca para mantener y regular un régimen de caudales.





Río Baché (5 autorizaciones), evidenciando que la cantidad de permisos autorizados no se relaciona directamente con la categoría del IACAL.

## B. CONDICIÓN REGIONAL - CALIDAD DE AGUA

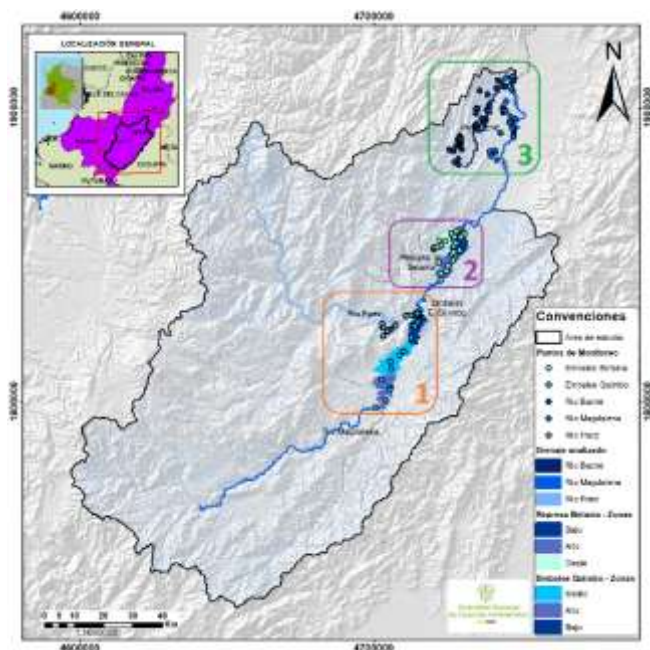
Para determinar la condición regional de calidad del recurso hídrico superficial, se empleó la información de distintos monitoreos fisicoquímicos y microbiológicos de aguas superficiales reportados a la ANLA a través de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), en el marco de la evaluación de solicitudes de licenciamiento ambiental, y los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA), entregados bajo el seguimiento ambiental de los proyectos presentes en el área de estudio. El análisis de calidad de agua se realizó con información de campañas de monitoreo comprendidas entre los años 2016 y 2022 para tres (3) cuerpos de agua y dos (2) embalses. Se contemplaron puntos de monitoreo sobre el drenaje y sus afluentes, tal como se muestra en la **Figura 31** y como se describen a continuación. Es de señalar que en el análisis se vinculó la relación de permisos de vertimientos a cuerpos de agua autorizados por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), sin embargo, no se cuenta con información de la corporación asociada al monitoreo y seguimiento a dichos permisos.

- a. **Río Páez:** Se empleó información de monitoreos realizados por los expedientes LAM2142, LAM3733, LAM4090 y LAM4229 en 26 puntos, de los cuales 5 estaban ubicados en la Quebrada Motilón, 13 en la Quebrada La Cañada, ambos afluentes del río Páez (ver **Figura 32**).
- b. **Embalse Quimbo:** Se dividió el análisis en tres secciones: zona alta (área de influencia de los cuerpos de agua tributarios, con una profundidad aproximada de 30 m), zona media (sitio de presa con una profundidad aproximada de 116 m) y zona baja (área después de la descarga, con profundidad aproximada de 135 m)), adicionalmente algunos puntos aguas abajo del embalse, la información empleada corresponde a monitoreos realizados por el expediente LAM4090 en diferentes puntos distribuidos así: 6 puntos en la zona alta, 4 en la zona media, 5 en la zona baja y 31 puntos de monitoreo aguas abajo. Asimismo, los monitoreos se clasificaron por profundidad de toma de la muestra así, de 0 a 10 m, de 11 a 50 m y de 50 m en adelante (ver **Figura 32**).
- c. **Embalse Betania:** Se dividió el análisis en tres secciones: zona alta (área de influencia de tributarios con profundidad aproximada de 9 m), zona baja (sitio de presa con profundidad de 50 m aprox.), zona oeste (sitio de presa con profundidad aproximada de 50 m), adicionalmente algunos puntos aguas abajo del embalse, la información empleada corresponde a monitoreos realizados por el expediente LAM2142 y LAM4090 en diferentes puntos distribuidos así: 8 puntos en la zona alta, 13 en la zona baja, 20 en la zona oeste y 9 puntos de monitoreo aguas abajo. Asimismo, los monitoreos se clasificaron por profundidad de toma de la muestra así, de 0 a 6 m, de 7 a 10 m y de 11 m en adelante (ver **Figura 33**).
- d. **Río Baché:** Se empleó información de monitoreos realizados por los expedientes LAM0215, LAM2307, LAM5474, LAM5868 y LAV0063-00-2022 en 291 puntos, de los cuales 24 se encuentran sobre la Quebrada el Arrayan, 22 en la Quebrada El Nemo, 30 en la Quebrada La Honda, 42 en la Quebrada La Remuda, 15 en la Quebrada las Ventanas, 6 en la Quebrada Peñorosa, 42 en la Quebrada Pital, 31 en la Quebrada San Francisco, 27 en la Quebrada Santa María y 52 sobre el Río Baché (ver **Figura 34**).
- e. **Río Magdalena:** Se empleó información de monitoreos realizados por los expedientes LAM0170, LAM0215, LAM2307 y LAM5474 en 262 puntos, de los cuales 38 se encontraban sobre la Quebrada Arenosa, 69 en la Quebrada el Dindal, 16 en la Quebrada Boquerón, 69 en la Quebrada Guamal, 5 en la Quebrada Buciraco y 42 en la Quebrada Cusinde, todas afluentes del río Magdalena (ver **Figura 34**).



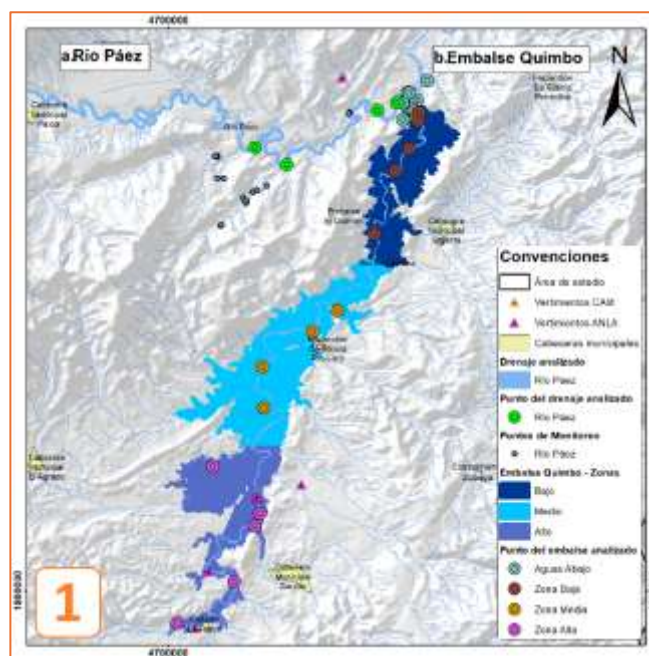


Figura 31. Puntos de monitoreo considerados en el análisis tendencial de calidad del agua.



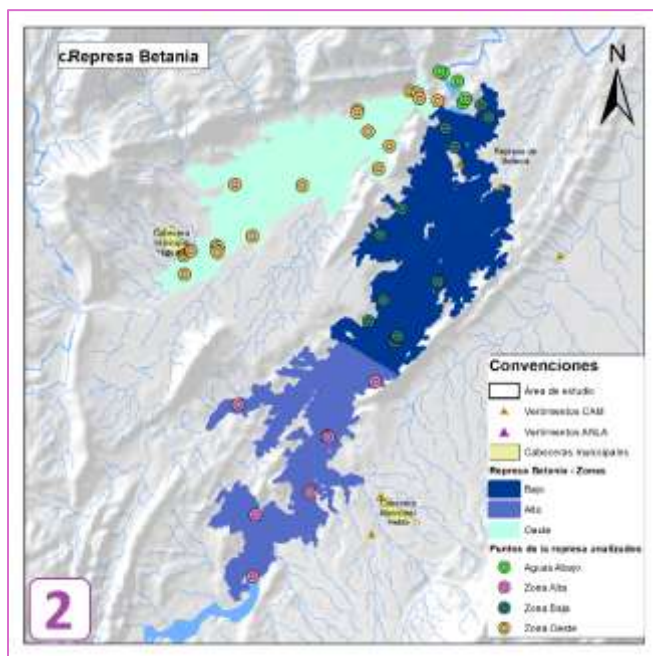
Fuente: ANLA, 2024.

Figura 32. Tramo de análisis 1: a) Río Páez y b) Embalse Quimbo (Zona alta, media, baja y aguas abajo)



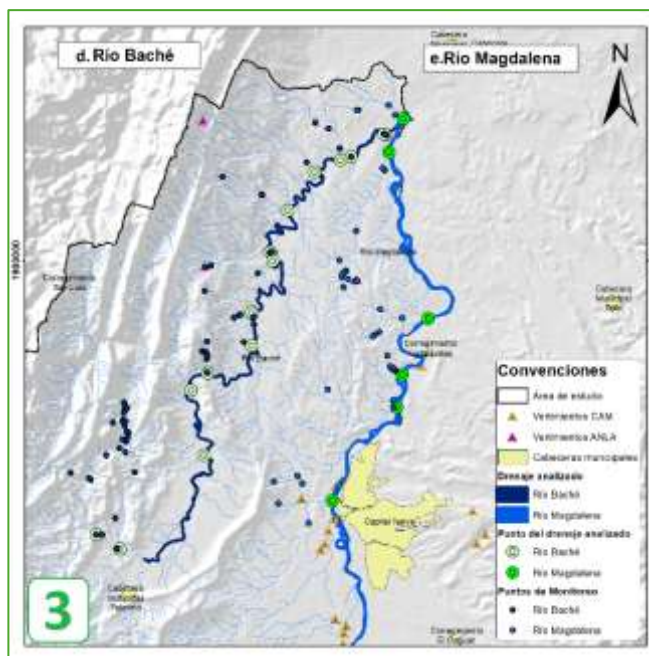
Fuente: ANLA, 2024

Figura 33. Tramos de análisis 2: a) Embalse Betania (Zona alta, baja, oeste y aguas abajo)



Fuente: ANLA, 2024

Figura 34. Tramos de análisis 3: a) Río Baché y b) Río Magdalena



Fuente: ANLA, 2024

## Análisis de Condiciones Regionales

Se realizó el análisis multitemporal de los siguientes parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Fósforo Total, Nitrógeno Total y Coliformes Totales. Cabe destacar que los datos medios anuales fueron comparados con límites mínimos y máximos establecidos en el Decreto 1076 de 2015, específicamente con el artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola y artículo 2.2.3.3.9.10 Criterios de calidad para preservación de flora y fauna, además, se compararon con los objetivos de calidad a 2030 definidos por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) y adoptados mediante Resolución 3543 del 26 de diciembre de 2019, los cuales se consignan en la **Tabla 26**. Adicionalmente, se llevó a cabo la valoración de las concentraciones medias, valores mínimos y valores máximos de aproximadamente 50 parámetros de calidad del agua, monitoreados en los cuerpos de agua y embalses dispuestos para análisis.

**Tabla 26.** Límites permisibles considerados en el análisis.

Parámetro	Decreto 1076 de 2015		Resolución 3543 del 26 de diciembre de 2019 – Objetivos de calidad		
	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.10 Criterios de calidad para preservación de fauna y flora	Río Magdalena - Tramo: único municipio Neiva, Villavieja y Aipe	Río Baché - Tramo: luego el área urbana de Santa María hasta la desembocadura	Río Páez - Tramo: luego del Río La Plata hasta la desembocadura del Río Magdalena
OD (mg/L)	No indica límite	5,0	≥ 4	≥ 5	≥ 4
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	No indica límite	No indica límite	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Coliformes Totales (NMP/100ml)	≤ 5000	No indica límite	No indica objetivo	No indica objetivo	No indica objetivo

Fuente: Decreto 1076 y Res 3543 CAM.

### • Oxígeno Disuelto (OD)

Como se muestra en la **Figura 35**, las condiciones de oxígeno disuelto reflejan un estado favorable en las zonas del río Páez, el embalse de Betania y el embalse de Quimbo, puesto que el valor medio calculado para todos los años evaluados es superior al establecido por la Artículo 2.2.3.3.9.10 (Criterios de calidad para preservación de fauna y flora) de 5 mg/L, por otro lado se aprecian valores inferiores a 5 mg/L sobre el río Baché y el río Magdalena, es de resaltar que aguas arriba del tramo analizado del río Magdalena se localizan algunos permisos de vertimientos autorizados por la CAM, los cuales podrían influir en las bajas concentraciones del OD, sin embargo, no se cuenta con información de monitoreos efectuados en dichos puntos que permitan constatar dicha posibilidad.

Adicionalmente, las bajas concentraciones de oxígeno disuelto registradas en algunos tramos podrían estar relacionadas con factores antrópicos asociados al uso del suelo y las actividades productivas predominantes en la zona, tales como la ganadería extensiva, la agricultura de cultivos transitorios y permanentes (caña, plátano y café) y la actividad pesquera que se desarrolla en los embalses.

En cuanto al comportamiento medio anual en los distintos tramos estudiados, para el río Baché se evidencia que, en los años de 2019 y 2020, el 100 % de los datos analizados se encuentran por debajo del valor establecido por los objetivos de calidad, el cual corresponde a ≥ 5,0 mg/L, es importante señalar que en el 2019 solo se evaluaron 15 datos de OD reportados por los expedientes LAM0215 y LAM5474 en temporada seca (en mayo y junio) y en temporada húmeda (abril, octubre y diciembre). Sin embargo, se evidencia un aumento en las concentraciones de OD para el 2021 (49 datos evaluados), toda vez que menos del 50 % de los datos se encuentran por debajo de 5,0 mg/L y el valor medio calculado es de 5,01 mg/L. Por último, para el año 2022 se



integran 85 mediciones, donde se identifican valores atípicos inferiores a la concentración mínima estimada de 2,8 mg/L.

Por otro lado, en el río Magdalena, cuyo objetivo de calidad es  $\geq 4,0$  mg/L, se identifica que para los años 2019 y 2020 el 100 % de los datos se encuentran por debajo del mínimo establecido y, aunque las concentraciones aumentan para 2021 y 2022, esto solo aplica para el 25 % de las mediciones, asimismo, se identifican valores considerados atípicos en los años 2019, 2020 y 2021. Finalmente, en el 2022 se encuentra que el valor mínimo estimado es menor respecto a los demás años analizados, esto asociado a una contingencia reportada por el expediente LAM2307 el 8 de julio de 2022, en la cual se informa la pérdida de contención de aguas residuales domésticas a causa de terceros involuntarios, dicha contingencia fue evaluada en el CONCEPTO TÉCNICO No. 5682 del miércoles, 06 de septiembre de 2023, en el cual se indica que "...dando cumplimiento a la Resolución 1767 de 2016, se considera que la Sociedad realizó la respectiva atención a la contingencia ocasionada por terceros involuntarios, realizando las acciones de notificación, reparación, limpieza, disposición de residuos líquidos y monitoreo de agua - conformes; en tal sentido la Autoridad genera el cierre de contingencia...".

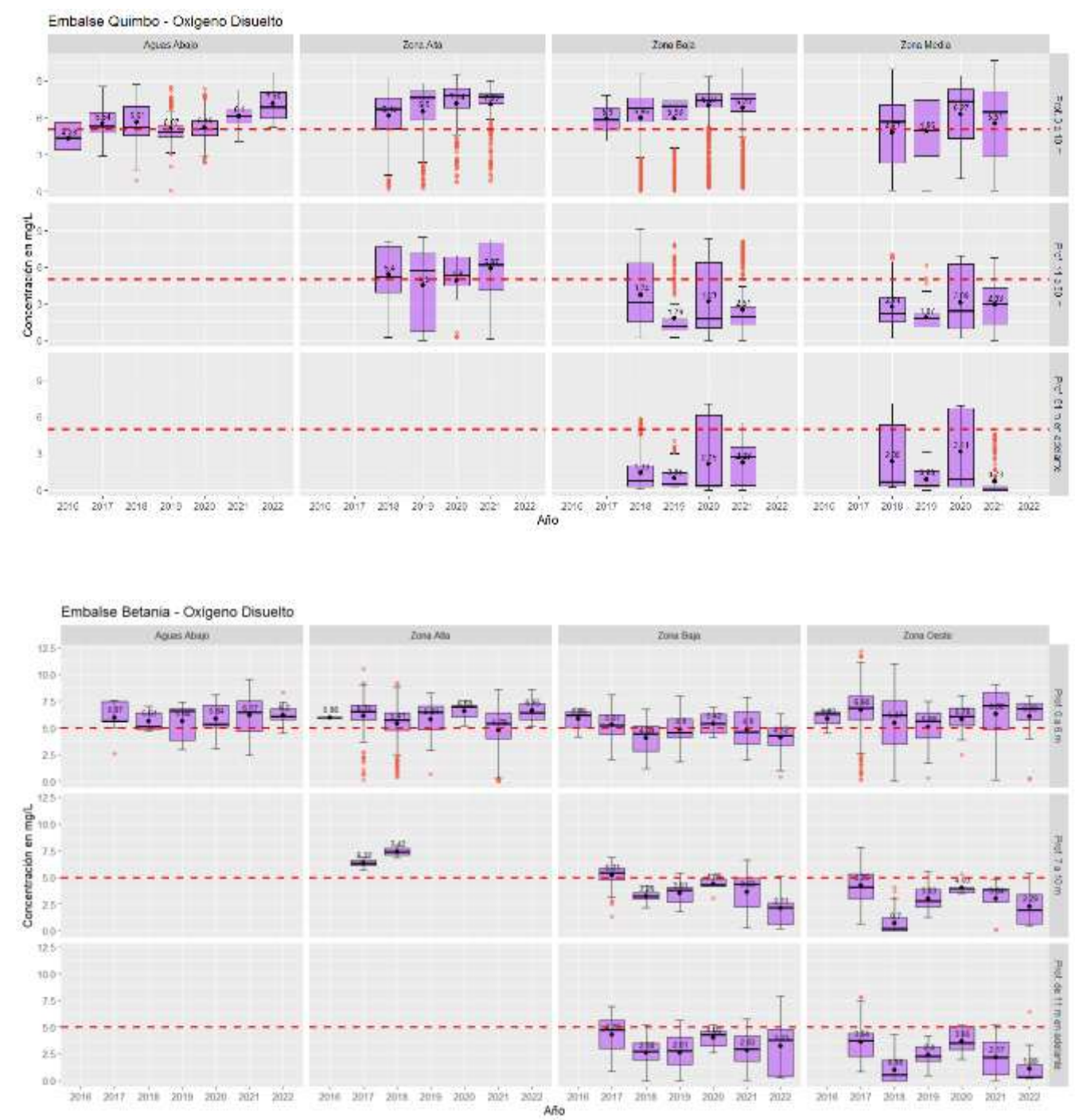
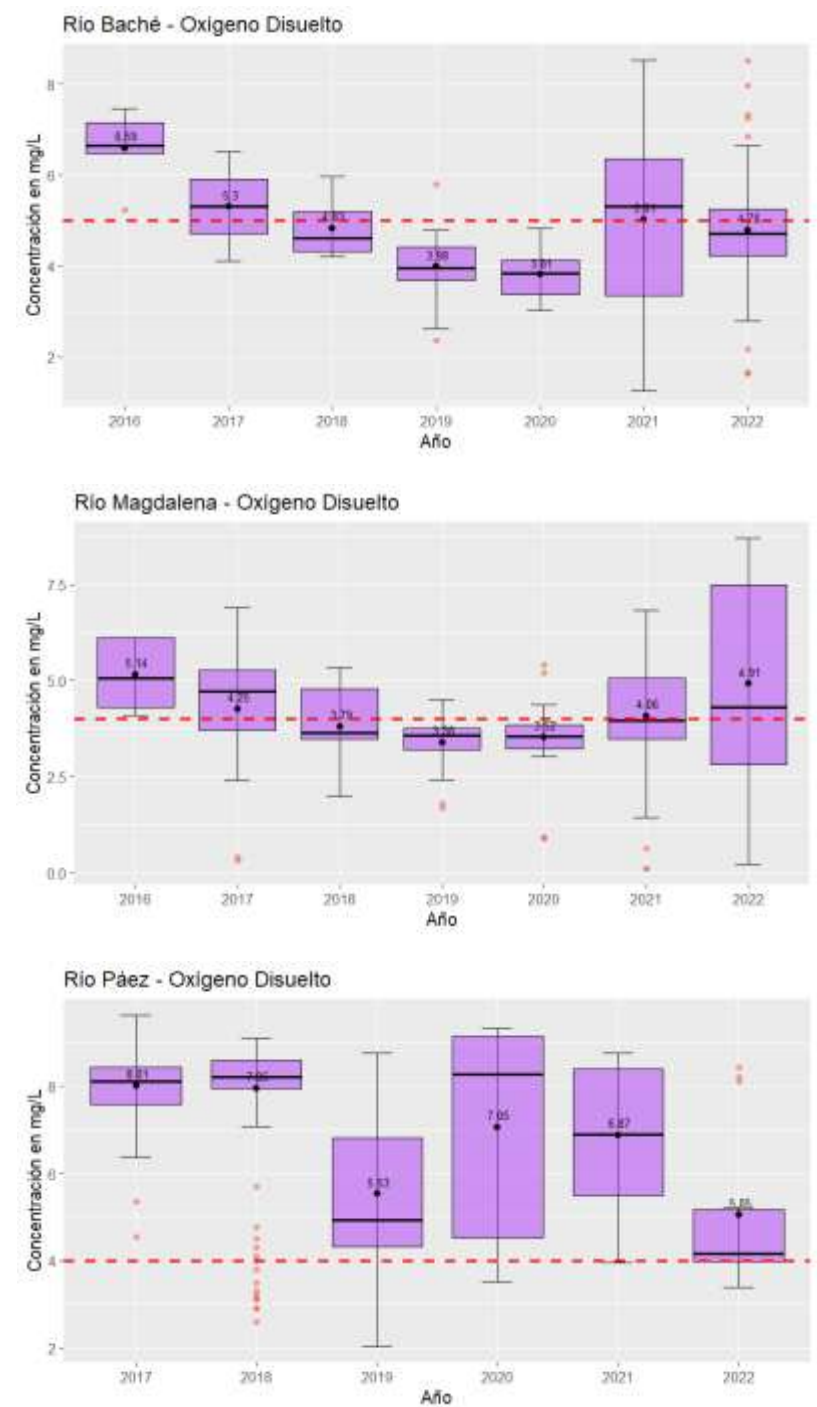
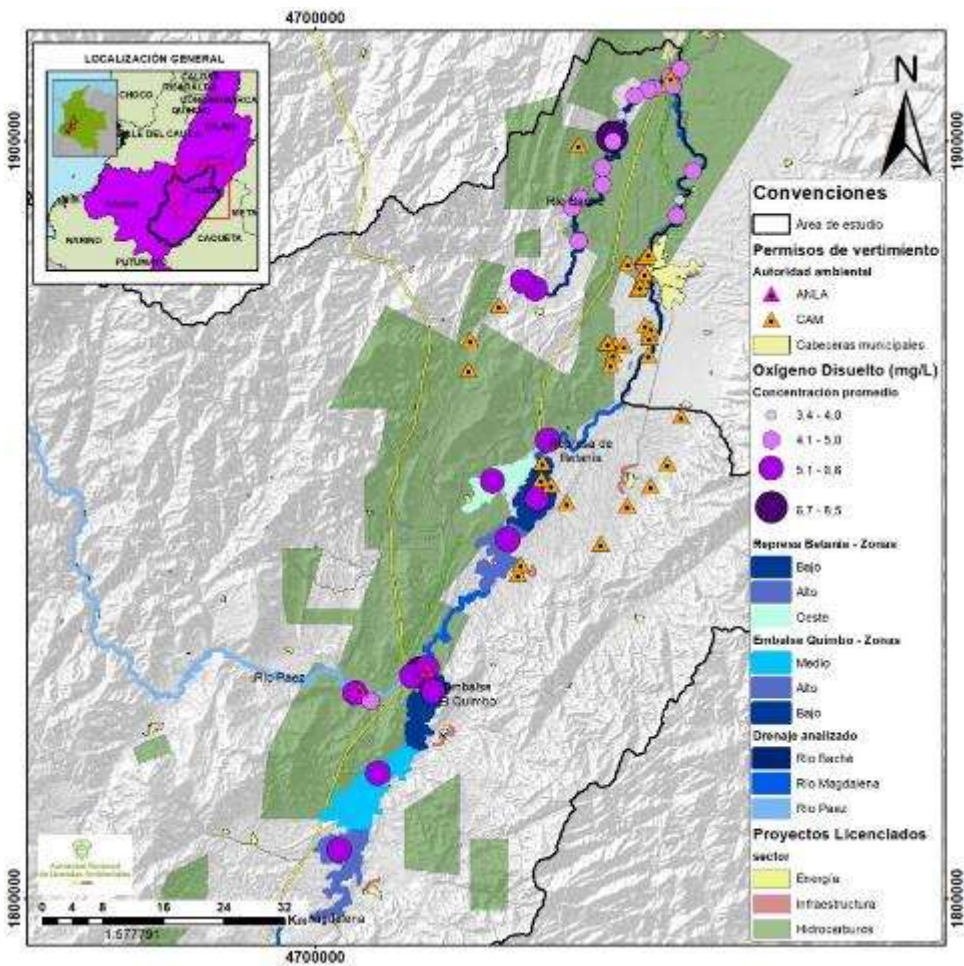
Contrario a lo registrado para el río Baché y el río Magdalena, en el río Páez se presentan concentraciones superiores a las establecidas en el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 3543 de 2019, toda vez que para los años evaluados menos del 25 % de los datos se encuentran por debajo de 4,0 mg/L, evidenciando valores mínimos de 2,03 mg/L en 2019, 3,5 mg/L en 2020, 3,9 mg/L en 2021 y 3,4 mg/L en 2022.

En cuanto al embalse de Quimbo, se evidencia disminución de las concentraciones de OD a medida que aumenta la profundidad de toma de muestra, para la profundidad de 0 a 10 m, se observan valores atípicos en la zona alta y baja que se encuentran en su mayoría por debajo de 5 mg/L. También se evidencia que los valores medios de OD han aumentado con el paso del tiempo, de modo que en la zona alta pasó de 6,15 mg/L en 2018 a 7,09 mg/L en 2021 y en la zona baja pasó de 5,96 mg/L a 6,78 mg/L, lo cual representa condiciones favorables para la preservación de fauna y flora de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015. Por otro lado, en la zona media se muestra que el 50% de los datos se encuentra por encima de 5 mg/L durante todos los años analizados, sin embargo, los valores mínimos estimados en profundidades de 0 a 10 m alcanzan concentraciones de 0 mg/L.

Finalmente, respecto al embalse de Betania, para la zona baja se evidencia que, para todos los años analizados, a excepción de 2016 y 2020, más del 50% de los datos medidos de OD se encuentran por debajo del límite establecido como criterio para la conservación de fauna y flora de 5 mg/L, lo que puede ser indicador de procesos de eutrofización que se generan debido a un alto contenido nutrientes, que provoca un excesivo crecimiento de algas, las cuales al morir requieren de oxígeno para su descomposición (Smith et al., 1999).



Figura 35. Concentración promedio de oxígeno disuelto.





- ***Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)***

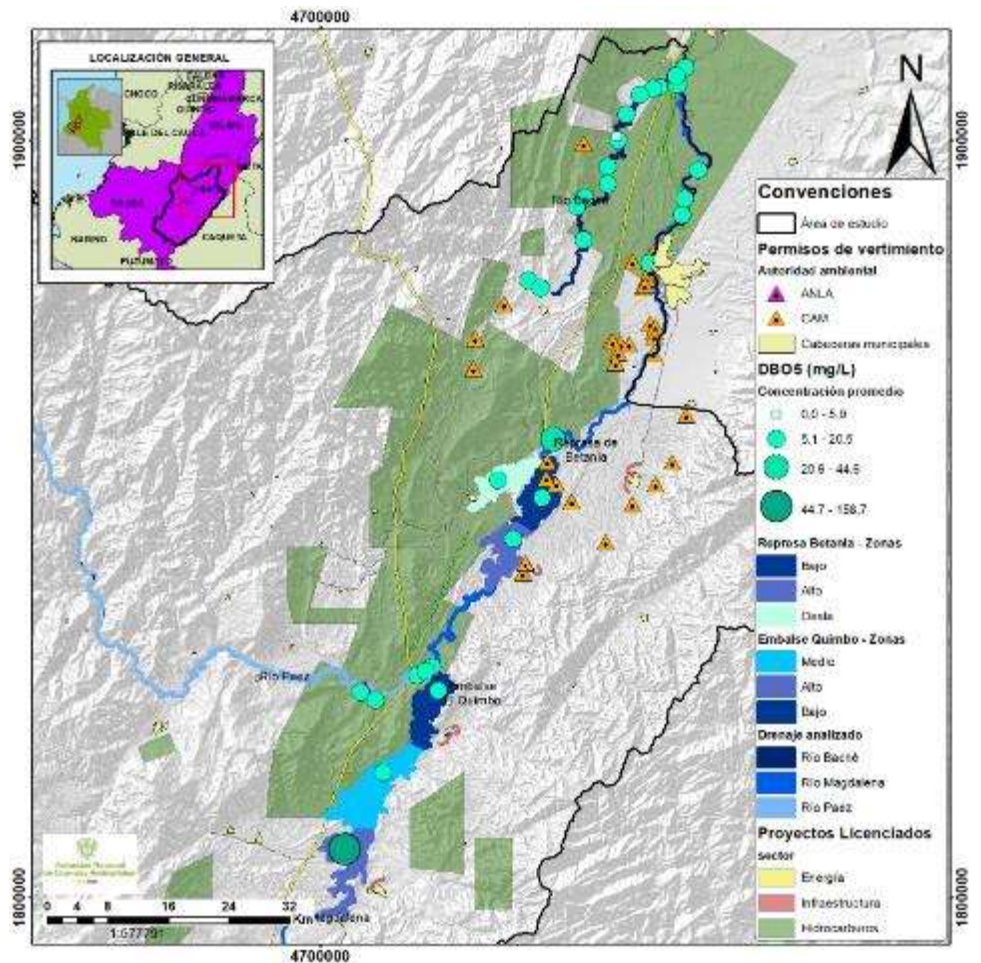
En la **Figura 36** se presenta la concentración promedio de la DBO<sub>5</sub> calculada a partir de la información de todos los años valorados para las zonas de interés establecidas; como se aprecia en los ríos Baché, Magdalena y Páez los valores estimados son superiores a 5 mg/L, cifra que corresponde al límite máximo establecido como objetivo de calidad de dichos cuerpos de agua (Resolución 3543 del 26 de diciembre de 2019). Por otro lado, se evidencian concentraciones entre 20 mg/L y 44 mg/L aguas arriba del embalse de Betania y valores entre 44 mg/L y 158 mg/L en la zona alta del embalse de Quimbo, la cual esta influenciada por los cuerpos de agua tributarios del embalse.

Estas concentraciones elevadas podrían estar asociadas a descargas puntuales y difusas de origen doméstico y agropecuario, considerando que en la cuenca alta y media del río Magdalena se desarrollan actividades agrícolas intensivas y ganadería extensiva que contribuyen al ingreso de materia orgánica y nutrientes a los cauces fluviales. Asimismo, en los embalses de Betania y Quimbo se desarrolla actividad pesquera y de piscicultura intensiva, principalmente de especies como la tilapia, las cuales generan una importante carga orgánica a través del material fecal, restos de alimento no consumido y procesos de metabolismo, incrementando la demanda biológica de oxígeno y favoreciendo la acumulación de materia orgánica en el fondo del embalse.

Por otro lado, considerando el análisis multianual de los datos de monitoreo de DBO<sub>5</sub> en los ríos Baché, Magdalena, se identifica una relación entre las concentraciones altas de DBO<sub>5</sub> y las concentraciones bajas de OD, lo que se correlaciona con cargas orgánicas elevadas (Morris et al., 2013); para el río Baché en el año 2018 se presenta una concentración media de DBO<sub>5</sub> de 2,77 mg/L y de OD 4,83 mg/L, en el 2019 el valor medio de DBO<sub>5</sub> aumenta a 9,77 mg/L y el OD disminuye a 3,98 mg/L, para el 2021 la media de DBO<sub>5</sub> corresponde a 6,06 mg/L y OD 5,01 mg/L. En el río Magdalena se evidencia un comportamiento semejante al descrito para río Baché.

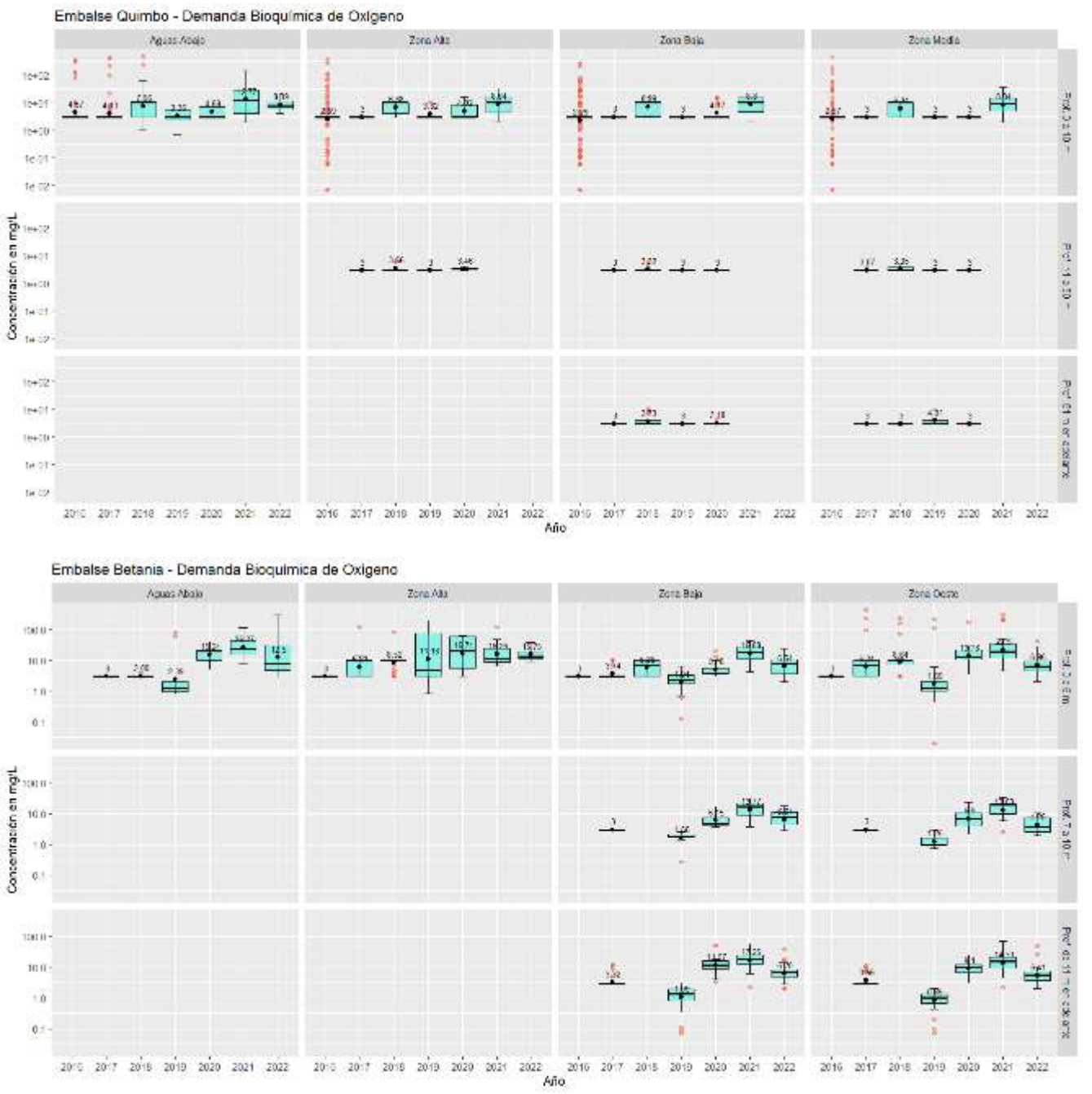
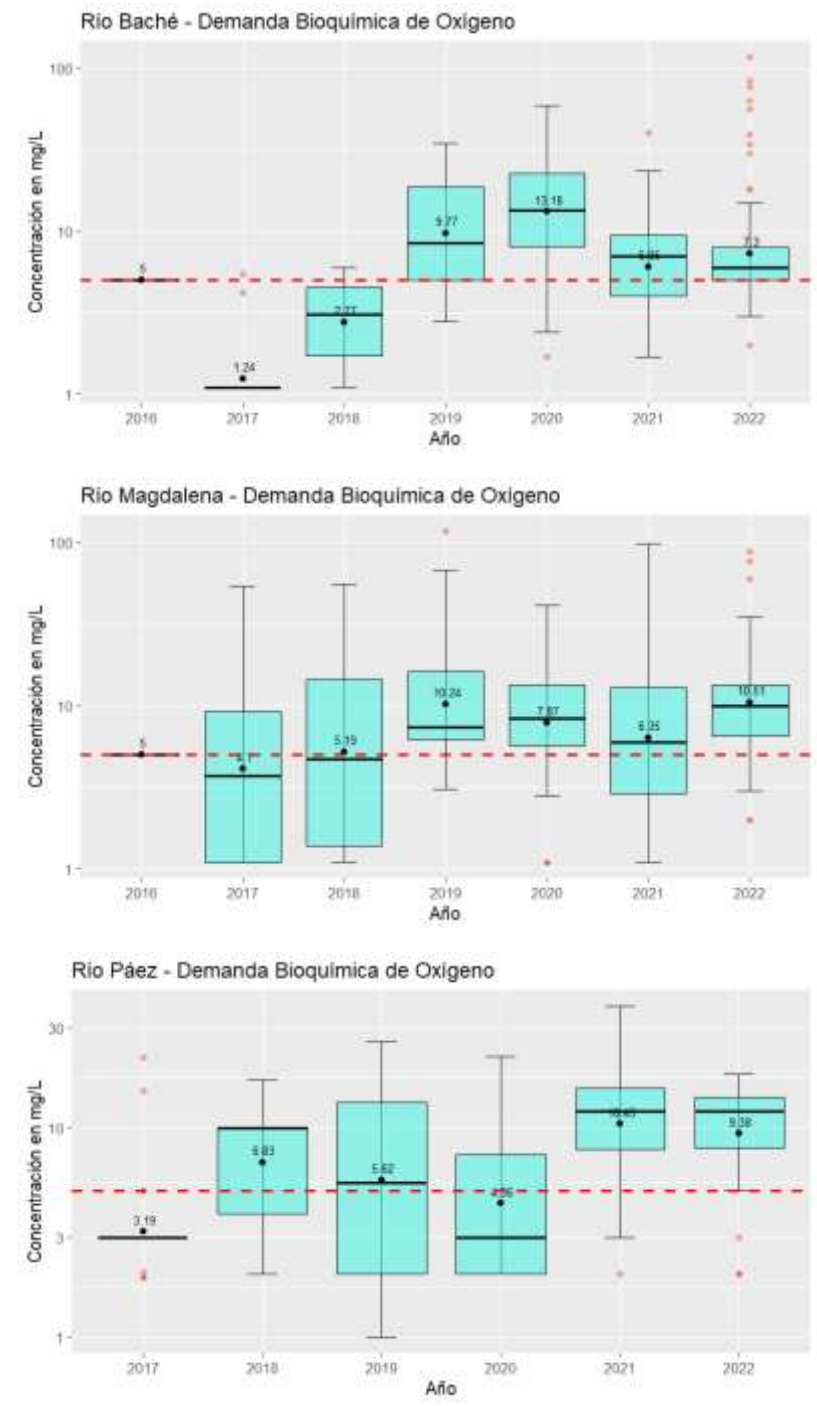


Figura 36. Concentración promedio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.



Fuente: ANLA, 2024.

• Demanda Bioquímica de Oxígeno





- **Fosforo Total**

A partir de las concentraciones de fósforo total, se evidencian condiciones de eutrofia generalizadas en todas las zonas evaluadas, puesto que las concentraciones promedio de dicho parámetro van desde 0,036 mg/L hasta 3,637 mg/L (tomando como referencia el valor de  $> 0,02$  mg/l según Roldan y Ramírez, 2008) como se muestra en la **Figura 37**.

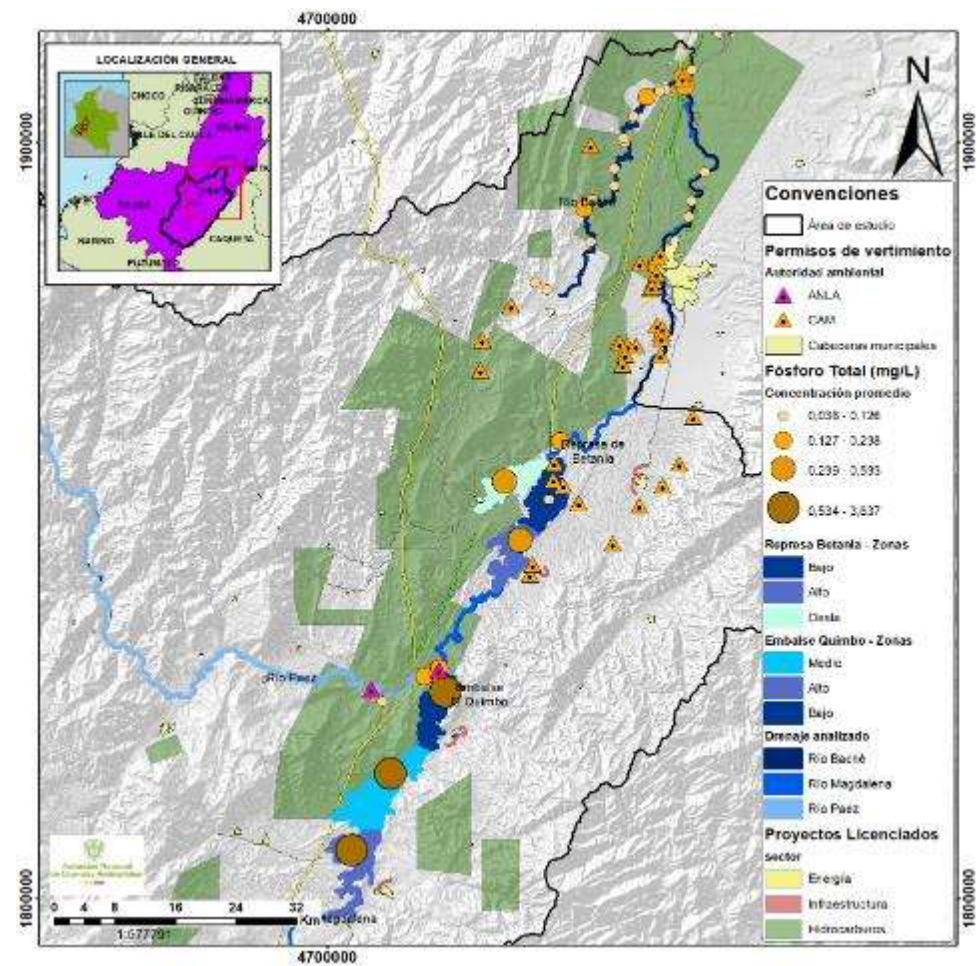
Para el río Magdalena se identifica un comportamiento creciente en las concentraciones de fósforo total, pasando de valores promedio de 0.05 mg/L en 2019 a 0,09 mg/L en 2022, detectando valores atípicos de 0,27 mg/L, es de resaltar que aguas arriba del tramo analizado se localizan diferentes permisos de vertimientos autorizados por la CAM de tipo domésticos y no domésticos, que pueden generar aportes de carga de nutrientes.

Por otro lado, para los embales de Quimbo y de Betania se presentan valores medios anuales superiores a 0,02 mg/L en todas zonas de análisis y para todas las profundidades, de este modo es posible correlacionar la presencia de altas concentraciones de fósforo con procesos de eutrofización con los valores altos de la DBO<sub>5</sub>, previamente analizados, lo que indica que más materia orgánica es descompuesta por microorganismos, reduciendo así los niveles de oxígeno disuelto (Vallino et al., 2006).

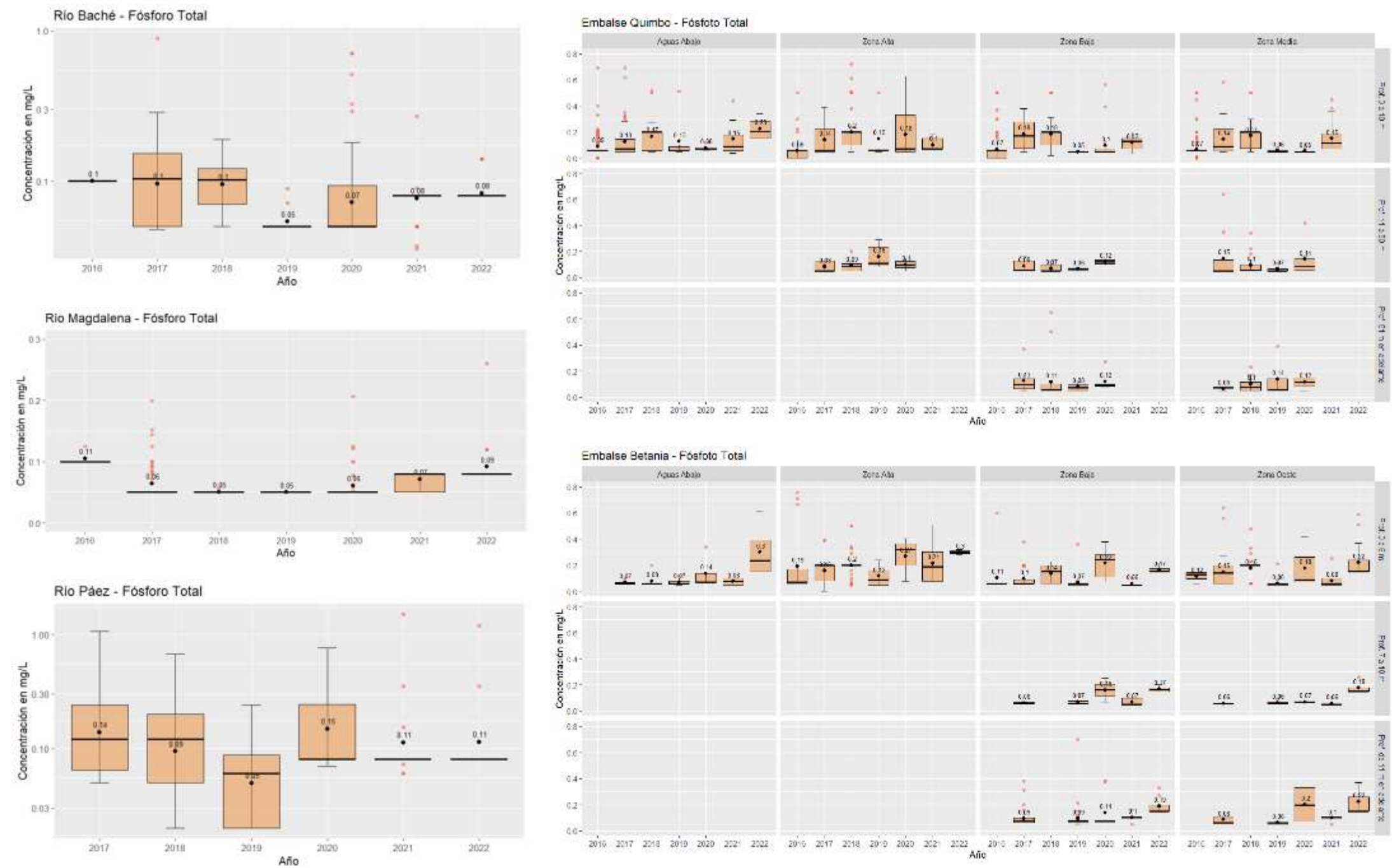
Adicionalmente, se destacan las actividades económicas predominantes en la región, relacionadas con la producción de café y con una economía agrícola diversificada que incluye de plátano, caña de azúcar y frutas, toda vez que el mantenimiento de los cultivos implica un alto uso de fertilizantes que a menudo contienen nitrógeno y fósforo, los cuales a través de la escorrentía de aguas pluviales en áreas agrícolas puede transportar no solo fertilizantes, sino también pesticidas y sedimentos, lo que contribuye a la carga de nutrientes en ríos (Kirk et al., 2004), sumado a esto los cultivos de plátano, por ejemplo, han sido asociados con un aumento en la eutrofización de los cuerpos de agua debido al uso intensivo de fertilizantes (Zabala, C., & Villalobos, J., (2019).



Figura 37. Concentración promedio de Fósforo Total.



Fuente: ANLA, 2024.





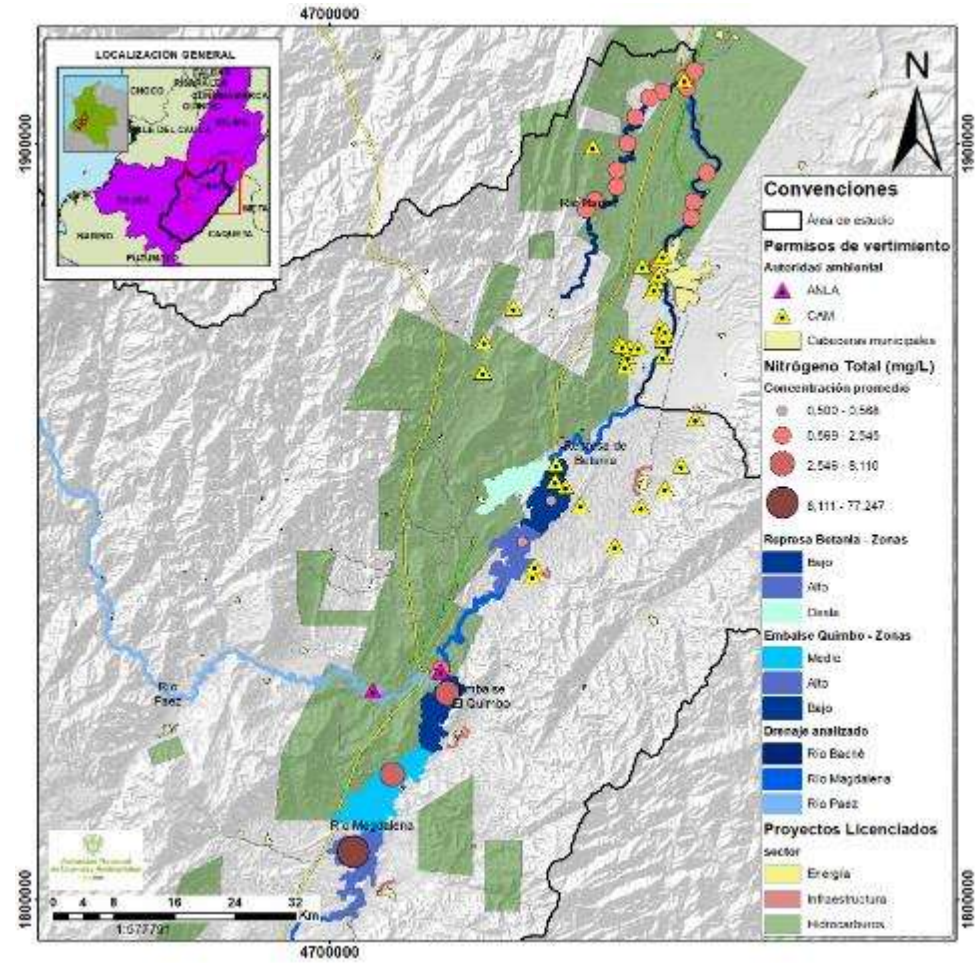
- **Nitrógeno Total**

En cuanto a las concentraciones medias anuales de nitrógeno total (véase **Figura 38**), se evidencia que para los ríos Baché y Magdalena los valores medidos se centran en 1,0 mg/L, a excepción del 2022 para el río Magdalena, donde los valores superan 30 mg/L; por otro lado, para el río Páez se evidencia un aumento de las concentraciones en el tiempo, de modo que los valores medios registrados pasan de 0,05 mg/L en 2019 a 0,11 mg/L en 2022. Es de mencionar que dichas concentraciones pueden verse influenciadas por la presencia de nutrientes utilizados en las actividades de agricultura de la región, transportados por medio de la escorrentía en el suelo a las fuentes hídricas.

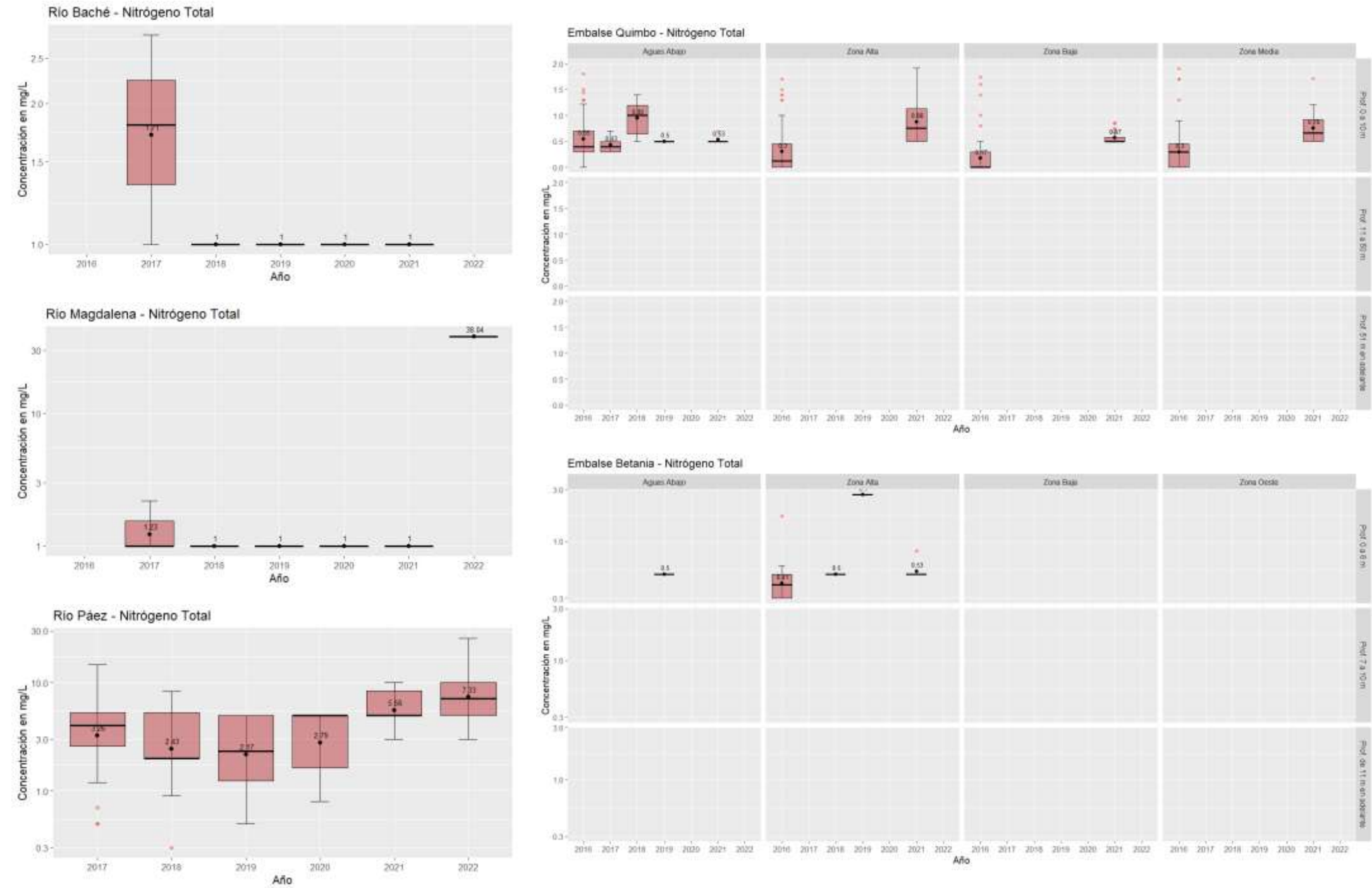
Por su parte, para los embalses de Quimbo y Betania no se cuenta con gran disponibilidad de datos que permitan evidenciar un comportamiento frente a las concentraciones de Nitrógeno Total.



Figura 38. Concentración promedio de Nitrógeno Total



Fuente: ANLA, 2024.







- **Coliformes Totales**

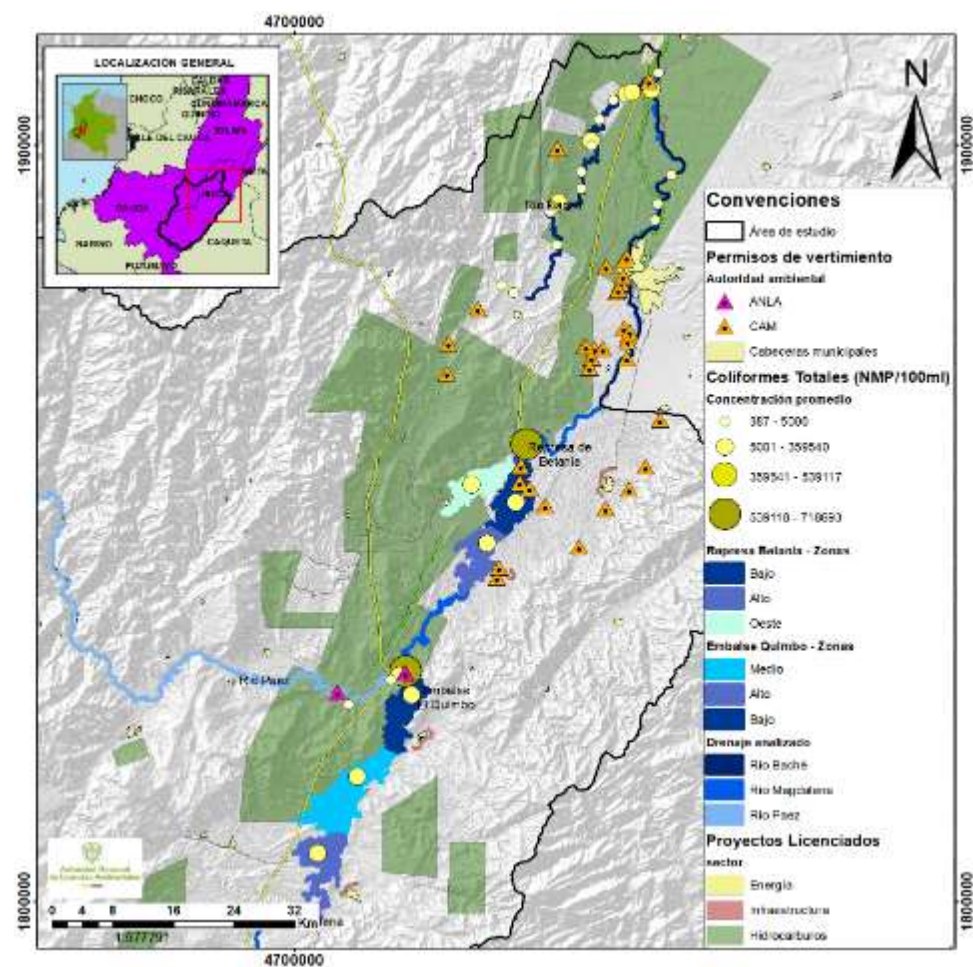
En la **Figura 39** se presenta la concentración promedio de coliformes totales en las zonas de interés. De acuerdo con los muestreos obtenidos, la cantidad de patógenos en el río Baché para los años 2018, 2019 y 2022, se mantiene en concentraciones aceptables, pues no superan los 5.000 NMP/100mL (límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola del Decreto 1076 de 2015) en al menos el 75 % de los datos tomados, sin embargo, se presentan valores máximos cercanos a los 10.000 NMP/100mL en el 2020 y 2021; situación similar a lo que ocurre en el tramo del río Magdalena evaluado, donde del 2018 al 2022 el menos el 75 % de los datos se encuentran por debajo de 5.000 NMP/100mL, con valores máximos en todos los años cercanos a los 10.000 NMP/100mL con excepción del 2022, donde el valor máximo supera los 100.000 NMP/100mL.

Lo anterior podría derivar en limitaciones para el uso del recurso en actividades de riego en cultivos agrícolas de frutas que se consuman sin quitarle la cáscara y hortalizas de tallo corto, asimismo, dichas concentraciones de coliformes totales limitan el uso del recurso para consumo humano, pues el valor admisible de calidad para la destinación del recurso en el consumo humano y doméstico que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional es de 20.000 NMP/100 mL, de acuerdo con el ARTÍCULO 2.2.3.3.9.3. (Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico) del Decreto 1076 de 2015.

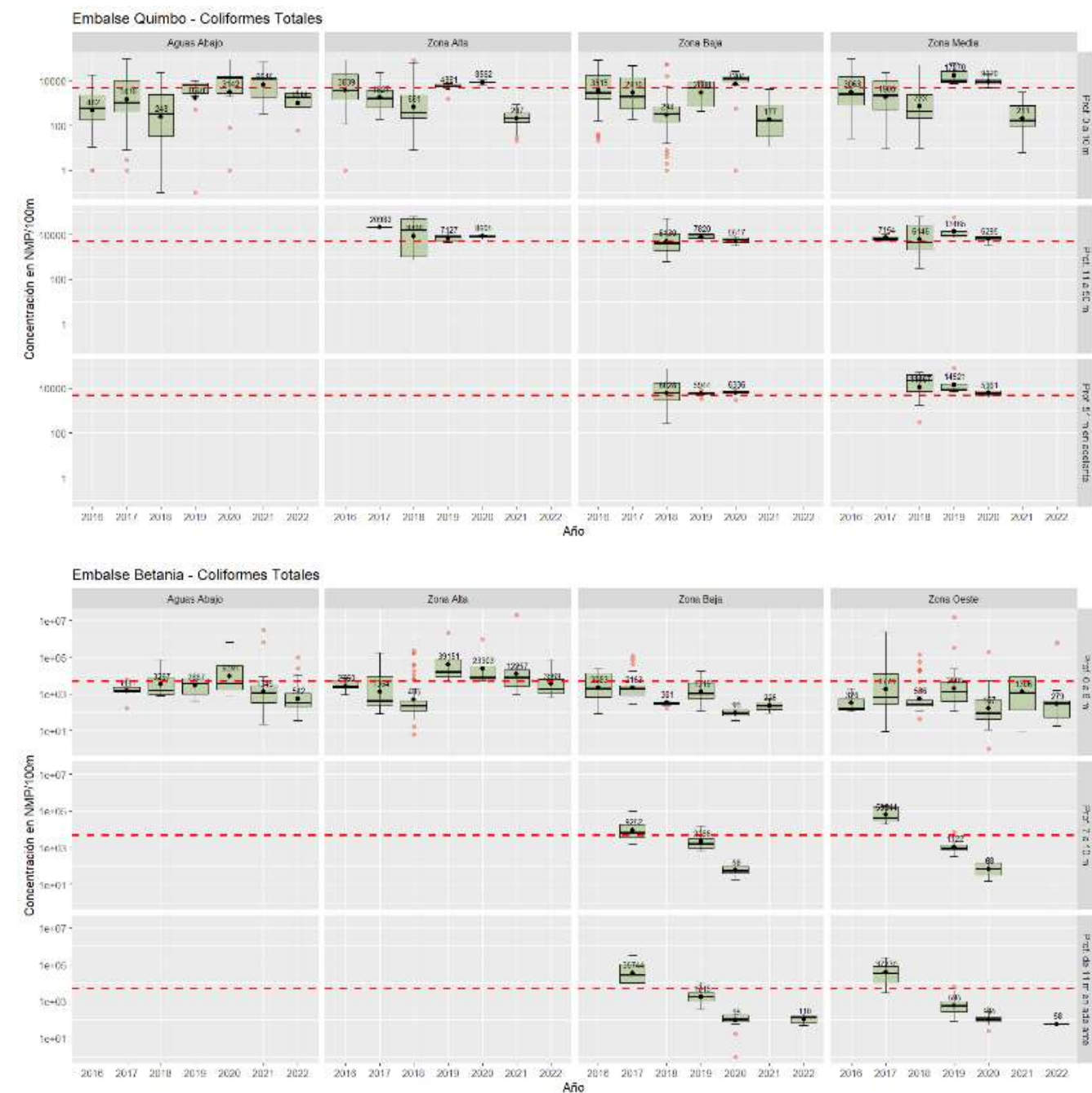
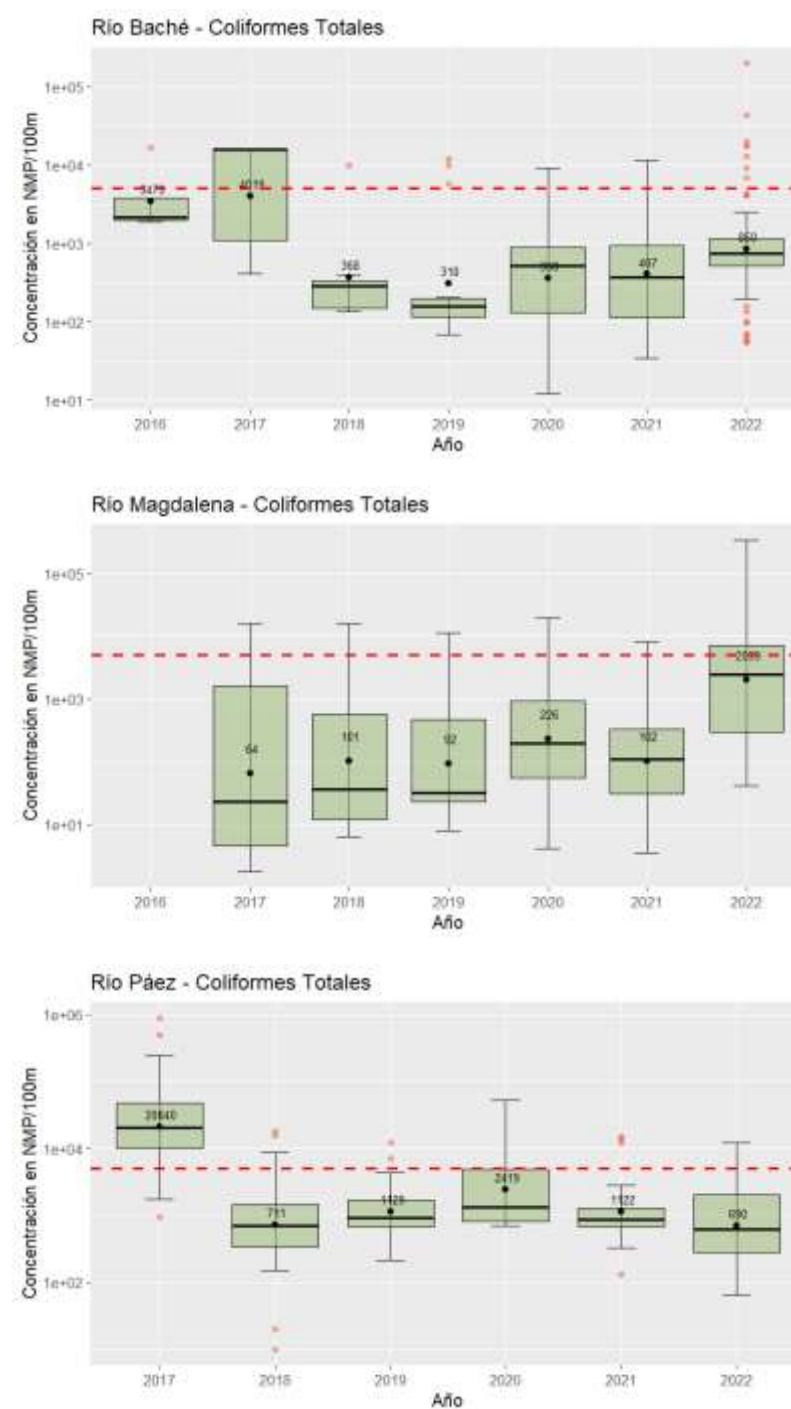
En cuanto al embalse de Quimbo en profundidades de 0 a 10 m en todas las zonas, se identifican valores superiores a 5.000 NMP/100mL en la mayoría de los datos para todos los años analizados, cuya tendencia se muestra decreciente entre los años 2019 y 2021; adicionalmente, a medida que aumenta la profundidad de toma de la muestra se conserva tendencias de concentración de los valores en 10.000 NMP/100mL para la zona alta, baja y media del embalse. Por otro lado, en el embalse de Betania, en la zona alta, baja, oeste y aguas abajo, se evidencia un comportamiento decreciente en la concentración de coliformes totales, de modo que para el 2022 el 75 % de los datos se encontraban por debajo de 5.000 NMP/100mL en la zona alta y aguas abajo del embalse, así como en la zona oeste el 100 % de los datos estaban por debajo de dicho valor.



Figura 39. Concentración promedio de Coliformes Totales.



Fuente: ANLA, 2024.





## Análisis general de calidad de agua

Finalmente, se llevó a cabo la valoración de las concentraciones medias, valores mínimos y valores máximos de alrededor de 50 parámetros de calidad del agua, monitoreados en los ríos y embalses dispuestos para análisis en el área de estudio del presente reporte.

Los resultados se encuentran disponibles en el anexo 5 (**Anexo Calidad Recurso HSuperficial.xlsx**), donde se detallan las concentraciones de los parámetros y su comportamiento frente a límites dispuestos en el Decreto 1076 de 2015, tomando como referencia el Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola, que considera los parámetros de aluminio, arsénico, berilio, cadmio, cobalto, cobre, cromo, OD, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, pH, plomo, selenio, vanadio, zinc y coliformes totales y coliformes fecales, y, el Artículo 2.2.3.3.9.10 Criterios de calidad para preservación de fauna y flora que valora las concentraciones de OD y pH, adicionalmente, se contempla la Resolución 3543 del 26 de diciembre de 2019, la cual presenta objetivos de calidad a 2030 para OD, pH y DBO<sub>5</sub>.

De conformidad con lo anterior, se presentan algunas consideraciones generales para cada cuerpo de agua evaluado:

- a. **Río Páez:** en cuanto al cumplimiento de los criterios de calidad para uso agrícola, se identifican valores dentro del límite establecido para los parámetros de arsénico, cadmio, cromo, hierro, plomo y zinc, sin embargo, se evidencia excedencias en la concentración media de cobre, molibdeno, coliformes fecales y coliformes totales, las cuales están asociadas mayoritariamente a mediciones realizadas en el año 2017 sobre un punto de monitoreo del proyecto LAM4090, que está ubicado aguas abajo de la presa el Quimbo. Respecto a los objetivos de calidad dispuestos para el río Páez, se presentan valores mínimos inferiores al objetivo de OD y valores máximos que sobrepasan los establecidos para DBO<sub>5</sub>, no obstante, los valores promedio se encuentran dentro de los objetivos formulados por la Resolución 3543 del 2019.

Por otro lado, frente a la concentración de nitratos y nitritos, parámetros que pueden indicar contaminación orgánica y presencia de fertilizantes, se identifica que los valores medios para el río Páez se encuentran por debajo de 10 mg/L y 1 mg/L respectivamente (Tomando como referencia la Normativa sobre agua potable primaria de la EPA, 2020), sin embargo, se alcanzan valores máximos de 16,9 mg/L nitratos y 1,5 mg/L nitritos. En cuanto a concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales (SST), se evidencian valores elevados de SST (Valor promedio: 213,01 mg/L; superior a la referencia de < 30 mg/L EPA, 2001), lo cual puede traducirse en erosión del suelo y, por tanto, sedimentación que afecta la calidad del hábitat acuático.

- b. **Embalse Quimbo:** tomando como referencia los criterios de calidad para uso agrícola del Decreto 1076 de 2015, se identifica excedencia en los valores promedio de arsénico, cadmio, cobre, coliformes fecales, coliformes totales y molibdeno para todas las zonas establecidas en el análisis (zona alta, zona media, zona baja y aguas abajo del embalse). Adicionalmente, para los parámetros de aluminio, cromo, hierro y manganeso, se evidencian valores promedio superiores en las zonas alta, media y baja. Finalmente, en la zona aguas abajo del embalse los valores de aluminio cromo, hierro, manganeso, níquel, plomo y selenio presentan valores medios inferiores a los establecidos como criterios de calidad para uso agrícola. Por otra parte, las concentraciones medias de nitratos y nitritos son inferiores a 10 mg/L y 1 mg/L (EPA, 2020) respectivamente, en todas las zonas analizadas para el embalse. Por el contrario, los valores de SST son superiores a 30 mg/L (EPA, 2001) en todas las zonas evaluadas a excepción de la zona baja en profundidades de 0 a 50 m y en la zona media en profundidades de 0 a 10 m.





- c. **Embalse Betania:** continuando con el análisis a partir de los criterios de calidad para uso agrícola, en el embalse de Betania se evaluaron únicamente los parámetros de arsénico, cadmio, coliformes fecales, coliformes totales, hierro y pH, identificando que se presentan excedencias en los valores de cadmio, teniendo en cuenta que solo se tienen datos aguas abajo del embalse, coliformes fecales y coliformes totales en las zonas alta, media, oeste y aguas abajo. Por otro lado, las concentraciones medias de nitratos y nitritos son bajas (Aguas abajo: 0,77 mg/L y 0,02 mg/L; zona alta – Prof. 0 a 6 m: 0,4 mg/L y 0,01 mg/L; zona baja – Prof. 0 a 6 m: 0,78 mg/L y 0,03 mg/L; zona oeste – Prof. 0 a 6 m: 0,80 mg/L y 0,01 mg/L; valores respectivos para nitratos y nitritos). Finalmente, los valores de SST son elevados en las zonas de: aguas abajo (117 mg/L), zona alta a profundidades de 0 a 6 m (85,84 mg/L), zona baja en profundidades mayores a 11 m (158 mg/L) y zona oeste (54 mg/L – Prof. 0 a 6 m).
- d. **Río Baché:** se observa incumplimiento en el objetivo de calidad para el oxígeno disuelto, cuyo valor promedio corresponde a 4,6 mg/L y alcanza valores mínimos de 1,25 mg/L registrado en octubre de 2021, y se identifican valores superiores al objetivo de DBO<sub>5</sub>, que corresponde a 5 mg/L; en cuanto pH la medición promedio se encuentra entre 7 y 9 Unidades (7,37 Unidades). Asimismo, se presentan valores superiores a los criterios de calidad para uso agrícola en los parámetros de cadmio y vanadio, mientras que los parámetros de aluminio, arsénico, berilio, cobre, cromo, hierro, manganeso, níquel y plomo se encuentran, en general, por debajo de los respectivos límites establecidos. En cuanto a los valores de coliformes fecales y totales en promedio cuentan con valores registrados por debajo de lo indicado en el decreto 1076 (1000 NMP/100ml y 5000 NMP/100ml respectivamente), sin embargo, se reportan valores máximos que alcanzan 198.630,0 NMP/100ml de coliformes totales en la Quebrada Santa María, que corresponde a un cuerpo hídrico tributario del Río Baché, para el año 2022. Finalmente, el parámetro de SST alcanza un valor máximo de 1297 mg/L y un promedio de 88,9 mg/L.
- e. **Río Magdalena:** se identifica que el valor promedio de oxígeno disuelto (3,94 mg/L) es inferior al establecido en los objetivos de calidad, sin embargo, los valores de pH y DBO<sub>5</sub> se encuentran acordes con lo planteado por dichos objetivos. En lo concerniente a los criterios para uso agrícola, se estiman excedencias en los valores medios de cadmio, coliformes fecales y molibdeno (0,029 mg/L, 1309,42 NMP/100 mL y 0,22 mg/L respectivamente), asimismo, se reportan valores máximos superiores a lo indicado en los parámetros de arsénico (0,2 mg/L), coliformes totales (331400 NMP/100 mL) y hierro (40,7 mg/L). Por otra parte, las concentraciones promedio de nitratos y nitritos son de 0,36 mg/L y 0,03 mg/L. En cuanto a SST se presenta un valor superior a 30 mg/L (49 mg/L).

## Índice de Calidad de Agua Embalses

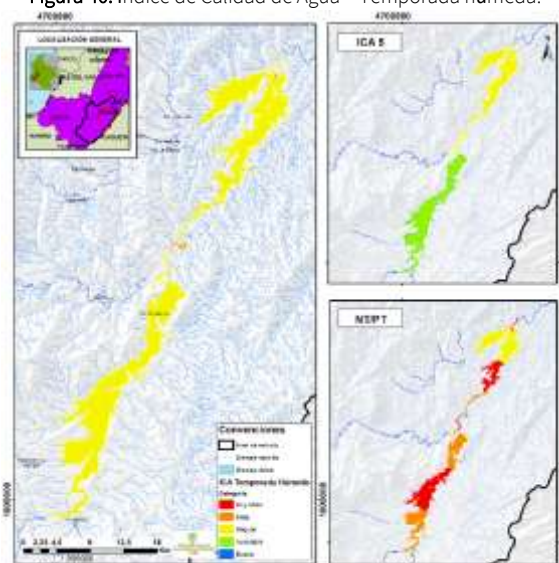
La condición regional generada a partir del cálculo del índice de calidad de agua (ICA), se realizó para el área de estudio, con información disponible de campañas de monitoreo comprendidas entre los años 2016 y 2022 de los POA licenciados por la ANLA. El análisis se generó para los embalses de Quimbo y Betania considerando las mediciones promedio reportados para todas las profundidades, las cuales comprenden de 0 a 135 m aproximadamente para las zonas del embalse de Quimbo y de 0 a 50 m aproximados para las zonas del embalse de Betania. Es de gran importancia resaltar que las concentraciones de los parámetros individuales son mayores a nivel superficial. En línea con lo anterior, se presentan los resultados del ICA para temporada húmeda (Figura 40), temporada media (Figura 41) y temporada seca (Figura 42), así como la interpretación de rangos en la Tabla 27:

Tabla 27. Interpretación de los valores del índice de calidad de agua

Categoría	Valor	Interpretación
Muy Mala	0,0 - 0,25	Muy alta presencia de presiones que disminuyen la calidad del recurso hídrico superficial.
Alta	0,26 - 0,5	Alta presencia de presiones que disminuyen la calidad del recurso hídrico superficial.
Regular	0,51 - 0,7	Moderada presencia de presiones que disminuyen la calidad del recurso hídrico superficial.
Aceptable	0,71 - 0,9	Baja presencia de presiones que disminuyen la calidad del recurso hídrico superficial.
Buena	0,91 - 1,0	Muy baja presencia de presiones que disminuyen la calidad del recurso hídrico superficial.

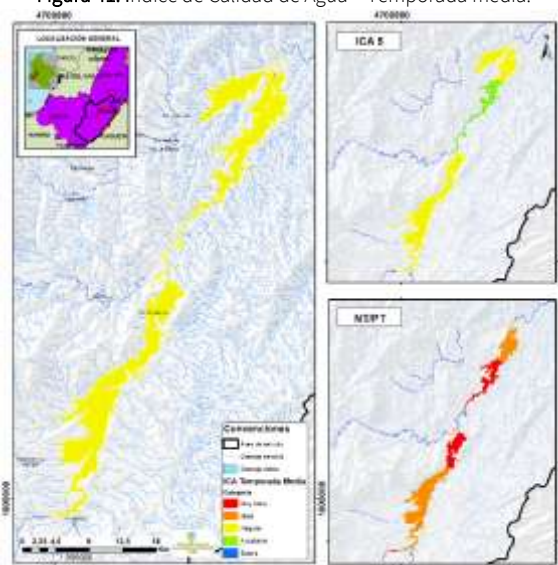
Fuente: ANLA, 2024.

Figura 40. Índice de Calidad de Agua – Temporada húmeda.



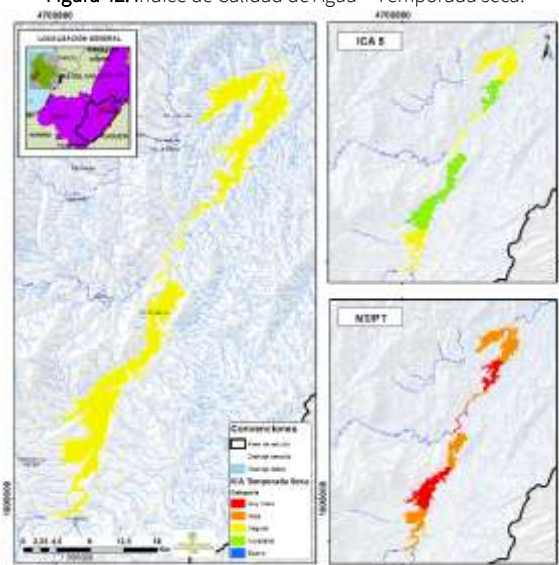
Fuente: ANLA, 2024.

Figura 41. Índice de Calidad de Agua – Temporada media.



Fuente: ANLA, 2024.

Figura 42. Índice de Calidad de Agua – Temporada seca.



Fuente: ANLA, 2024.

Tomando en cuenta que el ICA es calculado a partir de las concentraciones de los parámetros de Oxígeno -OD, pH, sólidos suspendidos totales - SST, conductividad eléctrica, Demanda Química de Oxígeno -DQO y la relación de Nitrógeno Total y Fósforo Total, se identifica una calidad de agua regular para toda la zona de análisis en las dos temporadas climáticas (seca y húmeda), evidenciando un cambio en la categoría de regular a mala en las zonas aguas arriba del embalse de Quimbo y aguas arriba del embalse de Betania en temporada húmeda, lo que se puede relacionar con procesos de contaminación difusa generada por las lluvias. Adicionalmente, se relaciona el resultado del ICA 5, en el cual se omite la relación de los parámetros de nitrógeno y fósforo totales, donde las categorías de calidad de agua varían entre regular en la mayoría de las zonas y aceptable en algunas



zonas del embalse de Quimbo y Betania en temporada seca y en temporada húmeda para el embalse de Quimbo. Asimismo, en la temporada seca se evidencian categorías de relación de NT/PT mala y muy mala, lo cual puede asociarse a la reducción del flujo de agua causando mayor acumulación de nutrientes.

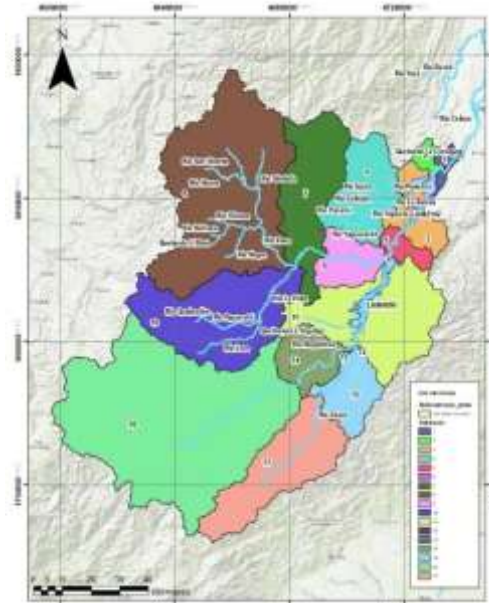
### C. MODELACIÓN HÍDRICA SUPERFICIAL - CANTIDAD DE AGUA

Para el desarrollo del reporte de alertas en la subzona hidrográfica (SZH) del Alto Río Magdalena, la cual abarca los sistemas Quimbo - Betania se emplea el modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Este modelo hidrológico permite subdividir la cuenca del Alto Río Magdalena en subcuencas con la finalidad de poder clasificar o sectorizar por usos de suelo, tipos de suelos y pendientes, con la finalidad de obtener Unidades de Respuesta Hidrológica (HRU), para posteriormente obtener un balance hídrico y tránsito de caudales para cada subcuenca a escala diaria (Arnold et al., 2012).

Referente a la configuración del modelo hidrológico para la cuenca del Alto Río Magdalena se subdivide en 17 subcuencas (ver **Tabla 28**), incluyendo la cuenca aferente cada uno de los embalses del sistema Quimbo-Betania. La simulación se realiza desde el año 2000 hasta el 2023, donde se estiman los caudales diarios para cada una de las subcuencas y a partir de la serie diaria simulada se estiman caudales extremos asociados a periodos de retorno (máximos y mínimos), caudales ambientales por diferentes percentiles de la curva de duración de caudales (Q90, Q95, Q97.5) y por la metodología 7Q10 (Chiang & Johnson, 1976) a escala mensual.

Asimismo, se calcula la Oferta hídrica total (OHT), Oferta hídrica disponible (OHD) para posteriormente estimar los índices hídricos acorde al ENA 2022. Es de destacar que la demanda hídrica para cada una de las subcuencas se estimó basado en la información de concesiones de agua de los expedientes de ANLA validadas por el Centro de Monitoreo y la información reportada por La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) en el SIRH.

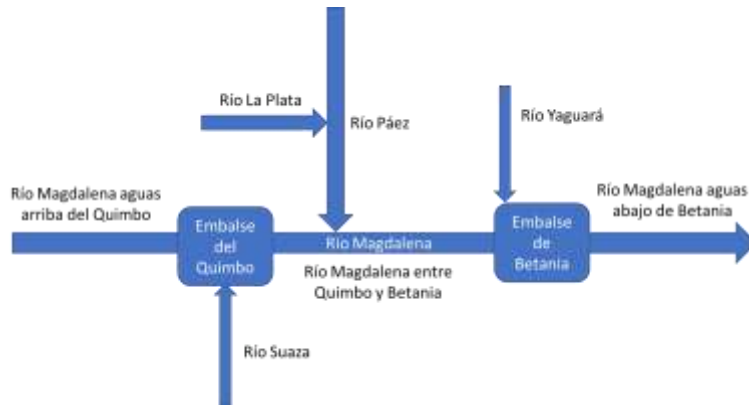
**Figura 43.** Configuración del modelo hidrológico del Alto Río Magdalena



Fuente: ANLA, 2024

En la cuenca del alto Magdalena se encuentra el embalse del Quimbo donde sus afluentes principalmente son el río Magdalena y el río Suaza. Desde el embalse del Quimbo se regula el caudal que es descargado por aguas turbinadas y vertidas al río Magdalena posterior al sitio de presa, tenido como obligación mantener un caudal ambiental de 36 m<sup>3</sup>/s. Por otra parte, el embalse de Betania LAM2142 es alimentado por el río Magdalena, ya regulado por el embalse del Quimbo y el río Yaguará, resaltando que en la actualidad no hay obligaciones de caudal ambiental para este expediente (Ver Figura 44)

Figura 44. Modelo conceptual del Alto Río Magdalena



Fuente: ANLA, 2024

Tabla 28. Subcuencas modelo hidrológico Alto Río Magdalena

Subcuencas	Nombre de subcuencas	Coordenadas origen nacional		Coordenadas geográficas	
		Coordenada ESTE	Coordenada NORTE	Latitud	Longitud
1	Río Magdalena (LA ESPERANZA - AUT [21097120] - Ríos directos Magdalena (md) SZH 2106)	4714197,554	1830124,444	2,46002498	-
2	Río Magdalena (Presa Embalse Betania LAM2142 - LA ESPERANZA - AUT [21097120])	4682140,149	1826948,663	2,430727897	-
3	Embalse Betania LAM2142	4682170,109	1826948,663	2,43072847	-
4	Río Yaguará (Nacimiento - Embalse de Betania LAM2142)	4702992,443	1798636,282	2,175145062	-
5	Río Magdalena (Río Páez - Embalse de Betania LAM2142)	4703022,403	1798636,282	2,175145541	-
6	Río Magdalena (Presa Embalse El Quimbo - Río Páez)	4682859,194	1785244,076	2,053752665	-
7	Río Páez (Río La Plata - PAICOL - AUT [21057060])	4691447,436	1782177,804	2,026169868	-
8	Río Páez (Nacimiento - Río La Plata)	4703385,229	1797650,899	2,166242568	-
9	Río Páez (PAICOL - AUT [21057060] - Desembocadura Río Magdalena)	4699975,146	1797527,755	2,165074648	-
10	Río La Plata (Nacimiento - Desembocadura en Río Páez)	4714916,599	1828955,996	2,449472808	-
11	Embalse El Quimbo LAM4090	4714676,582	1830364,125	2,462200432	-

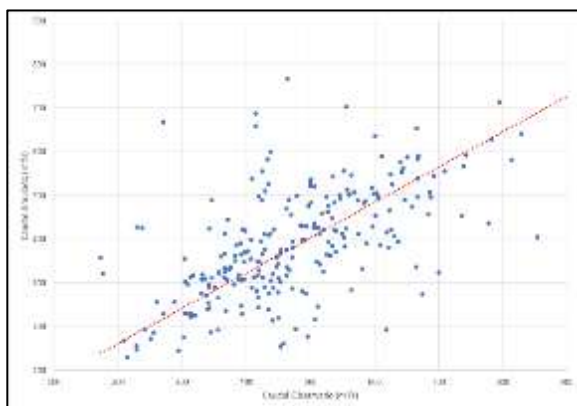
Subcuencas	Nombre de subcuencas	Coordenadas origen nacional		Coordenadas geográficas	
		Coordenada ESTE	Coordenada NORTE	Latitud	Longitud
12	Cola Embalse Río Suaza Embalse El Quimbo LAM4090	4719841,259	1839352,183	2,543559104	- 75,52037563
13	Cola Embalse Río Magdalena Embalse El Quimbo LAM4090	4730275,975	1857078,414	2,704030742	- 75,42686935
14	Río Magdalena (PERICONGO [21027010] - Embalse El Quimbo LAM4090)	4733911,361	1860084,636	2,731280626	- 75,39423253
15	Río Suaza (PUENTE GARCES [21037010] - Embalse El Quimbo LAM4090)	4719273,58	1850904,064	2,648000003	- 75,52568675
16	Río Magdalena (Nacimiento - PERICONGO [21027010])	4693151,078	1830108,905	2,459504296	- 75,76013289
17	Río Suaza (Nacimiento - PUENTE GARCES [21037010])	4740623,914	1866078,144	2,785600341	- 75,33397368

Fuente: ANLA, 2024

## Calibración Y Validación

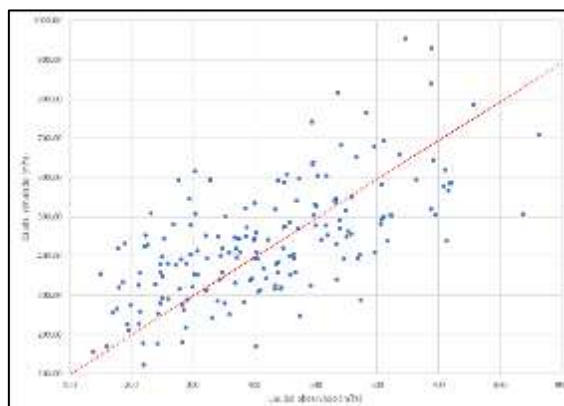
Una vez se configura el modelo hidrológico se procede a realizar la calibración y validación. Como función objetivo para realizar la calibración se estableció la prueba de ajuste de Kling-Gupta. Para la calibración se utilizó la información hidrológica de la estación PASO DEL COLEGIO [21077020], localizada aguas abajo del sitio de presa del embalse del Quimbo, cuyo régimen hidrológico se ve influenciado por la operación de la hidroeléctrica desde la entrada en operación en noviembre del 2015. Asimismo, se empleó para la corroboración del ejercicio de calibración la información hidrológica de la estación LA ESPERANZA - AUT [21097120] garantizando que el ajuste sea válido espacialmente. Como estrategia de calibración del modelo se utilizó 2/3 de la información (2000 – 2015) y 1/3 de la para validar (2016-2023). Finalmente, los resultados del ejercicio de calibración arrojaron valores del coeficiente de Kling Gupta de 0,57 (LA ESPERANZA - AUT [21097120]) (ver Figura 45) y 0,64 (PASO DEL COLEGIO [21077020]) (ver Figura 46) resultado aceptable acorde a (Martínez, 2012) y (Duan et al., 2003).

Figura 45. Calibración Alto Magdalena – Estación ESPERANZA



Fuente: ANLA, 2024

Figura 46. Calibración Alto Magdalena – Estación PASO COLEGIO



Fuente: ANLA, 2024

## Objetivo De La Modelación

Como principal objetivo de la modelación hidrológica consiste en la identificación de impactos ambientales en la cuenca del Alto Río Magdalena desde el componente de cantidad del recurso hídrico. Para tal fin, se calculan índices hídricos relacionados con demanda natural del recurso hídrico, regulación hídrica, demanda hídrica por



los proyectos ANLA y la oferta hídrica disponible (OHD) en cada una de las subcuencas delimitadas. En ese mismo contexto se determinan caudales extremos, ambientales y medios, y estos se contrastan con la demanda hídrica.

## Índices Hídricos

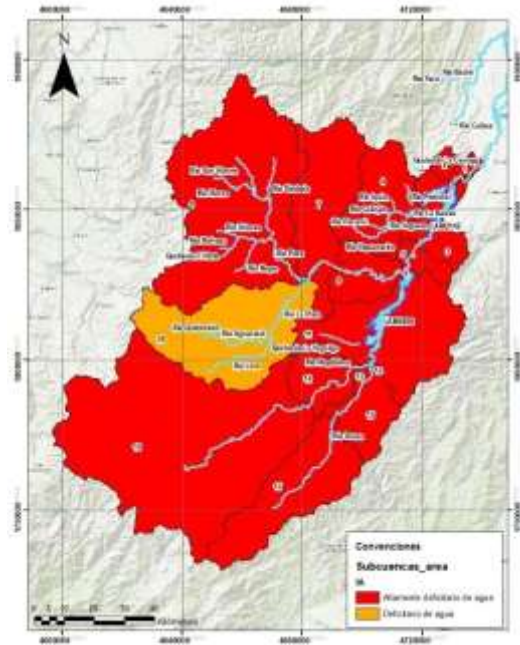
Como se mencionó con anterioridad se estimaron los índices hídricos para el Alto Magdalena. En ese sentido se puede observar que la toda la cuenca del río Magdalena está clasificada como altamente deficitaria de agua (ver **Figura 47**), lo que indica que las cuencas que componen el alto río Magdalena presentan una alta demanda hídrica atmosférica, requiriendo medidas de manejo enfocadas en la reforestación, el uso eficiente del agua y medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Referente a las condiciones de regulación hídrica se obtuvo hacia la parte alta de la cuenca condiciones de regulación moderadas, en ese mismo contexto posterior a los embalses del Quimbo y Betania las condiciones de regulación presentan una leve mejora pasando a una clasificación alta, situación esperada debido a los embalses (ver **Figura 48**). Por otra parte, la subcuenca del río Yaguará presenta una condición de regulación baja, teniendo como posibles consecuencias mayor riesgo a presentar inundaciones, sequías más intensas y por ende mayores procesos erosivos. Lo anterior concluye que la cuenca del río Yaguará y la parte alta de la cuenca del Alto Río Magdalena requieren medidas de manejo que mejoren las condiciones actuales de regulación hídrica y mitigación al cambio climático, como la priorización de actividades de compensación en dichas cuencas enfocadas en la reforestación y/o recuperación de cobertura vegetal y/o mejora de vegetación riparia en rondas hídricas que garanticen el control de erosión. Referente a la relación entre oferta y demanda hídrica se estima el Índice de Uso del Agua (IUA), siendo clasificado de bajo a crítico (ver **Figura 49**). En ese contexto, se establece crítico en las subcuencas que hacen parte del sistema Quimbo - Betania, dando claridad que los proyectos hidroeléctricos retornan caudal aguas abajo del sitio de presa normalmente por aguas turbinadas y vertidas. En ese contexto sería indispensable evaluar la efectividad de las obligaciones en materia de caudal ambiental y reglas de operación para la hidroeléctrica del Quimbo en miras a la conservación de los servicios ecosistémicos. Por otra parte, es de resaltar que la hidroeléctrica de Betania no cuenta actualmente con obligaciones de caudal ambiental y reglas de operación, lo que hace indispensable formular obligaciones al respecto. Finalmente, acorde con la estimación del Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) se puede destacar que las cuencas más vulnerables a un desabastecimiento hídrico por la alta presión en su uso y aprovechamiento y baja regulación hídrica son las subcuencas que hacen parte del sistema Quimbo Betania (ver **Figura 50**), cuyas recomendaciones se mencionaron con anterioridad.



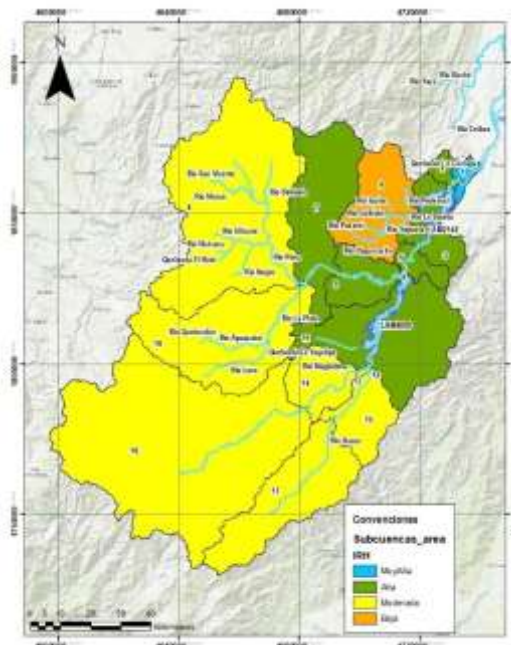


Figura 47. Índice de Aridez Alto Magdalena



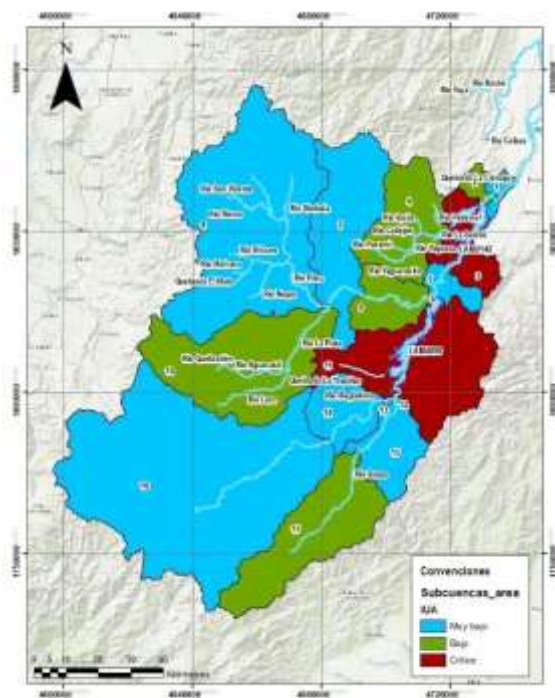
Fuente: ANLA, 2024

Figura 48. Índice de Regulación Hídrica Alto Magdalena



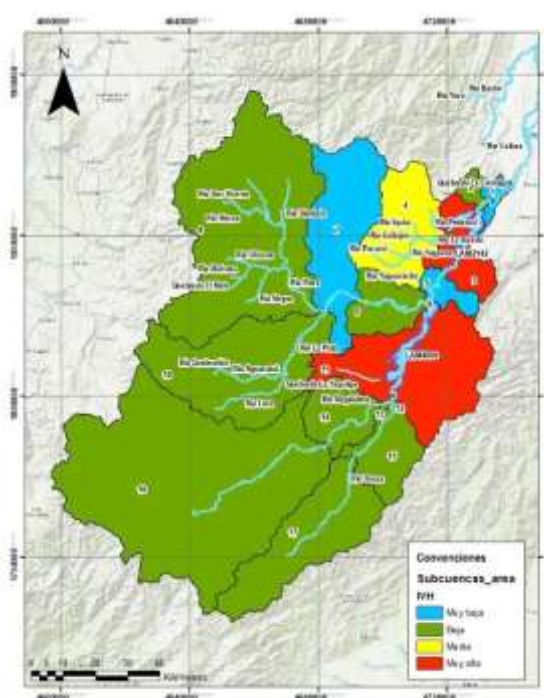
Fuente: ANLA, 2024

Figura 49. Índice de Uso del Agua (IUA) Alto Magdalena



Fuente: ANLA, 2024

Figura 50. Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) Alto Magdalena



Fuente: ANLA, 2024





## Caudales Máximos

La estimación de caudales máximos se realizó para cada una de las subcuencas delimitadas en el marco del ejercicio de modelación hidrológica, obteniendo caudales asociados a diferentes periodos de retorno desde 2 a 100 años, aumentando paulatinamente con el aumento de la frecuencia. En ese sentido los caudales máximos obtenidos son eventos que ocurren con baja frecuencia, pero bajo un escenario de riego pueden llegar a ser indispensables.

Referente a los caudales máximos que llegan al embalse del Quimbo, estos oscilan entre 758,4 m<sup>3</sup>/s asociados a periodos de retorno de 2 años, caracterizados por ser crecientes que se repiten con frecuencia y relacionados con los caudales formadores o dominantes (Rodríguez Díaz, 2010) a 990,9 m<sup>3</sup>/s asociados a periodos de retorno de 100 años. En ese sentido, bajo un escenario de riesgo ante eventos de caudales máximos en el Embalse del Quimbo el río Suaza tiene un 30% de influencia en contraste con el río Magdalena que aporta el 70% restante.

En ese mismo sentido el embalse de Betania recibe los caudales que son descargados desde el embalse del Quimbo más los aportes de la cuenca del río Páez y Yaguará, siendo estos de 1066,4 m<sup>3</sup>/s para periodos de retorno de 2 años. En ese mismo contexto, los caudales con recurrencias de 100 años son de 1853,6 m<sup>3</sup>/s. Ahora bien, de los aportes de caudales máximos que ingresan al embalse del Betania aproximadamente el 50 % provienen de la cuenca del río Páez, un 30% provienen de la cuenca del río Yaguará y el 20% restante son descargados en la operación del embalse del Quimbo aproximadamente, lo que indica que bajo un escenario de riesgo por crecientes hay mayor influencia de las cuencas de los ríos Yaguará y Páez, que la operación del Quimbo, debido precisamente a la regulación de la hidroeléctrica. El detalle de eventos máximos se muestra en la **Tabla 29**.

**Tabla 29.** Caudales máximos estimados para el Alto Río Magdalena

Subcuencas	Nombre de subcuencas	Caudales máximos						
		Pr2	Pr5	Pr10	Pr20	Pr25	Pr50	Pr100
1	Río Magdalena (LA ESPERANZA - AUT [21097120] - Ríos directos Magdalena (md) SZH 2106)	947,3	1087,2	1213,9	1335,5	1374,0	1492,8	1610,8
2	Río Magdalena (Presa Embalse Betania LAM2142 - LA ESPERANZA - AUT [21097120])	1157,0	1406,5	1634,7	1851,2	1919,2	2126,6	2329,3
3	Embalse Betania LAM2142	1066,4	1235,1	1388,6	1533,8	1579,4	1718,2	1853,6
4	Río Yaguará (Nacimiento - Embalse de Betania LAM2142)	384,8	483,5	572,9	658,7	685,9	769,7	852,9
5	Río Magdalena (Río Páez - Embalse de Betania LAM2142)	996,0	1145,3	1281,6	1410,9	1451,5	1575,3	1696,2
6	Río Magdalena (Presa Embalse El Quimbo - Río Páez)	1107,0	1247,0	1389,8	1534,1	1580,8	1726,4	1872,5
7	Río Páez (Río La Plata - PAICOL - AUT [21057060])	613,4	701,5	783,0	861,0	885,7	960,9	1034,7
8	Río Páez (Nacimiento - Río La Plata)	702,8	832,2	949,4	1061,9	1097,5	1207,4	1316,5
9	Río Páez (PAICOL - AUT [21057060] - Desembocadura Río Magdalena)	570,4	650,3	723,7	793,6	815,6	882,7	948,5
10	Río La Plata (Nacimiento - Desembocadura en Río Páez)	156,8	190,6	221,2	250,6	259,9	288,6	317,1
11	Embalse El Quimbo LAM4090	758,4	834,1	882,2	920,5	931,5	962,9	990,9
12	Cola Embalse Río Suaza Embalse El Quimbo LAM4090	206,6	237,6	265,6	292,5	301,0	327,3	353,4
13	Cola Embalse Río Magdalena Embalse El Quimbo LAM4090	469,5	518,2	552,2	580,4	588,7	612,8	634,8
14	Río Magdalena (PERICONGO [21027010] - Embalse El Quimbo LAM4090)	554,0	618,0	669,4	715,2	729,2	770,7	810,0
15	Río Suaza (PUENTE GARCES [21037010] - Embalse El Quimbo LAM4090)	213,7	241,1	267,2	293,3	301,7	328,5	356,0
16	Río Magdalena (Nacimiento - PERICONGO [21027010])	793,0	864,6	911,8	950,0	961,1	992,9	1021,6

Subcuencas	Nombre de subcuencas	Caudales máximos						
		Pr2	Pr5	Pr10	Pr20	Pr25	Pr50	Pr100
17	Río Suaza (Nacimiento - PUENTE GARCES [21037010])	224,2	252,9	283,6	315,3	325,7	358,5	391,8

Fuente: ANLA, 2024

## Caudales Mínimos

La estimación de caudales mínimos se realizó para cada una de las subcuencas delimitadas en el marco del ejercicio de modelación hidrológica, obteniendo caudales asociados a diferentes periodos de retorno desde 2 a 20 años, disminuyendo paulatinamente con el aumento de la frecuencia. En ese sentido los caudales mínimos obtenidos son eventos que ocurren con baja frecuencia, pero bajo un escenario de riego pueden llegar a ser indispensables.

Acorde a lo mencionado, en el embalse del Quimbo los caudales mínimos oscilan de 15,3 m<sup>3</sup>/s asociados a periodos de retorno de 2 años hasta 5,1 m<sup>3</sup>/s en recurrencias de 100 años, muy por debajo de la obligación de caudal ecológico actual que corresponde a 36 m<sup>3</sup>/s, lo que indica que en condiciones de estiajes intensos posiblemente relacionados con fenómenos de variabilidad climática puede darse la situación de dificultar el cumplimiento de la obligación de caudal ecológico.

Por otra parte, el Embalse de Betania presenta eventos de caudales mínimos que pueden variar de 87,7 m<sup>3</sup>/s a 40,4 m<sup>3</sup>/s para periodos de retorno de 2 años y 100 años respectivamente. Destacando que en periodos de estiaje el río Yaguará que ingresa por la cola norte del embalse de Betania puede presentar condiciones de caudales muy bajos a nulos, lo cual prolifera procesos de sedimentación, calidad del agua y eutrofización. En contraste el mayor aporte de caudales que será recibido en épocas de estiaje proviene de la operación del embalse del Quimbo en aproximadamente un 70% y el 30% restante lo aporta el río Páez. El detalle de los caudales mínimos se presenta en la **Tabla 30**.

**Tabla 30.** Caudales mínimos estimados para el Alto Río Magdalena

Subcuencas	Nombre de subcuencas	Caudales mínimos				
		Pr2	Pr5	Pr10	Pr15	Pr20
1	Río Magdalena (LA ESPERANZA - AUT [21097120] - Ríos directos Magdalena (md) SZH 2106)	203,0	168,1	132,5	111,6	96,7
2	Río Magdalena (Presa Embalse Betania LAM2142 - LA ESPERANZA - AUT [21097120])	182,1	142,6	99,1	72,5	53,3
3	Embalse Betania LAM2142	87,7	65,2	50,9	44,5	40,4
4	Río Yaguará (Nacimiento - Embalse de Betania LAM2142)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Río Magdalena (Río Páez - Embalse de Betania LAM2142)	72,1	52,0	39,2	33,5	29,9
6	Río Magdalena (Presa Embalse El Quimbo - Río Páez)	60,5	42,0	30,3	25,0	21,7
7	Río Páez (Río La Plata - PAICOL - AUT [21057060])	7,6	4,5	2,8	2,0	1,6
8	Río Páez (Nacimiento - Río La Plata)	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0
9	Río Páez (PAICOL - AUT [21057060] - Desembocadura Río Magdalena)	14,7	9,5	6,4	5,1	4,3
10	Río La Plata (Nacimiento - Desembocadura en Río Páez)	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0
11	Embalse El Quimbo LAM4090	15,3	9,3	6,6	5,6	5,1
12	Cola Embalse Río Suaza Embalse El Quimbo LAM4090	1,9	0,8	0,4	0,3	0,2
13	Cola Embalse Río Magdalena Embalse El Quimbo LAM4090	4,8	2,6	1,7	1,4	1,3
14	Río Magdalena (PERICONGO [21027010] - Embalse El Quimbo LAM4090)	2,5	1,2	0,7	0,5	0,5
15	Río Suaza (PUENTE GARCES [21037010] - Embalse El Quimbo LAM4090)	0,8	0,3	0,1	0,1	0,1
16	Río Magdalena (Nacimiento - PERICONGO [21027010])	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0
17	Río Suaza (Nacimiento - PUENTE GARCES [21037010])	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: ANLA, 2024

## Caudales Ambientales

El cálculo de los caudales ambientales mensuales para las subcuencas modeladas se realizó por cuatro (4) metodologías, específicamente 7Q10 y los percentiles del Q90, Q95 y Q97.5 de la curva de duración de caudales. En ese sentido los caudales ambientales que llegan al embalse de Betania corresponden a valores de que pueden oscilar en periodos de estiaje especialmente para el mes de enero y febrero del orden de 84 y 89 m<sup>3</sup>/s respectivamente, para las épocas de caudales altos que se dan en los meses de abril, mayo y noviembre con caudales de 413, 396 y 303 m<sup>3</sup>/s respectivamente, destacando que la hidroeléctrica de Betania no cuenta con obligaciones de caudal ambiental y reglas de operación se sugiere establecer obligaciones que garanticen la estacionalidad de los caudales hacia aguas abajo del sitio de presa y mantener obligaciones de monitoreos de caudales y niveles en los principales afluentes del embalse, puntualmente el Río Magdalena y Yaguará.

De la misma forma, se estimaron los caudales ambientales para el embalse del Quimbo, en ese sentido se observa que en periodos de estiaje los cálculos arrojan valores de 14, 21, 34 y 36 m<sup>3</sup>/s, en los meses de enero, febrero, septiembre y octubre, resaltando que en la actualidad el proyecto hidroeléctrico cuenta con una obligación de caudal ambiental constante durante el año igual a 36 m<sup>3</sup>/s, dificultando el cumplimiento de dicha obligación en estiajes muy prolongados asociados a fenómenos de variabilidad climática, lo que hace necesario mantener obligaciones de monitoreos de niveles y caudales en los afluentes del embalse (río Magdalena y Suaza) y proyectar medidas de manejo que garanticen el cumplimiento de dicha obligación enfocadas en las reglas de operación del embalse. De la misma forma se observa que en los periodos de caudales altos se presenta una reducción de más del 80% de los caudales naturales que ingresan al embalse del Quimbo en contraste a la obligación de caudal ambiental vigente de 36 m<sup>3</sup>/s, por lo anterior se recomienda establecer mayores umbrales en los caudales ambientales en los meses de abril, mayo y junio, que mejoren la regulación de la cuenca del Alto Río Magdalena como se observa en la **Tabla 31**.

**Tabla 31.** Caudales ambientales mensuales estimados para el Alto Río Magdalena

Sub	Nombre de subcuencas	Caudal ambiental mensual											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Río Magdalena (LA ESPERANZA - AUT [21097120] - Ríos directos Magdalena (md) SZH 2106)	219,94	171,28	179,00	238,14	278,97	286,60	363,27	295,02	238,24	226,23	276,62	235,58
2	Río Magdalena (Presa Embalse Betania LAM2142 - LA ESPERANZA - AUT [21097120])	214,94	140,28	173,01	232,80	264,91	273,21	317,35	258,98	211,84	212,14	210,27	215,80
3	Embalse Betania LAM2142	89,00	84,07	244,50	413,38	396,16	355,23	209,17	116,36	98,20	120,18	303,77	180,95
4	Río Yaguará (Nacimiento - Embalse de Betania LAM2142)	0,39	0,50	2,38	2,05	0,70	0,12	0,01	0,00	0,00	0,06	7,44	3,62
5	Río Magdalena (Río Páez - Embalse de Betania LAM2142)	59,16	76,83	228,45	369,74	371,99	320,84	192,55	104,31	90,22	106,40	228,65	125,22
6	Río Magdalena (Presa Embalse El Quimbo - Río Páez)	49,82	72,54	225,39	341,21	342,99	281,29	177,78	91,91	84,91	101,60	208,20	107,27
7	Río Páez (Río La Plata - PAICOL - AUT [21057060])	11,57	16,11	54,78	69,37	59,98	63,59	36,48	23,33	15,78	27,27	76,84	38,12
8	Río Páez (Nacimiento - Río La Plata)	1,23	1,33	10,92	27,11	16,64	16,63	10,11	4,86	2,58	5,88	15,11	8,79
9	Río Páez (PAICOL - AUT [21057060] -	15,53	25,10	61,29	87,23	78,62	82,45	47,40	31,21	21,24	36,37	110,50	57,69

Sub	Nombre de subcuencas	Caudal ambiental mensual											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	Desembocadura Río Magdalena)												
10	Río La Plata (Nacimiento - Desembocadura en Río Páez)	0,33	0,61	2,30	3,13	2,91	4,39	2,48	1,21	1,13	2,25	4,27	2,07
11	Embalse El Quimbo LAM4090	14,81	21,74	127,04	205,95	213,03	172,45	84,84	45,35	34,25	36,64	70,88	41,06
12	Cola Embalse Río Suaza Embalse El Quimbo LAM4090	2,68	2,20	15,75	35,60	48,51	38,78	23,17	12,17	12,69	12,37	9,46	4,74
13	Cola Embalse Río Magdalena Embalse El Quimbo LAM4090	5,27	11,73	83,47	113,32	121,97	92,84	40,64	16,57	11,48	14,54	26,86	18,69
14	Río Magdalena (PERICONGO [21027010] - Embalse El Quimbo LAM4090)	2,70	9,74	72,53	97,92	108,88	76,58	32,69	10,44	7,99	13,09	21,58	11,49
15	Río Suaza (PUENTE GARCES [21037010] - Embalse El Quimbo LAM4090)	1,48	1,19	15,79	33,85	42,98	34,61	20,95	10,42	10,75	10,18	7,01	3,21
16	Río Magdalena (Nacimiento - PERICONGO [21027010])	0,90	3,84	44,41	64,17	75,69	48,52	19,05	3,45	2,78	5,60	10,08	3,64
17	Río Suaza (Nacimiento - PUENTE GARCES [21037010])	0,24	0,12	5,65	15,29	18,71	14,06	8,96	3,36	4,47	2,46	1,43	0,77

Fuente: ANLA, 2024

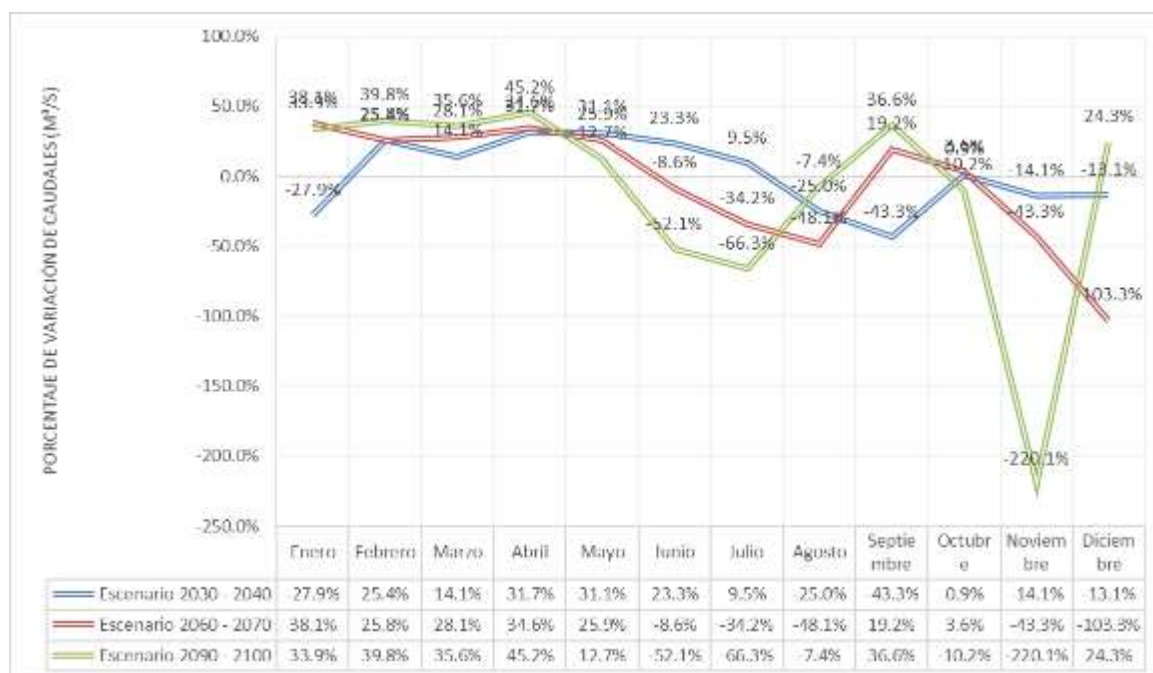
## Cambio Climático

Para realizar la modelación en escenarios de cambio climático se descargó información de precipitación y temperatura de los Modelos Climáticos Globales (GCM) para posteriormente calcular series de caudales usando modelación hidrológica, siendo empleados MIROC6 para precipitación y GFDL-ESM4 para temperatura acorde a lo sugerido para Colombia (Arias et al., 2021), en ese contexto se utilizó la información asociada al escenario SSP 5 (Shared Socioeconomic Pathways) que corresponde a un mercado impulsado por combustibles fósiles, específicamente el escenario pesimista.

En ese contexto se estiman las variaciones de caudales que alimentan las cuencas de Betania y el Quimbo en escenario de cambio climático para el lapso comprendido entre el año 2030 al 2040 (ver figura). En ese sentido para el Embalse del Quimbo se observa una reducción de hasta el 28% de los caudales promedios mensuales en periodos de estiaje que se da normalmente hacia los meses de diciembre y enero, y para los meses de agosto y septiembre pueden reducirse hasta un 43%, por el contrario, hacia los meses de caudales altos, que se da en abril y mayo los mismos aumentan hasta un 32% como se observa en la **Figura 51**. Para el escenario comprendido entre los años 2060 – 2070 se observa que las reducciones de caudales siguen progresando hasta alcanzar disminuciones de un 48% hacia los meses de agosto y de 103% en el mes de diciembre, la reducción se intensifica hasta un 220% para el escenario 2099 al 2100, en contraste hacia los meses de caudales altos los caudales aumentan hasta un 35% aproximadamente y progresa hasta un 45% para el escenario más lejano de cambio climático.



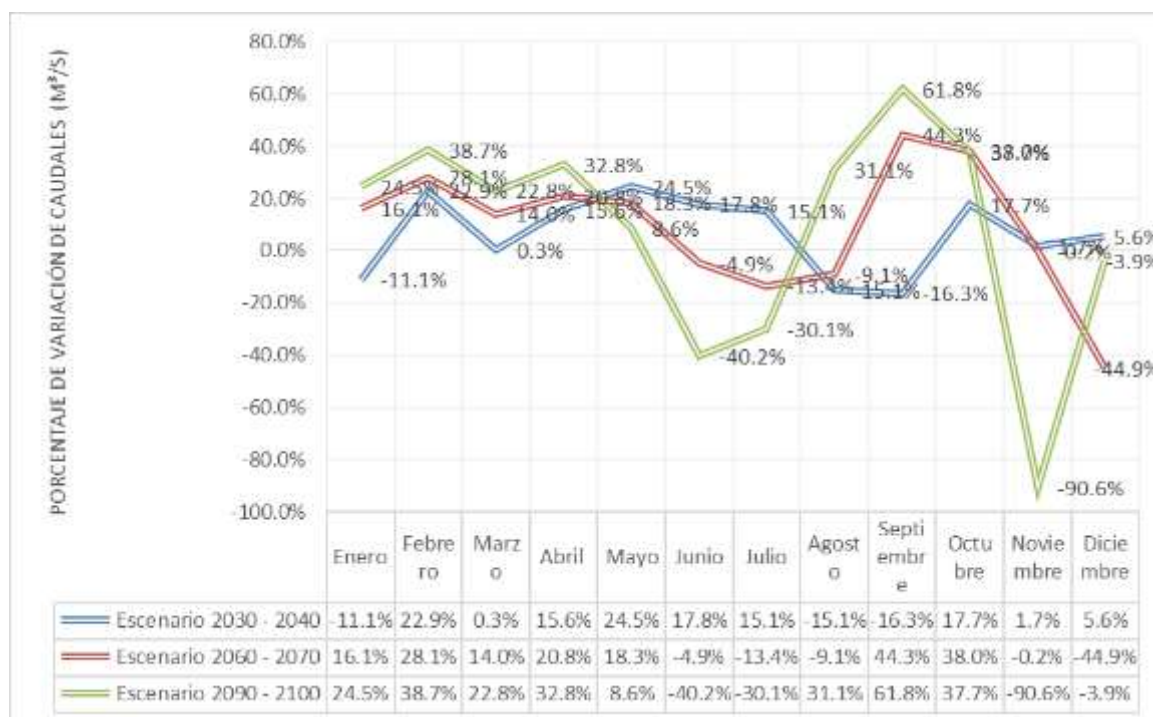
Figura 51. Variaciones mensuales de caudales bajo escenario de Cambio Climático (2030-2040) – Embalse del Quimbo



Fuente: ANLA, 2024

Para el embalse de Betania referente al escenario de 2030 – 2040, ocurre un comportamiento de caudales promedio mensuales similar, al presentado en el embalse del Quimbo pero en menor proporción, en ese contexto para los periodos de estiaje los caudales se pueden reducir hacia los meses de diciembre y enero hasta un 11%, y para los meses de agosto y septiembre la diferencia puede ser de hasta el 16%, en contraste los meses de caudales altos que se da hacia abril, mayo y junio los caudales pueden aumentar un 24% como se observa en la **Figura 52**. En ese mismo contexto, los caudales en el embalse de Betania intensifican su reducción en periodos de estiaje reduciendo caudales hasta un 45% aproximadamente para el escenario 2060 – 2070 y sigue progresando hasta alcanzar disminuciones de un 90%, por otra parte, en caudales altos puede presentarse un aumento de 28% en el primer semestre del año y hasta 44% en el segundo semestre para el escenario de 2060 a 2070 y los aumentos se intensifican llegando a porcentajes de hasta un 61%.

**Figura 52.** Variaciones mensuales de caudales bajo escenario de Cambio Climático (2030-2040) – Embalse de Betania



Fuente: ANLA, 2024

En ese contexto, bajo un escenario de cambio climático se observa que los eventos extremos se intensifican, siendo más crítico la reducción de caudales en periodos de estiaje bajo un escenario de cambio climático pesimista donde se proyecta un desarrollo basado en el uso de energía fósil, es por ello que las medidas de adaptación de cambio climático se deberán contemplar con la finalidad de mejorar la regulación hídrica de las cuencas como realizar acciones de restauración de ecosistemas que pueden estar relacionadas con medidas de compensación y la buena gestión del recurso hídrico que deberá estar directamente relacionada con la imposición de obligaciones en las reglas de operación y caudales ambientales.

## Conclusiones

- Las cuencas que componen el alto río Magdalena presentan una alta demanda hídrica atmosférica, requiriendo medidas de manejo enfocadas en la protección de zonas de recarga, reforestación, el uso eficiente del agua y medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.
- La subcuenca del río Yaguará y las subcuencas localizadas hacia la parte alta del río Magdalena presentan clasificación de regulación baja y moderada respectivamente, trayendo como posibles consecuencias mayor riesgo a inundaciones, sequías más intensas y por ende mayores procesos erosivos.
- Para mejorar la regulación hídrica de la cuenca del río Yaguará y la parte alta de la cuenca Río Magdalena requieren medidas que aporten a solucionar las condiciones actuales de regulación hídrica y mitigación al cambio climático, como la priorización de actividades de compensación en dichas cuencas enfocadas en la reforestación y/o recuperación de cobertura vegetal y/o mejora de vegetación riparia en rondas hídricas que garantizan el control de erosión.



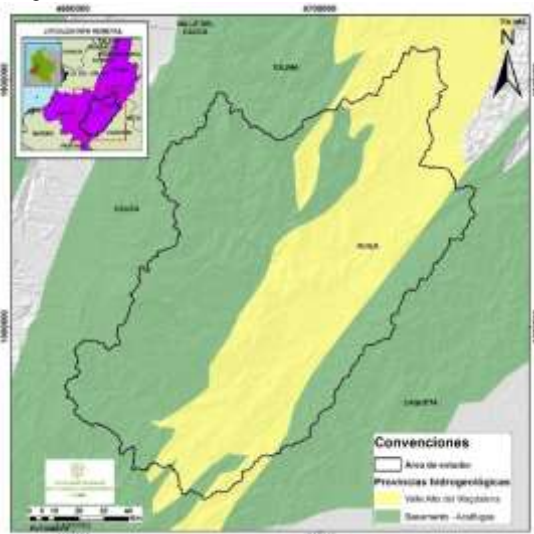
- Evaluar la efectividad de las obligaciones en materia de caudal ambiental y reglas de operación para la hidroeléctrica del Quimbo en miras a la conservación de los servicios ecosistémicos. Por otra parte, es de resaltar que la hidroeléctrica de Betania no cuenta actualmente con obligaciones de caudal ambiental y reglas de operación, lo que hace indispensable formular obligaciones al respecto
- De los aportes de caudales máximos que ingresan al embalse del Betania aproximadamente el 50 % provienen de la cuenca del río Páez, un 30% provienen de la cuenca del río Yaguará y el 20% restante son descargados en la operación del embalse del Quimbo aproximadamente, lo que indica que bajo un escenario de riesgo por crecientes hay mayor influencia de las cuencas de los ríos Yaguará y Páez, que la operación del Quimbo, debido precisamente a la regulación de la hidroeléctrica.
- Bajo un escenario de riesgo ante eventos de caudales máximos en el Embalse del Quimbo el río Suaza tiene un 30% de influencia en contraste con el río Magdalena que aporta el 70% restante.
- En el embalse del Quimbo los caudales mínimos oscilan de 15,3 m<sup>3</sup>/s asociados a periodos de retorno de 2 años hasta 5,1 m<sup>3</sup>/s en recurrencias de 100 años, muy por debajo de la obligación de caudal ecológico actual que corresponde a 36 m<sup>3</sup>/s, lo que indica que, en condiciones de estiajes intensos posiblemente relacionados con fenómenos de variabilidad climática, se corre el riesgo de incumplir la obligación de caudal ecológico.
- En periodos de estiaje el río Yaguará que ingresa por la cola norte del embalse de Betania puede presentar condiciones de caudales muy bajos a nulos, lo cual muestra un posible incremento de procesos de sedimentación, calidad del agua y eutrofización. En contraste el mayor aporte de caudales que será recibido en épocas de estiaje proviene de la operación del embalse del Quimbo en aproximadamente un 70% y el 30% restante, lo aporta el río Páez.
- Se observa que en periodos de estiaje, se obtienen valores de 14, 21, 34 y 36 m<sup>3</sup>/s, en los meses de enero, febrero, septiembre y octubre, resaltando que en la actualidad el proyecto hidroeléctrico Quimbo cuenta con una obligación de caudal ambiental constante durante el año igual a 36 m<sup>3</sup>/s, dificultando el cumplimiento de dicha obligación en estiajes muy prolongados, asociados a fenómenos de variabilidad climática, lo que hace necesario mantener obligaciones de monitoreos de niveles y caudales en los afluentes del embalse (río Magdalena y Suaza) y proyectar el manejo adecuado del recurso para garantizar el cumplimiento del valor ambiental necesario para cubrir los servicios ecosistémicos y que sea relacionado en las reglas de operación del embalse.
- Bajo un escenario de cambio climático se observa que los eventos extremos se intensifican, siendo más crítico la reducción de caudales en periodos de estiaje bajo un escenario de cambio climático pesimista donde se proyecta un desarrollo basado en el uso de energía fósil, es necesario mejorar la regulación hídrica de las cuencas, realizando acciones de restauración de ecosistemas, lo cual puede ser desarrollado dentro de las obligaciones de compensación y la buena gestión del recurso hídrico que hace parte del manejo articulado del territorio por parte de la autoridad ambiental regional y las entidades que aportan en la construcción y análisis continuo de los planes de ordenamiento.

## XII. CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

El área de estudio del presente Reporte se ubica sobre una provincia hidrogeológica de acuerdo con IDEAM (2022): Valle Alto del Magdalena. Así pues, en el área de estudio se encuentran los sistemas acuíferos Neiva-Tatacoa-Garzón SAM2.3 y Valles Aluviales y Terrazas de Grandes Ríos SAP2.1, ubicados principalmente al interior de la provincia Valle Alto del Magdalena y que ocupan, respectivamente, el 18,72% y 0,004% del territorio acotado para el presente análisis. Así pues, dada la importancia relativa en el área de estudio, el análisis regional del presente capítulo recaerá en las unidades ubicadas al interior del sistema acuífero Neiva-Tatacoa-Garzón SAM2.3.

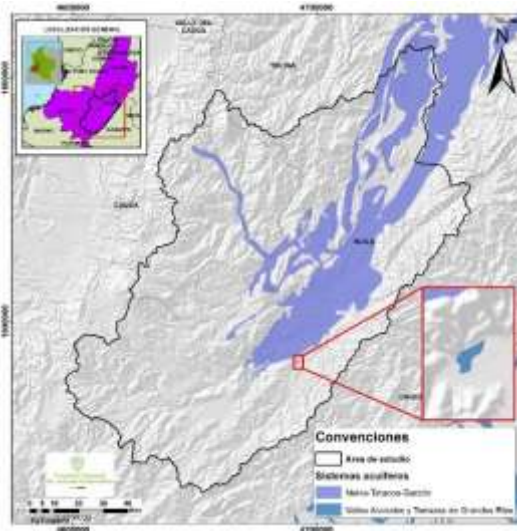
De acuerdo con la información que reposa en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2022), el sistema acuífero Neiva-Tatacoa-Garzón - SAM2.3 se encuentra al norte del departamento del Huila y se compone de cinco (5) unidades hidrogeológicas, de los cuales la mayoría corresponden a depósitos cuaternarios: Acuífero depósito aluvial Valle del río Magdalena (Qal); Acuíferos Depósitos Aluviales de la Cordillera Oriental (Qal); Acuífero Abanicos Antiguos y Recientes (Qc); Acuífero Gigante (Ngp); Acuífero Gualanday (Pgc4). A grandes rasgos, y más allá de su génesis, se encuentra que los depósitos se caracterizan por sus espesores no mayores a los 50 metros y por estar conformados por bloques, gravas, arenas y arcillas, mientras que las unidades hidrogeológicas restantes tienden a ser de mayor potencia y conformarse por niveles conglomeráticos y arenosos. Finalmente, se considera que las zonas de recarga de mayor importancia se asocian a los acuíferos de Abanicos Antiguos y Recientes (Qc), debido a la alta capacidad de infiltración de sus afloramientos.

Figura 53. Provincias Hidrogeológicas en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2024; a partir de IDEAM (2022)

Figura 54. Sistemas Acuíferos en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2024; a partir de IDEAM (2022)

Por su parte, en el marco de la elaboración del diagnóstico del Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA) en el sector Centro, Noroccidental y Nororiental de la cuenca del Río Magdalena en el departamento del Huila (CAM, 2017), se describen acuíferos que se encuentran al interior del área de interés del presente análisis regional, los cuales pueden clasificarse de la siguiente forma, en función de las características del acuífero:



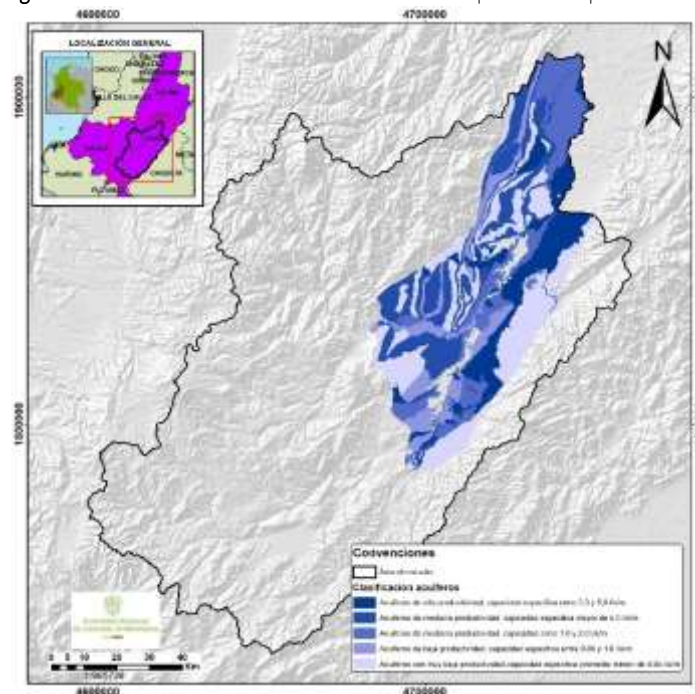
Tabla 32. Caracterización de unidades acuíferas en el área de estudio

Características del acuífero	Comportamiento litológico	Tipo de acuífero	Nombre de la unidad	Área (Ha)
82acuíferos de alta productividad, capacidad específica entre 2,0 y 5,0 l/s/m	Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular	82acuíferos Libres a semi-confinado	Depósitos de terraza alta	90.166,45
			Depósitos de terraza baja	
82acuíferos de mediana productividad, capacidad específica mayor de 5.0 l/s/m	Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas (rocas fracturadas y/o carstificadas)	82acuíferos Confinados	Formación Caballos	68.982,46
			Formación Guadalupe	
			Formación Gualanday Inferior	
			Formación Gualanday Superior	
82acuíferos de mediana productividad, capacidad específica entre 1.0 y 2.0 l/s/m	Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular	82acuíferos semi-confinados a confinados	Depósitos coluviales	46.112,43
			Formación Gigante Inferior	
			Formación Gigante Superior	
			Formación Honda	
82acuíferos de baja productividad, capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m	Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular	82acuíferos semi-confinados a Confinados Acuitardos y/o Acuicierres	Formación Gigante Medio	71.751,40
		82acuíferos semi-confinados a Confinados Acuitardos y/o Acuicierres y/o Acuicierres	Formación Gualanday Medio	
			Depósitos de Lahares	
82acuíferos con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor de 0.05 l/s/m	Sedimentos y rocas con limitados recursos de aguas subterráneas	Acuífugo	Batolito de Ibagué	111.819,50
			Cuarzomonzodiorita de Teruel	
			Formación Saldaña	
			Macizo de Garzón	
			Monzodiorita de El Astillero	
			Monzogranito de Algeciras	
		Acuitardos a acuicludos	Formación Seca	
			Grupo Villeta	

Fuente: ANLA, 2024; a partir de CAM (2017)

Al margen de lo anterior, se observa que, si bien en la zona caracterizada hay una importante superficie de rocas con limitados recursos subterráneos, la mayor parte de las unidades corresponden a acuíferos de mediana y alta productividad. Esto se representa a nivel espacial en la **Figura 55**.

Figura 55. Clasificación de acuíferos de acuerdo con su potencial de productividad.



Fuente: ANLA, 2024; a partir de CAM (2017)

Tal como se describe en el diagnóstico del PMAA relacionado (CAM, 2017), en concordancia con la memoria técnica “HIDROGEOLOGIA DE LA PLANCHA 5-14” del Atlas de Aguas Subterráneas De Colombia (INGEOMINAS, 2004), “La provincia hidrogeológica del Valle Superior del Magdalena cuenta con ocho acuíferos regionales importantes: Depósitos Cuaternario (Q), Formación Gigante Medio (N2gm), Formación Gigante Inferior (N2gii), Grupo Honda (N1h), Formación Gualanday Superior (E2gis), Formación Gualanday Inferior (E2gii), Grupo Guadalupe (K2g) y Formación Caballo (K1c)”; en orden estratigráfico, el área de interés se identifican los siguientes acuíferos de índole regional:

#### - **Acuífero de Depósitos Cuaternarios (Q):**

Se entiende como una unidad hidrogeológica a nivel regional, compuesta por distintos depósitos, con rocas y sedimentos con flujo intergranular, cuya composición varía entre gravas, arenas, conglomerados, limos y arcillas, con presencia de clastos de origen ígneo, proveniente de la erosión de rocas de la Cordillera Oriental. Almacena agua carbonatada y bicarbonatada, preponderantemente.

#### - **Acuífero de la Formación Gigante (N2gis – N2gim – N2gii):**

Tiende a dividirse en Acuífero de la Fm. Gigante Miembro Medio (N2gim), Acuífero de la Fm. Gigante Miembro Inferior (N2gii) y Formación Gigante Miembro Superior (N2gis). Corresponde a sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular, con extensiones locales y regionales, conformado por arenas volcanoclásticas, tobas, arenitas, conglomerados polimícticos y arcillolitas en su miembro superior, y conglomerados con intercalaciones de arenitas, arcillolitas y limolitas, moderadamente seleccionadas y compuestos de granos y clastos de origen ígneo. Sus aguas son de tipo bicarbonatado-cálcica. Se considera como uno de los acuíferos de mayor importancia a nivel regional.

### - **Acuífero del Grupo Honda (N1h):**

Es un acuífero de extensión regional, conformado por rocas y sedimentos con flujo preponderantemente intergranular, de composición arcillosa y limolítica, con intercalaciones de arenitas multicapas. En general, sus aguas son de tipo de bicarbonatadas y sódicas-potásicas.

### - **Acuífero de la Formación Gualanday (E2gys – E2gyi):**

Se divide en los miembros Gualanday Superior (E2gys) y Gualanday Inferior (E2gyi). Si bien, como en las unidades de interés ya descritas, está compuesto por rocas con flujo predominantemente intergranular, su flujo se da también a través de rocas fracturadas y/o carstificadas. Abarca rocas conglomerados con lentes arenosos, arenitas cuarzosas, shales y limolitas, y es de carácter regional, más allá de su discontinuidad. No se cuenta con información hidro geoquímica de la unidad.

### - **Acuífero de la Formación Caballos (K1c):**

Debido a la consistencia de las rocas, el flujo tiende a ser a través de fracturas, principalmente, más que de forma intergranular. De manera similar al acuífero que lo suprayace, es discontinuo a nivel lateral, y de carácter regional. Lo conforman arenitas cuarzosas, con intercalaciones delgadas de lodolitas carbonosas. No se cuenta con información hidro geoquímica de la unidad.

A continuación, se presentan las características hidráulicas de las unidades antes descritas:

**Tabla 33.** Características hidráulicas de los acuíferos en el área de estudio.

Unidad	Espesor (m)	Capacidad específica (l/s/m)	Nivel estático (m)	Conductividad hidráulica (m/día)	Coefficiente de almacenamiento	Transmisividad (m <sup>2</sup> /día)	Potencial acuífero estimado*
Acuífero de Depósitos Cuaternarios (Q)	400 – 500	1,2	1,5 - 20	0,75 - 119	0,07 – 0,09	31,5 – 65,5	Bajo
Acuífero de la Fm. Gigante miembro Medio (N2gim)	200	1,2	5 - 35	0,001	0,01 – 1,66	5 - 193	Bajo – Medio a alto
Acuífero de la Fm. Gigante miembro Inferior (N2gii) y Formación Gigante miembro superior (N2gis)	125	No indica	No indica	0,001	No indica	No indica	-
Acuífero del Grupo Honda (N1h)	1000 - 1300	0,75	7,4	12,5	0,0028	23,5 – 53,5	Bajo
Acuífero de la Formación Gualanday Superior (E2gys)	1300	5	No indica	10	No indica	No indica	-
Acuífero de la Formación Gualanday Inferior (E2gyi)	1000	5	No indica	10	No indica	No indica	-



Acuífero de la Formación Caballos (K1c)	630	5	No indica	0,001	No indica	No indica	-
---	-----	---	-----------	-------	-----------	-----------	---

Fuente: ANLA, 2024; a partir de la información de CAM (2017).

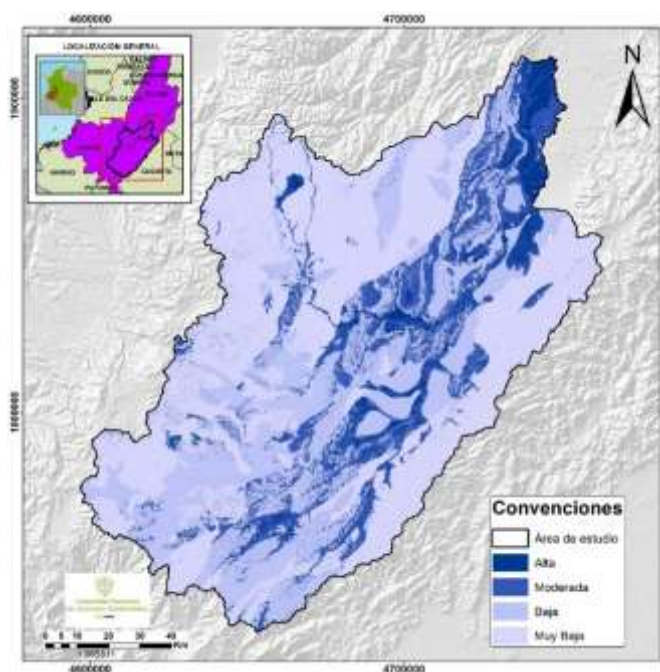
\* A partir de Villanueva e Iglesias (1984) se concluyen las posibilidades de producción de agua subterránea de los acuíferos de acuerdo con su transmisividad (m<sup>2</sup>/día); por tanto, aquellas unidades hidrogeológicas que no cuentan con información de transmisividad tampoco tendrán una calificación del potencial del acuífero

## A. CONDICIÓN REGIONAL DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

### Recarga potencial de acuíferos

La cartografía del Estudio Nacional del Agua del año 2018 (IDEAM, 2018) distingue el potencial de recarga de los acuíferos entre muy bajo y alto; en el área del presente Reporte de Análisis Regional se presenta una preponderancia de las zonas con muy bajo y bajo potencial de recarga de los acuíferos (42,61% y 37,03%, respectivamente), mientras que las zonas con alto y moderado potencial de recarga de acuíferos representan aproximadamente el 20% del área (5,13% y 15,21%, de forma respectiva). Lo anterior se debe a un marcado control litológico y, como se observa en la **Figura 56**, las zonas con bajo y muy bajo potencial de recarga corresponden a aquellas ubicadas hacia las áreas más montañosas, mientras que las de mayor potencial de recarga se encuentran hacia las zonas medias, donde se localiza el valle y hay mayor presencia de depósitos recientes.

Figura 56. Recarga potencial de acuíferos en el área de estudio.



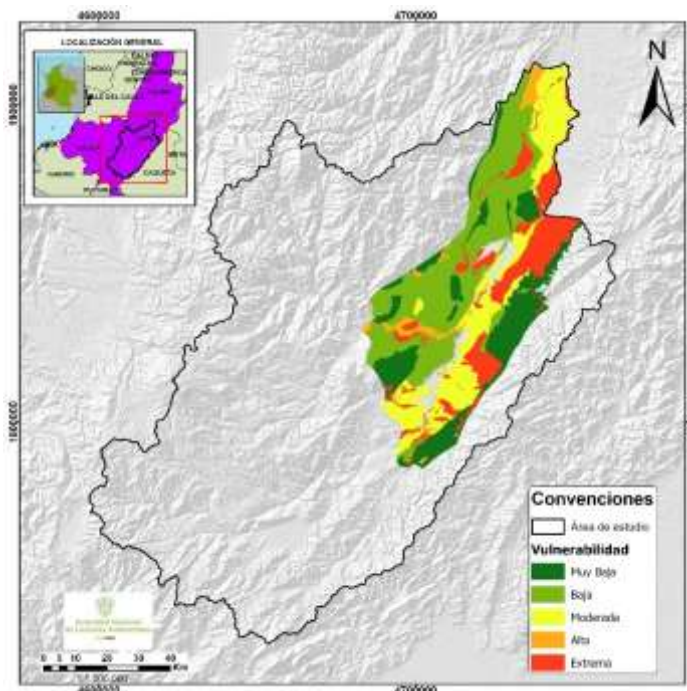
Fuente: ANLA, 2024; a partir de IDEAM (2018)



## Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación

Basado en el informe de la fase de diagnóstico del estudio hidrogeológico del Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA) en el sector Centro, Noroccidental y Nororiental de la cuenca del río Magdalena en el departamento del Huila (CAM, 2017), la determinación de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación se realiza mediante el método GOD (Foster, 1987), cuyas variables son el tipo de acuífero, en relación con su confinamiento, el material suprayacente a la unidad hidrogeológica, y la profundidad de los niveles del agua subterránea. Así pues, se encuentra que el área caracterizada, es el sector noreste, debido a la ubicación geográfica de los acuíferos, y que en la zona la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación se distribuye de la siguiente manera: alta equivalente a 0,89%, baja con un 8,94% como la cuantificada de mayor importancia en términos de extensión, extrema con el 4,25%, moderada igual a 5,50%, muy baja correspondiente al 4,98%, y el restante 75,41% se encuentra sin información. Estos valores se muestran en la **Figura 57**.

**Figura 57.** Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación mediante método GOD.



Fuente: ANLA, 2024; a partir de CAM (2017)

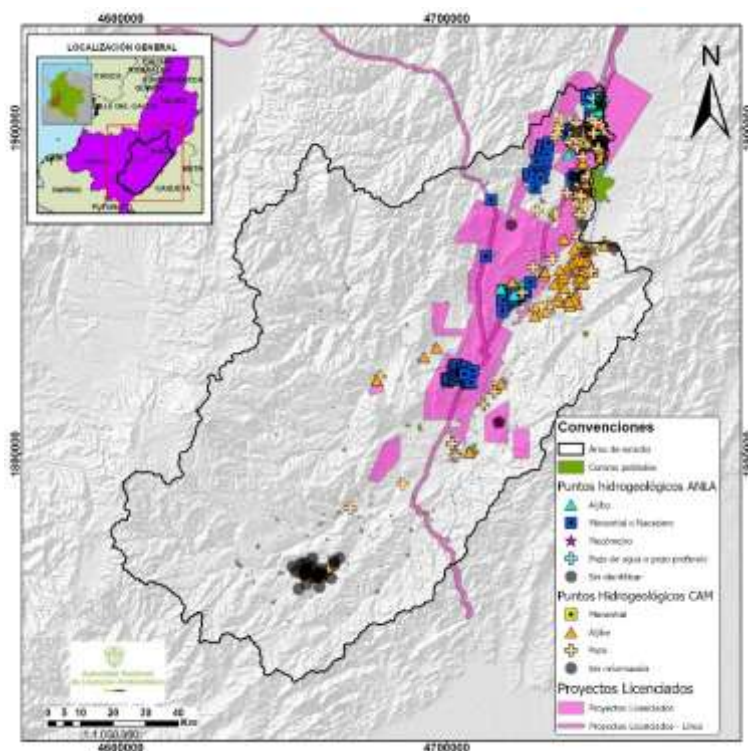
En cohesión con lo expuesto, es posible relacionar los expedientes ANLA que intersecan con zonas de vulnerabilidad alta – extrema, los cuales son 28 en total: LAM0022, LAM0170, LAM0215, LAM0304, LAM0523, LAM0989, LAM1376, LAM1569, LAM2142, LAM2245, LAM2307, LAM3028, LAM3703, LAM3733, LAM4090, LAM4229, LAM4919, LAM5474, LAM5868, LAM8821-00, LAV0006-00-2017, LAV0007-00-2017, LAV0009-00-2017, LAV0018-13, LAV0027-14, LAV0080-00-2017, LAV0081-00-2017 y LAV0081-14, de los cuales 18 corresponden a proyectos poligonales, y los 10 restantes a proyectos de carácter lineal. En términos de área, aproximadamente **29.475 Ha (1,86% del área de estudio)** de los polígonos/líneas licenciadas se sobreponen con sectores de vulnerabilidad alta – extrema, de los cuales destacan LAM2245, LAM0989, y LAM0215 por ser los que más área de traslape representan, con 11.006,33 Ha (0,69501%), 4.304,58 Ha (0,27182%) y 3.871,24 Ha (0,24445%), respectivamente.

## Inventario de puntos de agua subterránea

A partir de la recopilación y validación de información enmarcada en los distintos PMA, EIA e ICA entregados a esta Autoridad por los proyectos licenciados en el área de estudio, así como de la información que reposa en la Base de Datos Corporativa (BDC), se consolidó un inventario de puntos de agua subterránea. Así pues, se encontró que en la zona de interés hay un total de 626 puntos hidrogeológicos identificados a la fecha de la elaboración del presente reporte, los cuales se clasifican de la siguiente manera: 151 aljibes, 221 manantiales o nacederos, 185 piezómetros, 64 pozos de agua o pozos profundos, y 5 cuyo código de registro no se encuentra dentro de aquellos enmarcados en el diccionario de datos geográficos de la ANLA. Por otra parte, la CAM, en el informe de la fase de diagnóstico del estudio hidrogeológico del PMAA ya mencionado (CAM, 2017), generó un inventario de puntos hidrogeológicos, de los cuales se identifican 380 en el área de estudio, clasificados del siguiente modo: 145 aljibes, 164 pozos, 1 manantial y 70 sin información.

Tal como se observa en la **Figura 58**, la distribución de los puntos hidrogeológicos se concentra principalmente hacia las zonas más bajas topográficamente, donde tienden a concentrarse los proyectos, con una preferencia hacia el sector norte, donde se encuentran los sistemas acuíferos ya descritos.

**Figura 58.** Inventario de puntos de agua subterránea en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2024; incorporando información de CAM (2017)

## Concesiones, permisos y actividades

Al interior del área de estudio hay un total de 18 permisos de captación de aguas subterráneas, correspondientes a los expedientes LAM3028, LAM0022, LAM0215 y LAM2307, todos son proyectos del sector de hidrocarburos, y

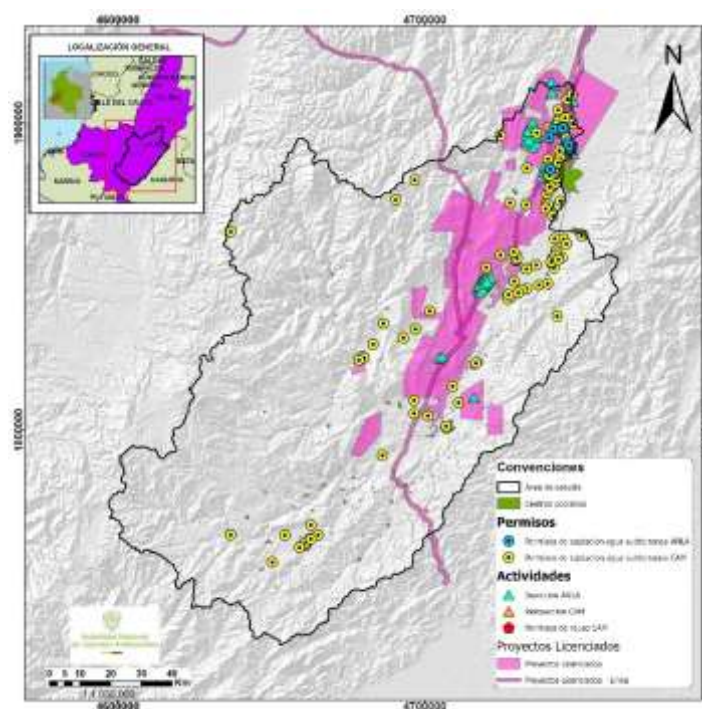
los permisos han sido otorgados por ANLA y CAM. Las concesiones suman un total de 184,88 l/s, destacando la otorgada al LAM0215 de 60 l/s como la de mayor caudal otorgado; sin embargo, al verificar los caudales captados en el marco de dicho permiso, se constata que los valores son muy inferiores a aquellos concesionados (alrededor de los 5 l/s). Además, dentro de la información facilitada por la CAM a esta Autoridad en el marco del presente reporte, se encontraron 179 permisos vigentes de captación al interior del área de estudio, asociados a distintas actividades, las cuales suman un total de 197,05 l/s. Al margen de lo anterior, es posible afirmar que la totalidad de los permisos dentro del área a regionalizar suman un caudal concesionado de **381,93 l/s (27.555,55 m3/día)**, lo cual podría considerarse como un valor moderado de aprovechamiento desde el punto de vista regional; sin embargo, y como se evidenció anteriormente, el caudal total captado puede ser inferior al caudal total concesionado.

En relación con las actividades en el área de estudio, se identificaron 26 actividades de inyección otorgados por ANLA (y en su momento MADS) a cuatro expedientes: LAM0215, LAM0989, LAM4229 y LAM4919.

Además, en el área del reporte se realizan actividades de reinyección y de reúso de aguas de competencia de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena.

La distribución de estos permisos se muestra a continuación (Figura 59)

Figura 59. Permisos de uso y aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2024

## B. ANÁLISIS DE TENDENCIA HIDROGEOLÓGICA

La información aquí presentada se basa en lo recopilado por esta Autoridad a partir de lo entregado por los diferentes proyectos en el área de estudio en ICA, EIA y demás, así como la información generada por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena en el PMAA ya antes mencionado; asimismo, también se



tienen en cuenta los análisis realizados en el marco del documento de Análisis Regional del segundo año de monitoreo de la Estrategia de monitoreo regional de agua subterránea en la cuenca del Valle Superior del Magdalena - VSM, generado en el primer semestre del 2024. Este último se realiza en el marco de las estrategias de monitoreo formuladas por esta Autoridad, y que se basan en información de redes de monitoreo regional, las cuales se nutren de la información que reportan los proyectos de competencia de la ANLA; para esto, se ajustan las condiciones de tiempo, modo y lugar de los monitoreos y así poder analizarlos espacial y temporalmente a una escala regional que permita identificar la ocurrencia o no de impactos acumulativos. La Estrategia de Monitoreo Regional del componente hídrico subterráneo para la Cuenca Alta del río Magdalena surge en respuesta a una necesidad de monitoreo regional del recurso, plasmada en el Reporte del 2018 en esta área, con el objetivo principal de conocer en qué medida las sustracciones de agua son o no sostenibles en el tiempo, a partir del control de los niveles estáticos de los pozos de agua, particularmente de aquellos del sector de hidrocarburos.

Para la información recopilada por ANLA se definieron, a partir del régimen climático en el área de estudio, tres temporadas en el año: estiaje (agosto), lluvias (noviembre) y transición (mayo – junio). Además, debido a la cantidad de información, se tomó como ventana de análisis los años 2021 y 2022. Finalmente, es importante mencionar que los límites permisibles que se mencionan en los subsecuentes literales se basan en el Artículo 2.2.3.3.9.3. del Decreto 1076 del 2015, que presenta criterios de calidad para consumo humano y doméstico; sin embargo, para parámetros no reglamentados en dicho Decreto, se usaron los definidos en la Resolución 2115 del 2007, como es el caso de la conductividad eléctrica, en tanto también presenta características físicas y químicas del agua para consumo humano.

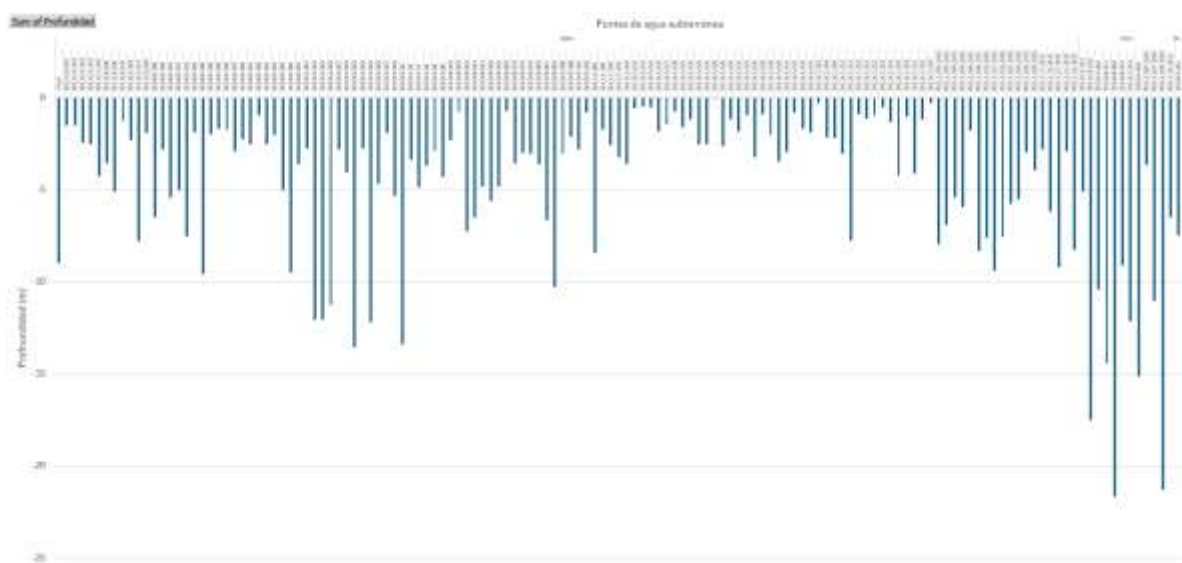
## **Piezometría y dirección de flujo regional**

La profundidad de la tabla de agua, así como el flujo del agua subterránea, se toma a partir de la información generada en el marco del diagnóstico del PMAA en el sector Centro, Noroccidental y Nororiental de la cuenca del Río Magdalena en el departamento del Huila (CAM, 2017), y se describen a continuación:

De la medición de niveles estáticos realizada por la Corporación en su ejercicio diagnóstico, se filtraron aquellos tomados en las unidades cuaternarias, teniendo en cuenta su extensión e importancia en el sector. Así pues, se obtuvieron 143 mediciones, con un rango de profundidad entre 0,05 m y 21,66 m, y un promedio de 4,60 m; vale la pena mencionar que estos datos no cuentan con una estacionalidad definida y se concentran hacia el sector NE del área de estudio.



Figura 60. Niveles piezométricos en Depósitos Cuaternarios.



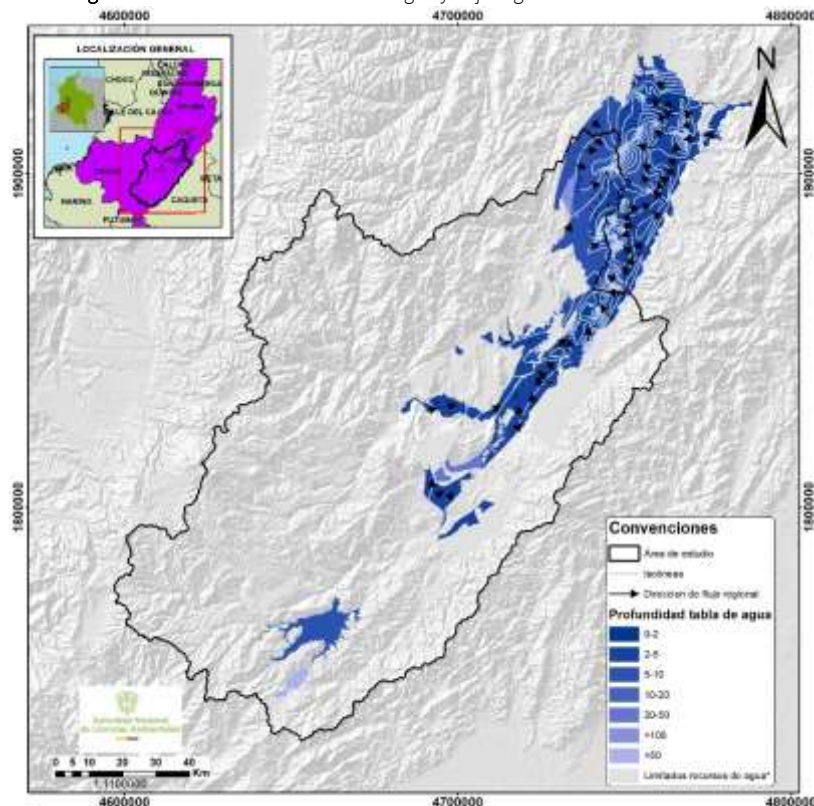
Fuente: ANLA, 2024; a partir de CAM (2017)

Como se observa en la **Figura 60**, las mayores profundidades se registran en los puntos tipo pozo, que se encuentran entre los 10 y 20 metros de profundidad, aproximadamente; mientras que los aljibes, con una mayor representatividad, no superan los 15 metros, los cuales tienden a presentar niveles por encima de los 10 metros de profundidad.

En cuanto a los niveles piezométricos, la ANLA (2024) realiza un análisis multitemporal, donde se indica que en las unidades cuaternarias se registran niveles piezométricos que varían de acuerdo con el régimen de precipitación del área; por su parte, en las unidades neógenas, como la Formación Neiva (Ngn), el Grupo Honda (Ngh) y la Formación Gigante (NgQgi), los niveles estáticos no presentan variaciones importantes y las oscilaciones observadas no necesariamente obedecen al comportamiento de la precipitación. Finalmente, frente a la Formación Seca (KPgs), se evidencia disminución considerable en el nivel piezométrico entre los meses de septiembre y octubre.

Por su parte, y recopilando información directamente del PMAA (CAM, 2017), se determina la distribución espacial de la tabla de agua, a partir de la información de pozos y aljibes, teniendo en cuenta que son los puntos hidrogeológicos de mayor relevancia en el área; asimismo, se generan las isolíneas respectivas y las líneas de flujo regional, según se muestra a continuación:

Figura 61. Profundidad de la tabla de agua y flujo regional en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2024; a partir de CAM (2017)

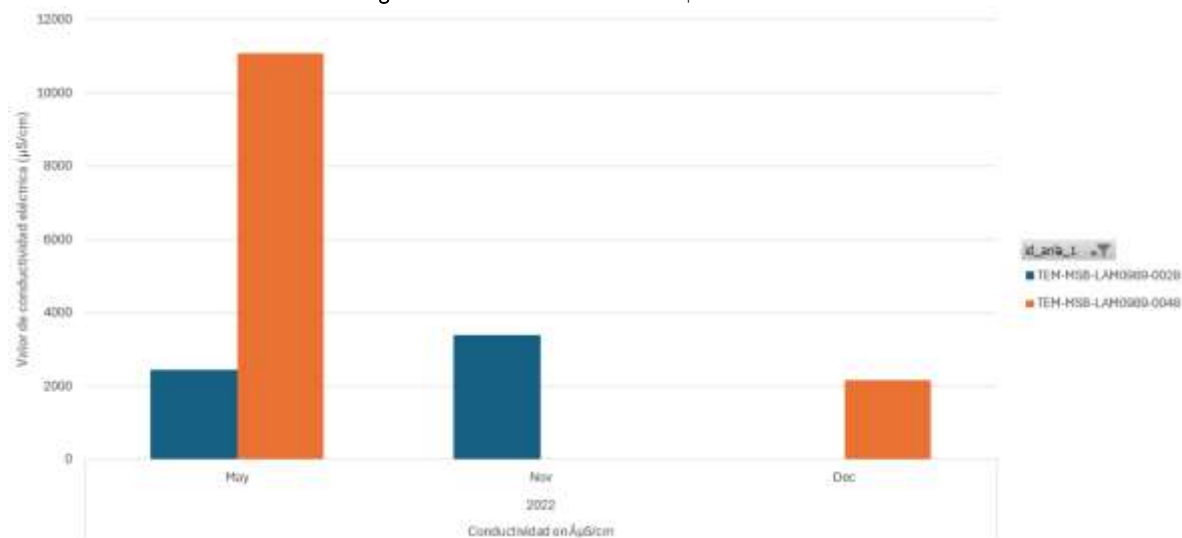
Al margen de lo anterior, y en líneas generales, se evidencian dos zonas de importancia hidrogeológica: una en el sector norte del área de estudio, y otra en el sector sur; esta última, si bien no cuenta con isolíneas, destaca por presentar profundidades entre 5 m y 10 m. Con respecto al sector norte, en las cercanías de Neiva, Hato Nuevo, Villavieja y Aipe, es posible observar varios focos donde tienden a concentrarse y fluir las aguas subterráneas, destacando la c. Es importante mencionar, además, que la descarga del agua subterránea se da en cuerpos superficiales, de forma preferencial en manantiales, quebradas y ríos, que finalmente desembocan en el Río Magdalena (CAM, 2017), indicando un fuerte control hidráulico por parte del principal afluente hídrico de la zona, y una marcada interacción de las aguas subterráneas con las corrientes superficiales, principalmente a través de los depósitos cuaternarios; esto último es claro también en la zona sur, en las cercanías de Pitalito, donde los cauces superficiales de la SZH Alto Magdalena tienden a fluir hacia los depósitos sobre los cuales reposa el municipio de Pitalito (Depósitos Fluviolacustres de Pitalito (Qpl), para ser exactos). Lo presentado concuerda con lo concluido por la ANLA (2024), donde, a partir de la determinación de las isopiezas, se establece que hay una dirección de flujo en el mismo sentido que la red de drenaje superficial principal (sur-norte).

## Conductividad eléctrica

Para el año 2021, la conductividad eléctrica del agua en el área a regionalizar se encuentra en un rango entre 27  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 1443  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con una tendencia a los valores por debajo de 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Destaca el registro de un valor de 1443  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la época de lluvias del 2021, en el punto identificado con ID ANLA TEM-MSB-LAM2307-0063, la cual sería el único registro por encima del límite permisible establecido por la Resolución 2115 del 2007 (1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Sin embargo, para el año 2022, los valores varían entre 5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 11086  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo siete las

mediciones que superan el límite permisible, reportadas durante la época de lluvias; destaca la medición de 11086  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en época de transición en el punto TEM-MSB-LAM0989-0048. Dicha medida coincide con la del punto TEM-MSB-LAM0989-0028, cuya medición fue de 2460  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la misma época (realizada 5 días después), además de estar cercanas a nivel geográfico; sin embargo, no es posible suponer una tendencia con respecto al parámetro analizado. De acuerdo con la información con la que cuenta esta Autoridad, el punto TEM-MSB-LAM0989-0048 (PIEZOMETRO\_7) capta la unidad Depósitos Aluviales Recientes (Qalr), mientras que el punto TEM-MSB-LAM0989-0028 (PIEZOMETRO\_22) captaría la Formación Seca (KPgs); respecto a esta última, INGEOMINAS (2004) indica que tiende a almacenar agua de mala calidad química.

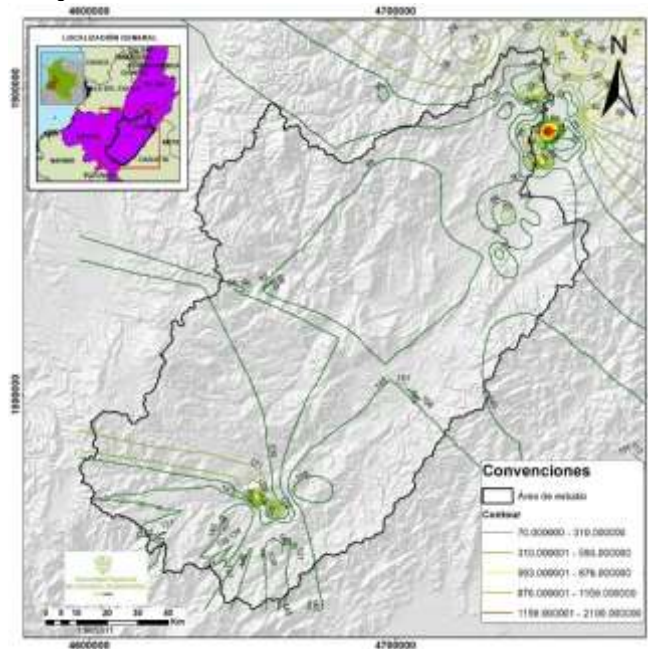
Figura 62. Conductividad eléctrica en puntos de interés.



Fuente: ANLA, 2024

Más allá de los valores atípicos, las mediciones aquí expuestas concuerdan con la información presentada en el Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos de la CAM, cuyas isolíneas se exponen en la figura 63, en la cuales se observa un marcado aumento en la mineralización del agua subterránea hacia el sector NE, aunque fuera del área de interés; el rango de estas mediciones se encuentra entre 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 2100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Estos grados de mineralización indicarían una mayor presencia de iones disueltos, ya sean positivos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  o  $\text{Mg}^{+2}$ ), o negativos ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ , carbonato y/o bicarbonato), así como un mayor tiempo de tránsito de las aguas subterráneas en el subsuelo. Además, las isolíneas de conductividad indicarían la disociación de dos sistemas de flujo distintos, una al norte, mucho más pronunciado, y la otra al sur; esto es consistente con lo concluido en el apartado de piezometría y flujo regional.

figura 63. Isolíneas de conductividad eléctrica en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2024; a partir de CAM (2017)

## pH

Las mediciones de pH en aguas subterráneas durante el año 2021 indica valores que tienden a la neutralidad, con un rango entre 6,3 y 9,39, lo cual concuerda, en parte, con lo presentado en el Análisis de los Recursos Naturales ya mencionado, para los puntos de agua subterránea que monitorean las unidades geológicas del Terciario (formaciones Gigante, Neiva y Honda), en los cuales se encontraron registros de pH entre 7 y 9. Por su parte, las isolíneas generadas en el PMAA de la zona señalan valores entre 7 y 8 unidades.

En contraste, las mediciones del 2022 recopiladas por ANLA tienden a registrar valores más ácidos, siendo el rango de pH para este año entre 4,03 y 9,38.

Ahora bien, teniendo en cuenta los límites máximos y mínimos permisibles establecidos en el Decreto 1076 del 2015 (6,5 y 8,5), se encuentra que, de los 478 valores obtenidos para la ventana temporal definida, 88 están por fuera del rango permitido, presentándose la mayoría de estos valores anómalos (82) en el año 2022; destacan los monitoreos del expediente LAM0989, que en época de transición registra 38 mediciones fuera del límite permisible, y en época de lluvias 28, cuya mayoría tienden a la acidez (debajo de 6,5, a excepción de un registro de 8,9).

## Temperatura

Las temperaturas medidas en la ventana de tiempo definida varían entre 22,27°C y 39,4°C. Según la literatura, la temperatura del agua subterránea brinda información respecto a los medios por los cuales se desplaza, así como la distancia vertical recorrida a profundidad. Se entendería que, en aquellos puntos con temperaturas más bajas habría ocurrido un mayor cese de calor desde el agua hacia el subsuelo. Por otra parte, la clasificación propuesta por Schoeller (1962) indica rangos de temperaturas con relación a la temperatura atmosférica de la región de la siguiente manera:





Aguas termales  
Aguas normales  
Aguas frías

$$\begin{aligned} T &> T_m + 4^{\circ}\text{C} \\ T_m &\leq T \leq T_m + 4^{\circ}\text{C} \\ T &< T_m \end{aligned}$$

Al margen de lo anterior, y teniendo en cuenta una temperatura promedio de 33°C para el área de estudio, se puede aseverar que la mayoría de los monitoreos corresponden a aguas frías, con pocas mediciones de aguas normales (ocho, para ser exactos), y un par de registros que oscilan los 39°C. que indicarían aguas termales.

## Parámetros microbiológicos:

- **E. Coli:**

Según IDEAM (s.f), la presencia de Escherichia coli indica contaminación fecal en agua, comportamiento que se observa en 83 de las mediciones realizadas, en lo que destaca la concentración geográfica al norte del área de estudio. Estos valores se obtuvieron para la época de transición del año 2021, y transición y lluvias del año 2022.

- **Coliformes fecales:**

Se encuentran valores importantes en los monitores de los expedientes LAM2307 y LAM0989; sin embargo, y teniendo en cuenta el límite máximo permisible establecido en el Decreto 1076 del 2015 de 2.000 microorganismos / 100 ml, son exclusivamente los registros de este último proyecto, con nueve registros en un rango entre 2.143 y 61.310 Coliformes Fecales en NMP/100ml; todas estas medidas corresponden a la época de transición del año 2022, y se ubican hacia la zona media de la zona de estudio.

- **Coliformes Totales:**

De forma análoga a lo relacionado con los coliformes fecales, la medición de coliformes totales indica una importancia relativa de los expedientes LAM2307 y LAM0989 en cantidad de medidas por encima del límite de cuantificación, pero, tal como en el apartado anterior, la superación del límite máximo permisible establecida en el Decreto 1076 del 2015 de 20.000 microorganismos / 100 ml se reporta únicamente por parte del expediente LAM0989. Tales excesos se encuentran en cinco registros, en un rango entre los 24.196 y 104.620 Coliformes Totales en NMP/100ml, todos ubicados espacialmente hacia la zona media del área de estudio, y realizadas en época de transición del año 2022.

En concordancia con lo anterior, el equipo de seguimiento ambiental menciona sobre el expediente LAM0989 en el CTS número 009200 del 21 de diciembre de 2023, en la revisión de la FICHA 8.1.3. Aguas Subterráneas, que *“las concentraciones de coliformes fecales y coliformes totales reportadas en ciertos puntos de monitoreo presentaron incumplimiento normativo frente a los límites máximos permisibles establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5 (Decreto 1076 de 2015), e indican que la presencia de bacterias, incluidas las procedentes de heces en las muestras va de baja a alta, influenciando de manera de negativa a la calidad microbiológica de ciertos aljibes y manantiales”*; sin embargo, no se generan requerimientos al respecto.

Por su parte, el equipo de seguimiento ambiental menciona lo siguiente sobre el expediente LAM2307 en el CTS número 5682 del 06 de septiembre de 2023, en la revisión de la FICHA 8.1.2 Aguas Subterráneas a este respecto: *“En el informe se reporta que, “Los resultados obtenidos de los ensayos microbiológicos indican que los puntos de muestreo Piezómetro AP-2 y Piezómetro AP-3 no son aptas para la destinación de consumo humano antes de desinfección para coliformes totales, ya que los resultados obtenidos para los coliformes totales se encuentran por encima del límite establecido en el Artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 del 2015, en cambio, para coliformes fecales los puntos mencionados presentan valores inferiores del límite de la norma, mientras tanto, los demás puntos de*

muestreo presentan concentraciones dentro de los rangos de la normatividad para coliformes fecales y coliformes totales”; sin embargo, tampoco se generan requerimientos al respecto.

Al margen de lo aquí expuesto, teniendo en cuenta que los límites permisibles utilizados como referencia corresponden a los criterios de calidad para consumo humano y doméstico, los muestreos de los puntos aquí mencionados indicarían que no son aguas aptas para el consumo humano.

- **Hidrocarburos totales del petróleo (TPH):**

La medición de hidrocarburos totales del petróleo en el área de estudio indica la cuantificación de 83 registros a partir de monitores de los expedientes LAM0989 y LAM2307, especialmente en la época de transición del año 2021. Los valores obtenidos varían entre 4 mg/L y 22,70 mg/L. Al respecto, en el CTS 8190 del 27 de diciembre de 2022 para el expediente LAM0989, el ESA señala que los valores de este parámetro se encuentran por debajo del límite normativo, por lo cual no se hacen requerimientos; de forma análoga sucede con el expediente LAM2307, en el CTS 2313 del 29 de abril de 2022.

- **Metales:**

Se definen como elementos metálicos de interés al Cadmio (Cd), Bario (Ba), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg), debido a su asociación con actividades propias del sector de hidrocarburos. Sin embargo, la cuantificación de estos arroja el mismo valor para todas las mediciones de un mismo elemento (excepto para el mercurio, que no fue cuantificado en ninguna ocasión), como se muestra a continuación:

Tabla 34. Cuantificación de metales de interés en el área de estudio.

Elemento	Expedientes	Valor (mg/L)	Límite máximo permisible (Decreto 1076 de 2015) (mg/L)
Bario	LAM0989 LAM2307 LAM5474	0,300	1,00
Cadmio	LAM0989 LAM2307 LAM5474	0,035	0,01
Níquel	LAM0989	0,018	No indica (0,1 para EPA)
Plomo	LAM0989 LAM2307 LAM5474	0,150	No indica (0 para EPA)

Fuente: ANLA, 2024

Así pues, se observa que los valores de cadmio (Cd) estarían por encima de lo permitido para aguas cuyo uso sea consumo humano. Por su parte, y si bien en el Decreto 1076 de 2015 no se señalan límites para el plomo (Pb) en agua, debido a la toxicidad del elemento para la salud humana, la referencia de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) indica que los valores de dicho elemento en agua potable deberían ser de cero; el valor registrado, sin embargo, fue de 0,15 mg/L de Pb. Sin embargo, dada la incertidumbre de los datos aquí presentados, y de que los respectivos CTS de los expedientes no indican sobrepaso normativo ni cuantificación de estos parámetros, se descarta el uso de esta información para análisis adicional.

Al margen de lo anterior, vale la pena mencionar que en el documento de Análisis de los Recursos Naturales del sector del Alto Magdalena para el componente hídrico subterráneo (ANLA, 2024), no se reportan concentraciones superiores al límite de cuantificación del método analítico empleado para los metales en cuestión.



- **Nitritos y Nitratos:**

La presencia de nitritos y nitratos puede indicar la contaminación por fertilizantes, lo cual podría entenderse como una incidencia de las actividades agrícolas en la calidad de las aguas subterráneas, por lo cual se hace relevante en el análisis de la calidad de las aguas subterráneas; además, el límite máximo permitido por el Decreto 1076 del 2015 es de 1,0 mg/L de N para nitritos y 10,0 mg/L de N para nitratos.

En relación con lo anterior, se encuentran dos mediciones de nitritos que superan el valor máximo ya señalado: 1,126 mg/L y 2,513 mg/L, mediciones del expediente LAM2307 durante la época de transición y lluvias, respectivamente, del año 2021.

Con respecto a los nitratos, se encuentra un comportamiento similar al visto en el apartado de metales: se encuentran monitoreos por parte de los expedientes LAM0989, LAM2307 y LAM5474, todas con el valor de 0,40 mg/L (a excepción de una, cuyo valor corresponde a 0,412 mg/L).

- **Hidro geoquímica:**

Los diagramas de Piper permiten caracterizar el agua subterránea a partir de los iones disueltos en esta, y es un ejercicio que, de tener datos de forma multitemporal, permite, además, entender la evolución del recurso, como es el caso del análisis regional realizado por ANLA (2024) en el marco de la estrategia de monitoreo regional de agua subterránea en la cuenca del Valle Superior del Magdalena – VSM; por su parte, los diagramas de Mifflin brindan sobre la evolución del recurso a partir de la concentración de los iones Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> y SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> a lo largo del flujo. Así pues, esta sección pretende realizar un acercamiento a lo expuesto en tal documento, dada la similitud en relación con el área de estudio y, por tanto, las características hidroquímicas de las aguas subterráneas.

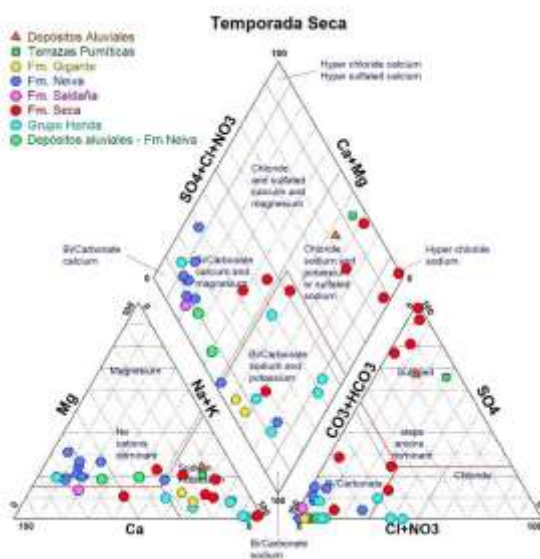
## Diagramas de Piper:

Figura 64. Diagrama de Piper, temporada de transición.



Fuente: ANLA, 2024

Figura 65. Diagrama de Piper, temporada seca.



Fuente: ANLA, 2024

### Temporada de transición:

Los registros en las distintas unidades hidrogeológicas indican una preponderancia de las aguas bicarbonatadas, entre sódicas, cálcicas y magnésicas. Excluyéndose de esta generalidad, se encuentran las aguas de los Depósitos Aluviales (Qal) y la Formación Saca (KPgs) (cloruradas sódicas).

### Temporada seca:

De forma similar a la temporada de transición, la clasificación de las aguas varía preponderantemente entre bicarbonatadas cálcicas, sódicas y magnésicas; sin embargo, las aguas de los Depósitos Aluviales (Qal) y la Formación Saca (KPgs) pasan a ser sulfatadas sódicas.



[illegible]

A pesar de que se cuentan con menos registros, estos son consistentes con los ya vistos en las dos temporadas precedentes: aguas bicarbonatadas, que en este caso varían entre cálcicas y sódicas.

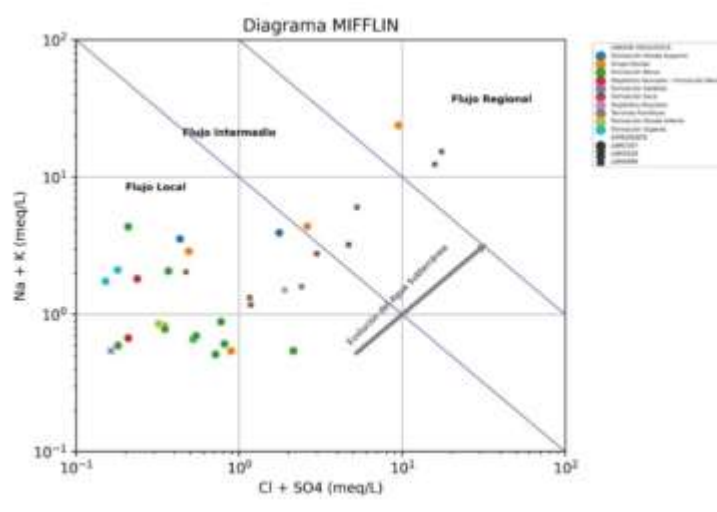
Diagramas de Mifflin:

Se observa que la mayoría de los puntos monitoreados captan aguas de flujos locales, mientras que tres muestras (formaciones Honda, Seca y Neiva) indican la captación de flujos intermedios, lo que podría relacionarse con mayores profundidades de captación o zonas de recarga más distante desde sus áreas de afloramiento, lo que conllevaría a una mayor mineralización.

[illegible]

Temporada seca:

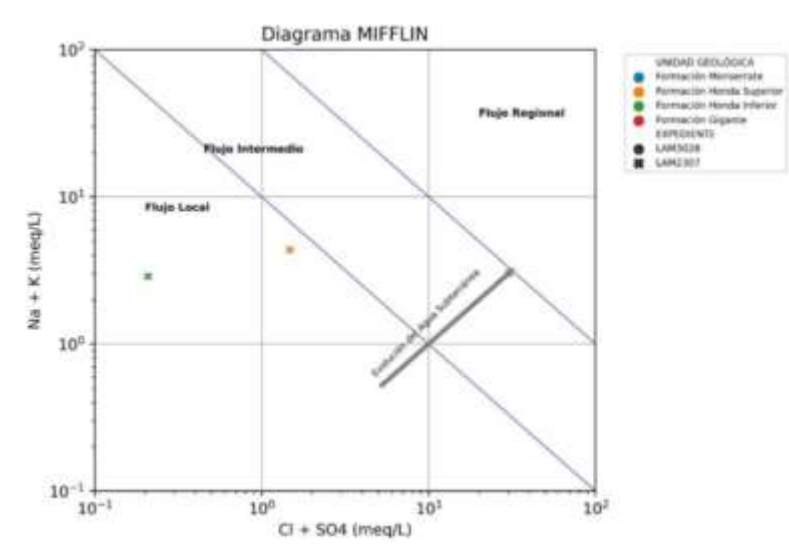
Figura 68. Diagrama de Mifflin, temporada seca.



Temporada húmeda:

Los registros de aguas subterráneas para esta época señalan que las aguas del Grupo Honda captarían flujos locales; así pues, se mantiene la relación entre el tipo de flujo y el tipo de agua identificado a partir de los diagramas de Piper.

Figura 69. Diagrama de Mifflin, temporada húmeda.



Fuente: ANLA, 2024

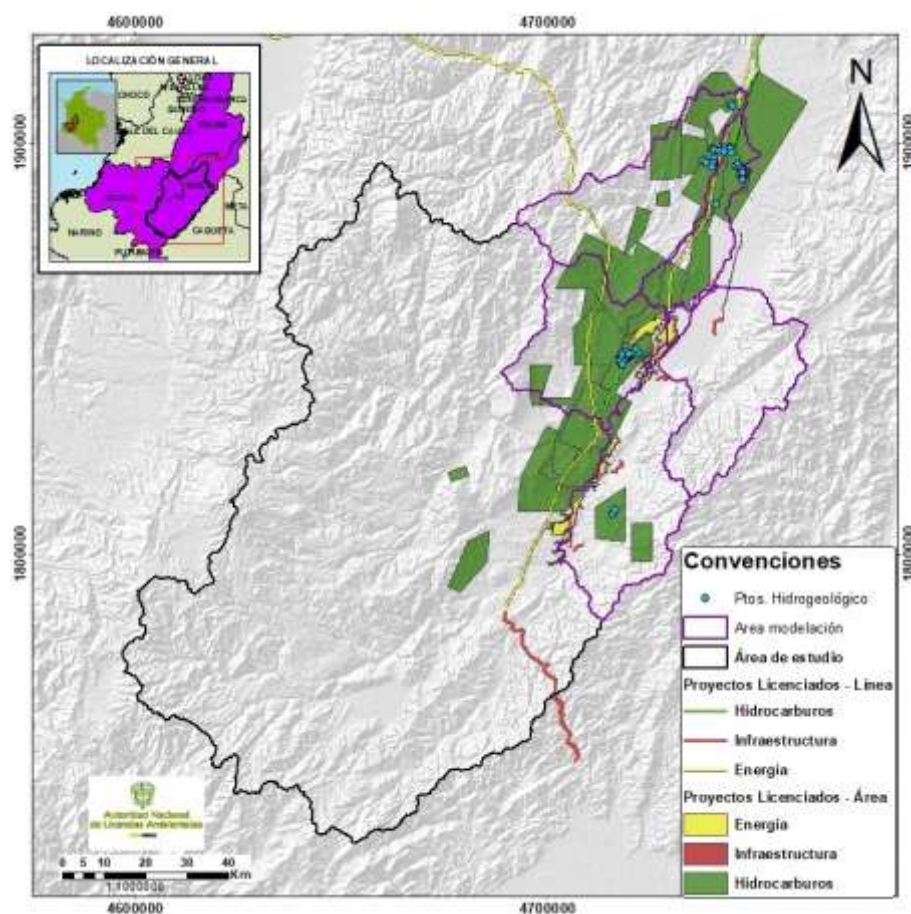
Al margen de lo expuesto en el documento de (ANLA, 2024), se concluye que “la mayoría captan flujos locales de corto tiempo de residencia caracterizados por una mineralización predominantemente de tipo bicarbonatada cálcica - sódica correspondiente con aguas jóvenes producto de la infiltración directa, probablemente en las zonas de afloramiento o por flujos verticales provenientes de depósitos cuaternarios de poco espesor”.

## C. MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA

### Descripción

El desarrollo de ejercicios de modelación hídrica subterránea en el área de estudio se encuentra condicionado a la disponibilidad de información hidrogeológica en la zona, la cual es limitada. En la Figura 51, se presenta la localización de los proyectos, obras o actividades que operan en la zona y la distribución espacial de los puntos hidrogeológicos que cuentan con datos de monitoreo de niveles piezométricos, los cuales pertenecen a los expedientes LAM0022, LAM0069, LAM0215, LAM0989, LAM1569, LAM2307, LAM4419 y LAM5474, donde se localizan 107 puntos de agua subterránea. En relación con la distribución espacial de los puntos de agua con datos de monitoreo, estos se concentran en el noreste de la zona de estudio, tal como se muestra en la Figura 51. Por lo anterior, el ejercicio de modelación desarrollado se enfoca en la estimación de la recarga para las subzonas hidrográficas del río Baché, río Yaguará, río Iquira, río Neiva, río Juncal y otros directos al Magdalena.

Figura 70. Localización área de modelación.



Fuente: ANLA, 2024.



## Recarga

Para la estimación de la recarga potencial en el área de modelación, ubicada al noreste del área de estudio, con un área de 4.777 Km<sup>2</sup>; se utilizó el Software Mike She, donde se estableció una malla de modelación con celdas de 250 metros x 250 metros, utilizando, además, los datos del Mapa de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (2018) (Esc. 1:100.000), el Mapa de clasificación de suelos de la FAO (Esc. 1:1'000.000), el mapa cronoestratigráfico de Colombia (2020) generado por el Servicio Geológico Colombiano – SGC (Esc. 1:1'000.000), además de datos de precipitación y temperatura registrados durante los años 2000 a 2023 por 33 estaciones pluviométricas y climatológicas que se localizan en la zona.

La primera simulación se desarrolló para los años 2003 a 2023, seleccionando para este análisis los años 2015 y 2022 por corresponder a años hidrológicos tipo Niño y Niña, respectivamente; y el año 2013 como un año sin afectaciones de estos dos fenómenos, acorde con el Índice Niño Oceánico (ONI por sus siglas en inglés). Los resultados de la estimación de la recarga en el área de modelación muestran que la recarga media en los años analizados corresponde a 0.227 mm/día, donde el año más húmedo presenta una recarga media de 0.635 mm/día y el año más seco presenta una recarga media de -0.446 mm/día, la cual indica que en temporadas secas en la zona se presenta un déficit en la recarga por precipitación. Por otro lado, la zona presenta una recarga máxima durante el periodo analizado de 1125.73 mm/día y un déficit de hasta -8673.76 mm/día para algunas de las celdas de la malla construida. En la **Tabla 35** se presentan los resultados para los años 2013, 2015 y 2022.

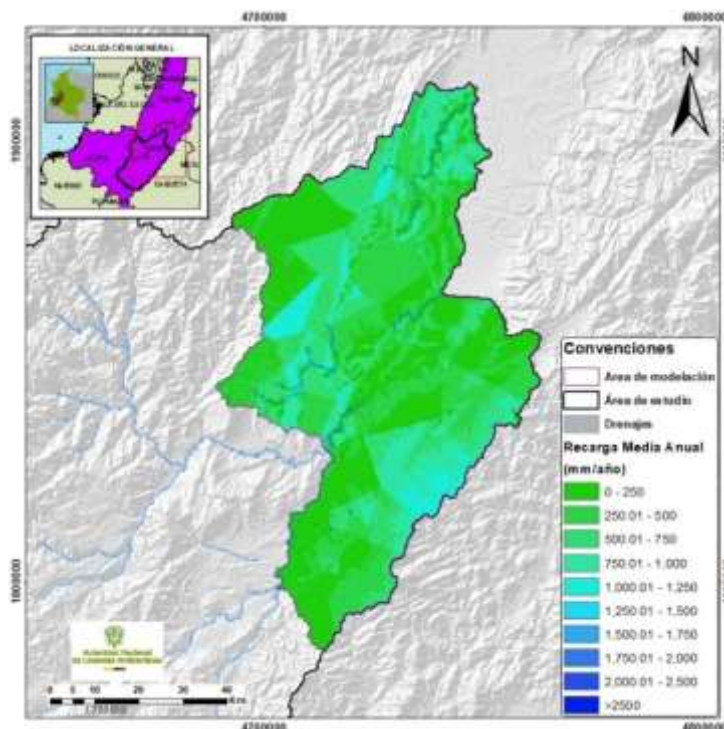
**Tabla 35.** Recarga potencial diaria de las SZH del río Baché, río Yaguará, río Iquira, río Neiva, río Juncal y otros directos al Magdalena.

Año	Recarga Potencial (mm/día)		
	Máxima	Mínima	Media
2013	586.09	-5648.77	0.493
2015	607.24	-3486.15	-0.446
2022	1125.73	-8673.76	0.635

Fuente: ANLA, 2024.

En la **Figura 71** se presenta la distribución espacial de la recarga media anual en el periodo comprendido entre 2003-2023, donde se observa que predomina una recarga entre 250 mm/año a 750 mm/año, que se localizan de acuerdo con la distribución de la precipitación y de los suelos en el área de modelación. En el centro del área se identifica una zona con recargas medias a bajas (zona en color verde claro) con valores entre 250 mm/año y 1000 mm/año; en la zona este y oeste se identifican las recargas más altas, variando entre 1000 mm/año a 1250 mm/año (zonas en azul turquesa). Por otro lado, se identifica que la recarga mínima de 0 mm/año a 250 mm/año (zonas en verde), se encuentra distribuida sobre toda el área en pequeños sectores, concentrándose al noroeste y al sur del área de modelación.

Figura 71. Recarga media anual diaria de las SZH del río Baché, río Yaguará, río Iquira, río Neiva, río Juncal y otros directos al Magdalena.



Fuente: ANLA, 2024.

Para el análisis sobre los escenarios del cambio climático y sus posibles afectaciones en la recarga potencial se utilizó el conjunto de datos NEX-GDDP-CMIP6 de la NASA alojados en el repositorio Google Barth Engine (GEE). Como su descripción informa, estos se componen de escenarios climáticos globales a escala reducida derivados de las ejecuciones del General Circulation Model (GCM) realizadas en el marco de la Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) y en dos de los cuatro escenarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de "Nivel 1" conocidas como Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (Shared Socioeconomic Pathways -SSP).

Las corridas de CMIP6 GCM se desarrollaron con el apoyo del Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC AR6). Este conjunto de datos incluye proyecciones a escala reducida de las ejecuciones del modelo ScenariMIP para las que se produjeron escenarios diarios y se distribuyeron a través de la Earth System Grid Federation (Dataset GEE; Thrasher et al., 2012).

Para el caso, se obtuvieron datos de los modelos para tres variables en especial (precipitación, temperaturas mínima y máxima), los cuales, se eligieron gracias a la discusión que se dio en Arias et al. (2021), donde, a modo general, se habla un poco sobre los modelos que se acomodan de mejor forma a las características climáticas del país, por ello, para precipitación (pr) se determinó MIROC6, mientras que para temperatura del aire cerca de la superficie (tanto mínima -tasmin como máxima -tasmax) fue GFDL-ESM4, todo a una escala temporal diaria para los periodos de trabajo históricos de 1995-2014 y prospectivos de 2039-2040, 2069-2070 y 2099-2100.

Lo anterior, se estableció para el escenario más extremo o crítico, siendo el SSP5 que, trata sobre el desarrollo basado en combustibles fósiles ("Taking the Highway"), que se traduce en que las emisiones de GEI serán muy elevadas, proyectando que el CO2 se triplicará en 2075 y estimando a su vez un incremento de temperatura probable en un rango de 3.3 a 5.7 °C (sigla que adopta SSP5-8.5, -ssp585).

La simulación de los tres escenarios de cambio climático genera resultados espaciotemporales de la recarga, obteniendo valores diarios y anuales. En la **Tabla 36**, se presentan los valores máximos, el déficit y valores medios de la recarga diaria para los tres escenarios simulados, donde se observa que los valores máximos sobrepasan los resultados obtenidos para los años 2013, 2015 y 2022, siendo este último un año tipo Niña. Respecto al déficit, este es inferior en todos los escenarios simulados en relación con los resultados obtenidos para los años 2013, 2015 y 2022, presentándose el menor déficit para el año 2100 con 2772.12 mm/año. Por lo anterior, se puede inferir que la variabilidad climática en el área de modelación posiblemente generaría un incremento en la recarga en comparación con las condiciones actuales, lo que, en efecto, se traduciría en una mayor disponibilidad del recurso hídrico subterráneo en la zona, siempre y cuando las condiciones actuales de demanda se mantengan a largo plazo.

**Tabla 36.** Recarga potencial diaria de las SZH del río Baché, río Yaguará, río Iquira, río Neiva, río Juncal y otros directos al Magdalena, para los escenarios de cambio climático.

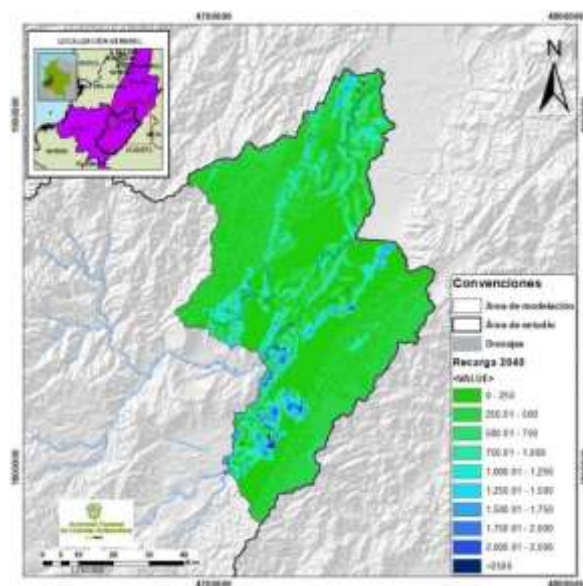
Año	Recarga Potencial (mm/día)		
	Máxima	Mínima	Media
2040	2111.48	-2807.61	0.653
2070	2121.44	-2761.43	0.569
2100	2097.64	-2772.12	0.625

Fuente: ANLA, 2023.

Frente a la distribución espacial de la recarga anual para los diferentes escenarios de cambio climático, los resultados de la simulación para los años 2040 (ver **Figura 72**), 2070 (ver **Figura 73**) y 2100 (ver **Figura 74**), muestran un cambio en las áreas con mayores recargas en relación con lo observado en la recarga media anual para los años 2003-2023, la cual presentaba una influencia marcada por la distribución la precipitación en el área de modelación; mientras que la recarga para los escenarios de cambio climático se muestran influenciadas por la topografía del terreno, los suelos y las coberturas vegetales, al contarse con precipitaciones mejor distribuidas sobre el área de modelación.

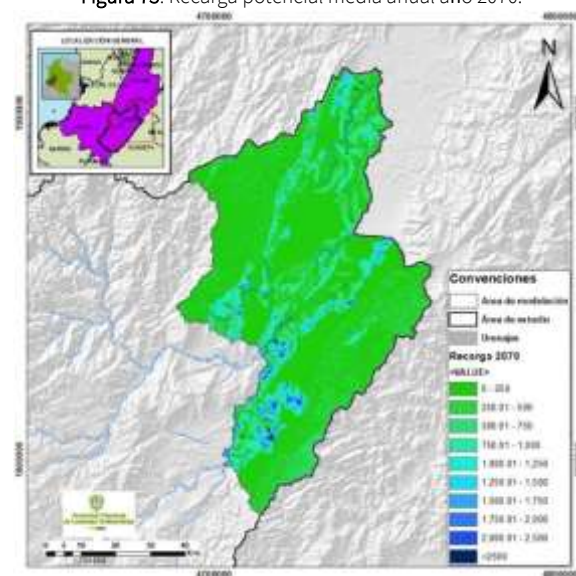
En primer lugar, y para todos los años simulados, se observa un comportamiento similar en la recarga, donde predominan valores de recarga entre 0 mm/año a 500 mm/año (áreas en verde y verde claro) que abarcan la mayor parte del área de modelación, con pocas áreas con valores de recarga entre 500 mm/año a 750 mm/año. En segundo lugar, se observan zonas a lo largo del centro del área de modelación de sur a norte, con valores entre 1000 mm/año a 1500 mm/año (áreas en azul turquesa), seguidas de pequeñas áreas que se localizan en su interior con recargas entre 1500 mm/año a 2500 mm/año (áreas en azul medio). Finalmente, sobre esta misma zona se localizan los valores máximos de recarga (áreas en azul oscuro) los cuales pueden llegar a superar los 2500 mm/año, que ocupan áreas muy pequeñas, en la mayoría de los casos del tamaño de una celda de modelación (250 m x 250 m).

**Figura 72.** Recarga potencial media anual año 2040.



Fuente: ANLA, 2024.

Figura 73. Recarga potencial media anual año 2070.

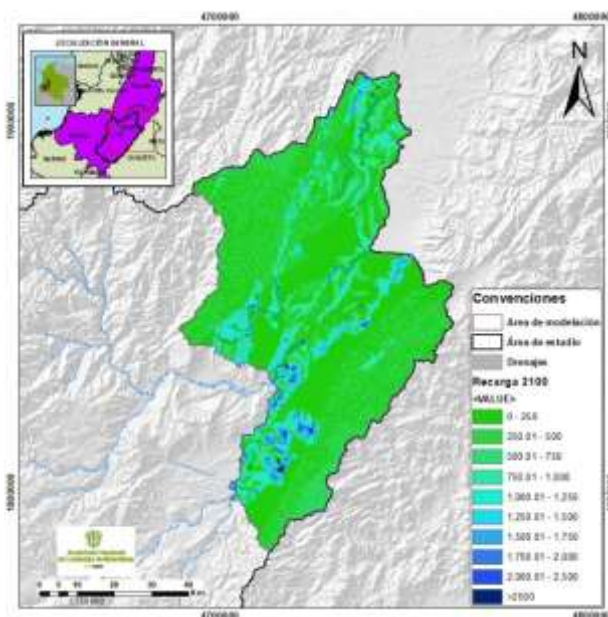


Fuente: ANLA, 2024

Figura 74. Recarga potencial media anual año 2100.







Fuente: ANLA, 2024.

## Análisis de Resultados

Los resultados de la modelación permiten concluir que en el área simulada predomina una recarga potencial media entre 250 mm/año a 750 mm/año, la cual podría variar como resultado de la variabilidad climática en la mayor parte del área de modelación, pasando a valores predominantes entre 250 mm/año a 500 mm/año. Sin embargo, los mayores cambios que se evidencian en la recarga como resultado de las simulaciones en escenarios de cambio climático corresponden a su distribución, la cual varía notablemente. Por lo anterior, se considera relevante continuar con el monitoreo periódico de las aguas subterráneas en la zona, principalmente sobre los acuíferos de alta productividad asociados a los depósitos de terraza que se localizan en el sector norte del área de estudio, donde se ubican la gran mayoría de los proyectos actualmente licenciados por la ANLA, de forma que se puedan identificar cambios en los niveles como resultado de variaciones en la recarga.

Así mismo, es importante ampliar, por parte de las Autoridades Ambientales Regionales, el inventario de puntos de agua a la zona sur y este del área del reporte (municipios de Garzón, Guadalupe, Suaza, Acevedo y Pitalito), donde se incluyan parámetros base como niveles, caudales y parámetros in situ, y así obtener un conocimiento hidrogeológico más completo de la zona de estudio. De igual forma, se debe buscar implementar a través de las empresas con proyectos actuales o futuros licenciados por la ANLA, redes de monitoreo de las aguas subterráneas, con frecuencias de registro de datos que generen series temporales y espaciales, que permitan la calibración y validación de modelos de simulación de los cambios en la disponibilidad del recurso como consecuencia de la variabilidad climática, herramientas de importancia para la planificación ambiental y la gestión integral del recurso hídrico subterráneo.

Frente a lo anterior, conviene indicar que, desde el año 2022, el Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la ANLA viene adelantando la estrategia de monitoreo regional de agua subterránea en la cuenca del Valle Superior del Magdalena – VSM, que integra el seguimiento de los niveles de agua de las unidades hidrogeológicas de la zona, con la finalidad de conocer la variación temporal de los niveles piezométricos de los acuíferos que obedece al régimen de lluvias de la región.

## XIII. CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO

### A. CALIDAD DEL AIRE

La condición regional atmosférica para calidad de aire fue obtenida a partir de las concentraciones promedio de las campañas de monitoreo realizadas en el marco de las obligaciones de los expedientes LAM0989, LAM4090, LAM1569, LAM0215, LAM5474, LAM2307, LAM4229, LAM3733, LAM3028, LAV0081-00-2017 y LAV0063-00-2022; evaluando los contaminantes  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  y  $NO_2$  del año 2018 al año 2023. Estas concentraciones corresponden a cada uno de los promedios indicativos por año de cada estación de monitoreo de calidad del aire ubicadas dentro del área de estudio y para el periodo en análisis. Se compararon indicativamente los resultados promedio para los contaminantes de análisis, en tiempo de exposición de un año, con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, la cual adopta la norma de calidad del aire ambiente a nivel nacional.

Asimismo, se determina la condición regional para el contaminante  $SO_2$  en el área de estudio, a partir de los niveles de concentración registrados de manera diaria en cada uno de los monitoreos de calidad del aire, dado que el límite normativo de este contaminante está establecido para un tiempo de exposición diario en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.

Las concentraciones que representaron excedencias respecto a los niveles máximos permisibles establecidos en la norma para los mayores tiempos de exposición de cada uno de los contaminantes se clasificaron en condición regional de criticidad “alta”; las concentraciones promedio entre el 80% de la norma y el nivel máximo permisible se clasificaron en condición regional de criticidad “media”; y las concentraciones promedio menores al 80% de norma se clasificaron como condición regional de criticidad “baja”.

Para cada uno de los contaminantes analizados, se presenta una salida gráfica donde se simboliza la condición regional obtenida en tres (3) clasificaciones (baja, media y alta), representadas mediante el símbolo de un círculo con diferentes tamaños y colores, siendo el color azul oscuro la condición “alta”, el color naranja la condición “media” y el color amarillo la condición “baja”. De igual manera, se presenta una tabla resumen para cada contaminante donde se establece el porcentaje de la condición ambiental, según la cantidad de datos de cada clasificación y el número de proyectos por cada condición regional. Es de resaltar que no se contempló la información registrada en SISAIRe (Sistema de Información sobre Calidad del Aire), dado que las estaciones de monitoreo que operan actualmente en dicho sistema no se encuentran dentro del área de estudio.

#### Condición regional atmosférica $PM_{10}$

Para el contaminante  $PM_{10}$  se identificaron campañas de monitoreo en los proyectos de los expedientes LAM0989, LAM1569, LAM0215, LAM5474, LAM2307, LAM4229, LAM3733, LAM3028 y LAV0063-00-2022 del sector de hidrocarburos; junto con los expedientes LAM4090 y LAV0081-00-2017 de los sectores de energía e infraestructura, respectivamente. Se estimaron 261 promedios a partir de los datos diarios registrados en los monitoreos de tipo indicativo, presentando desde 18 hasta 54 muestras diarias en cada año, siendo el expediente LAM2307 el que reporta una mayor cantidad de registros de  $PM_{10}$ , con 87 promedios estimados durante todo el periodo de análisis.

A partir de los promedios estimados, se registra la condición regional “alta” con el 1.5 % de los datos evaluados, presentándose en el proyecto identificado con el expediente LAM2307 del sector de hidrocarburos, situado en el extremo noreste del área de estudio y a 1.6 km de distancia aproximada con el centro poblado de San Jorge, en el municipio de Neiva, Huila. No obstante, la condición regional “baja” presenta el 98.5 % de los promedios

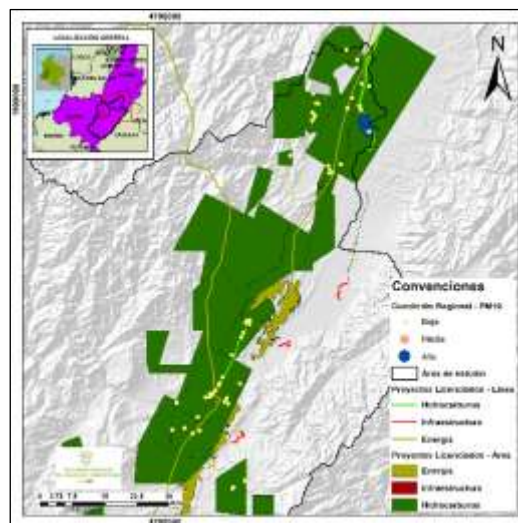
estimados, siendo así, la condición regional predominante en el área de estudio, tal como se observa en la Tabla 37 y de manera gráfica en la Figura 75.

**Tabla 37.** Resumen de la condición regional atmosférica de PM<sub>10</sub>.

PM <sub>10</sub> Anual Res. 2254/2017 = 50 µg/m <sup>3</sup>			
Condición Regional	Baja (< 40 µg/m <sup>3</sup> )	Media (40 – 50 µg/m <sup>3</sup> )	Alta (> 50 µg/m <sup>3</sup> )
N° Datos promedio	257	0	4
% del total	98.5 %	0.0 %	1.5 %
N° Proyectos	11	0	1

Fuente: ANLA, 2024.

**Figura 75** condición regional atmosférica de PM<sub>10</sub>



Fuente: ANLA, 2024.

## Condición regional atmosférica PM<sub>2.5</sub>

Para el contaminante PM<sub>2.5</sub>, se identificaron campañas de monitoreo en los proyectos de los expedientes LAM0989, LAM1569, LAM0215, LAM5474, LAM2307 y LAV0063-00-2022 del sector de hidrocarburos; junto con los expedientes LAM4090 y LAV0081-00-2017 de los sectores de energía e infraestructura, de forma respectiva. Se estimaron 199 promedios de acuerdo con los datos diarios registrados en los monitoreos de tipo indicativo y presentando desde 18 hasta 54 muestras diarias en cada año. El expediente LAM2307 es el proyecto que reporta una mayor cantidad de registros de PM<sub>2.5</sub>, con 87 promedios estimados durante todo el periodo de análisis.

De acuerdo con los resultados, se presenta la condición regional “alta” con el 2.0 % de los promedios estimados, asociado al expediente LAM2307 del sector de hidrocarburos que se ubica en el extremo noreste del área de estudio, evidenciando una condición de criticidad regional similar al expuesto en los resultados de PM<sub>10</sub>. Esta similitud, indica que en dicha zona existen fuentes de emisión tanto de material particulado grueso como fino, las cuales pueden estar relacionadas con el tráfico vehicular de vías sin pavimentar y equipos de combustión. Sin embargo, la condición regional “baja” presenta el 97.0 % de los promedios estimados, implicando que dicha condición predomina en el área de estudio.

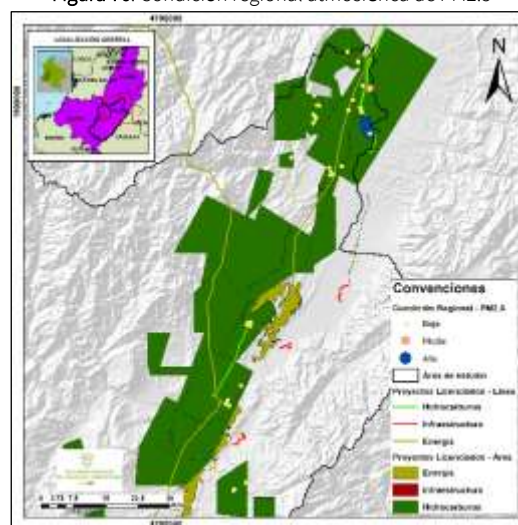
Lo descrito anteriormente, es posible visualizarlo, de forma resumida, en la Tabla 38 y de manera gráfica, en la Figura 76.

Tabla 38. Resumen de la condición regional atmosférica de PM<sub>2.5</sub>

PM <sub>2.5</sub> Anual Res. 2254/2017 = 25 µg/m <sup>3</sup>			
Condición Regional	Baja (< 20 µg/m <sup>3</sup> )	Media (20 – 25 µg/m <sup>3</sup> )	Alta (> 25 µg/m <sup>3</sup> )
N° Datos promedio	193	2	4
% del total	97.0 %	1.0 %	2.0 %
N° Proyectos	8	1	1

Fuente: ANLA, 2024.

Figura 76. Condición regional atmosférica de PM<sub>2.5</sub>



Fuente: ANLA, 2024.

## Condición regional atmosférica NO<sub>2</sub>

Para el gas contaminante NO<sub>2</sub> se identificaron campañas de monitoreo en los proyectos de los expedientes LAM0989, LAM1569, LAM0215, LAM5474, LAM2307, LAM4229, LAM3733, LAM3028 y LAV0063-00-2022 del sector de hidrocarburos; junto con los expedientes LAM4090 y LAV0081-00-2017 de los sectores de energía e infraestructura, respectivamente. Se estimaron 281 promedios a partir de los datos horarios y diarios registrados en los monitoreos, siendo todos ellos de tipo indicativo, donde el expediente LAM2307 reporta la mayor cantidad de datos con 91 promedios estimados.

Conforme a los promedios determinados, se presenta la condición regional “alta” con el 2.9 % de los datos estimados, en los proyectos identificados con los expedientes LAM1569 y LAM3733 pertenecientes al sector de hidrocarburos y ubicados en la zona centro oriental del área de estudio. El centro poblado más cercano y situado a aproximadamente 1 km de las estaciones de monitoreo que registraron esta condición de criticidad es el corregimiento de Rioloro, el cual hace parte de la jurisdicción del municipio de Gigante, Huila.

No obstante, la condición regional “baja” representa el 95.0 % de los promedios estimados, lo cual indica que prevalece esta condición en el área de estudio. La Tabla 39 y la Figura 77 muestran los promedios estimados en todas las campañas de monitoreo de NO<sub>2</sub> asociados con su respectiva condición regional.

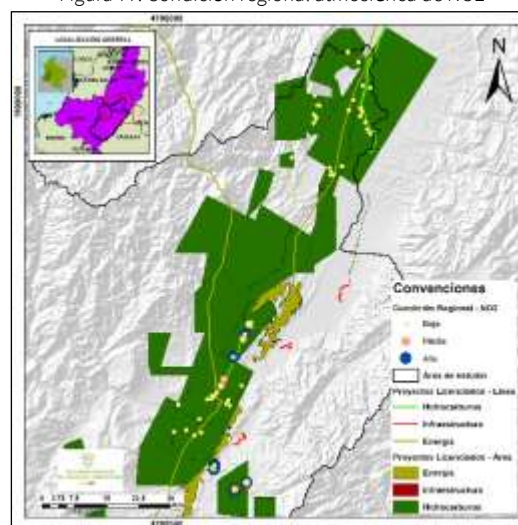


Tabla 39. Resumen de la condición regional atmosférica de NO<sub>2</sub>

NO <sub>2</sub> Anual Res. 2254/2017 = 60 µg/m <sup>3</sup>			
Condición Regional	Baja (< 48 µg/m <sup>3</sup> )	Media (48 – 60 µg/m <sup>3</sup> )	Alta (> 60 µg/m <sup>3</sup> )
N° Datos promedio	267	6	8
% del total	95.0 %	2.1 %	2.9 %
N° Proyectos	8	1	1

Fuente: ANLA, 2024.

Figura 77. Condición regional atmosférica de NO<sub>2</sub>



Fuente: ANLA, 2024.

## Condición regional atmosférica SO<sub>2</sub>

Para el gas contaminante SO<sub>2</sub> se identificaron campañas de monitoreo indicativas en los proyectos de los expedientes LAM0989, LAM1569, LAM0215, LAM5474, LAM2307, LAM4229, LAM3733, LAM3028 y LAV0063-00-2022 del sector de hidrocarburos; junto con los expedientes LAM4090 y LAV0081-00-2017 de los sectores de energía e infraestructura, de forma respectiva. Se registraron 4042 niveles de concentración con frecuencia de medición diaria, donde el expediente LAM1569 reporta la mayor cantidad de datos, con 862 registros diarios.

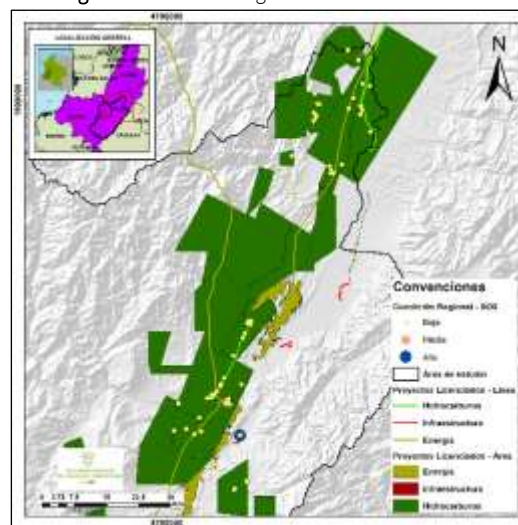
En el área del reporte, y relación particular al SO<sub>2</sub>, predomina significativamente la condición regional “baja” con el 99.9 % de los datos de medición diarios, mientras que las condiciones de criticidad regional “media” y “alta” componen el 0.1 % restante. La condición regional alta fue registrada en una estación de monitoreo del expediente LAM4090 durante el año 2019, situada en el centro poblado de Gigante, Huila. La Tabla 40 y la Figura 78 muestran los registros diarios en todas las campañas de monitoreo de SO<sub>2</sub> asociados a su respectiva condición regional.

**Tabla 40.** Resumen de la condición regional atmosférica de SO<sub>2</sub>

SO <sub>2</sub> Diario Res. 2254/2017 = 50 µg/m <sup>3</sup>			
Condición Regional	Baja (< 40 µg/m <sup>3</sup> )	Media (40 – 50 µg/m <sup>3</sup> )	Alta (> 50 µg/m <sup>3</sup> )
N° Datos promedio	4,038	1	3
% del total	99.9 %	0.03 %	0.07 %
N° Proyectos	11	1	1

Fuente: ANLA, 2024.

**Figura 78** Condición regional atmosférica de SO<sub>2</sub>



Fuente: ANLA, 2024.

## Consideraciones del estado regional de la calidad del aire

En general, la condición de criticidad regional para la calidad del aire es mayoritariamente baja para los contaminantes PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, de acuerdo con los datos registrados por los monitoreos de los POAs en el marco de sus obligaciones para el componente atmosférico.

No obstante, la condición de criticidad regional alta se presenta para los contaminantes PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, en el extremo noreste del área de estudio, en cuatro estaciones de monitoreo asociadas con el proyecto identificado con el expediente LAM2307 en el año 2022. De acuerdo con el concepto técnico de seguimiento ambiental 6547 del 2 de septiembre de 2024 acogido por el Acta 679 del 2 de septiembre de 2024, los niveles elevados de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> se asocian a la ejecución de ciertas obras civiles en cercanías de las estaciones de monitoreo durante el año 2022. Sin embargo, se señala que estas obras fueron de corta duración y que actualmente ya se encuentran finalizadas, por lo cual, no se determina la necesidad de establecer controles adicionales en la operación del proyecto.

Por otro lado, la condición de criticidad regional alta para el gas contaminante NO<sub>2</sub> se registra en la zona centro oriental del área de estudio, en dos estaciones de monitoreo establecidas para el expediente LAM3733 durante el año 2019 y en seis estaciones de monitoreo asociadas al expediente LAM1569 en el año 2020. En relación con el expediente LAM3733, el concepto técnico de seguimiento 4622 del 28 de julio de 2020, acogido por el Acta 198 del 30 de julio de 2020, señala que las principales fuentes de emisión de este gas contaminante se atribuyen a los vehículos pesados que transitan cerca de área del proyecto y que no hacen parte de la operación de este; por tanto, no se realizan requerimientos o controles adicionales. De igual manera ocurre con el expediente LAM1569, dado que el concepto técnico de seguimiento 5929 del 28 de septiembre de 2021, acogido por el Acta 464 del 28 de septiembre de 2021, no determina requerimientos o controles adicionales relacionados con los niveles de concentración registrados para este gas contaminante.

Por otra parte, la condición de criticidad regional alta para el gas contaminante SO<sub>2</sub> se presenta en una estación de monitoreo ubicada en el centro poblado del municipio de Gigante, Huila, durante el año 2019 para el expediente LAM4090. A partir del concepto técnico de seguimiento 259 del 29 de enero de 2021, acogido por el

Acta 006 del 29 de enero de 2021, se establece que los altos niveles de concentración se relacionan con el tráfico vehicular dentro del centro poblado de Gigante, Huila, que suele recibir una cantidad significativa de turistas y es ajeno a la operación del expediente LAM4090. Por tal motivo, no se determina la necesidad de imponer controles o requerimientos adicionales.

Dicho lo anterior, es importante verificar el cumplimiento de los criterios de micro localización de las estaciones de monitoreo tal como se encuentra determinado en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado por la Resolución 650 de 2010 y ajustado por la Resolución 2154 de 2010 del MAVDT, o aquel que lo modifique o sustituya; que los tiempos de muestreo de todos los contaminantes correspondan a lo determinado en la actual norma de calidad del aire - **Resolución 2254 de 2017 del MADS** - e identificar las principales fuentes de emisión para establecer sus respectivos controles.

## Modelo de dispersión de contaminantes – PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>

El desarrollo de la modelación para el material particulado emitidos por los proyectos de hidrocarburos y energía de la región del Alto Magdalena se construyó con información secundaria debido que no se cuenta con la información mínima requerida para poder desarrollar la estimación de las emisiones por parte de los mínima reportada por los proyectos en las etapas de seguimiento y/o evaluación que permitieran definir, de forma integrada, los aportes de sus procesos de emisión para evaluar el impacto acumulativo en la región; por tal motivo, esta modelación contempla información secundaria de referencia global representada a una gran escala espacio temporal que, en términos de los resultados de la modelación, se asocia a un aumento en la incertidumbre en los aportes y mapas de isopleas determinados y por tanto los resultados permiten observar el comportamiento a nivel regional del material particulado.

Con el propósito de analizar, desde una visión regional, el estado de la calidad del aire en la zona del Alto Magdalena, considerando los proyectos licenciados activos, desde el Centro de Monitoreo de los Recursos Naturales de la ANLA se desarrolló un modelo regional de dispersión de material particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

Esta modelación contempló información secundaria que permiten establecer las condiciones meteorológicas basadas en información de reanálisis climático ERA5<sup>7</sup>, que proporciona información a nivel horario de las variables atmosféricas requeridas para poder ejecutar el modelo y Para la estimación de las emisiones atmosféricas se consideró la información de “The Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR)” que corresponde a una base de datos mundial multipropósito de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero y contaminación del aire en la Tierra<sup>8</sup>. Esta información se estableció para el año 2022 con la finalidad de definir un año base que permita comparar los resultados de la calidad del aire.

El área de modelación corresponde, según la información disponible, a proyectos que desarrollan actividades de hidrocarburos y energía contemplados, los cuales se resumen a continuación.

Tabla 41. Proyectos incluidos en el ejercicio de modelación del Alto Magdalena.

EXPEDIENTE	SECTOR	PROYECTO
LAM2142	Energía	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE BETANIA
LAM4090	Energía	PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO
LAM0215	Hidrocarburos	ASOCIACIÓN PALERMO CAMPO SAN FRANCISCO Y BALCÓN
LAM0989	Hidrocarburos	DESARROLLO DEL CAMPO YAGUARA
LAM1569	Hidrocarburos	ESTABLECIMIENTO DE PMA BLOQUE EXPLORATORIO MATAMBO

<sup>7</sup> <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>

<sup>8</sup> [EDGAR - The Emissions Database for Global Atmospheric Research \(europa.eu\)](https://edgar.jrc.ec.europa.eu/)

EXPEDIENTE	SECTOR	PROYECTO
LAM1970	Hidrocarburos	AREA DE INTERES DE PERFORACION EXPLORATORIA LAS MOYAS
LAM2245	Hidrocarburos	BLOQUE SAN JACINTO
LAM2307	Hidrocarburos	AREA DE PRODUCCION HUILA NORTE (O DE NEIVA)
LAM2761	Hidrocarburos	LICENCIA AMBIENTAL PARA EL BLOQUE GUAYABILLAS Y PMA PARA LA PERFORACION DE 11 POZOS EN PITAL DEPARTAMENTO DEL HUILA
LAM2945	Hidrocarburos	AREA DE PERFORACION EXPLORATORIA LAURELES
LAM3028	Hidrocarburos	CAMPO LA HOCHA
LAM3703	Hidrocarburos	AREA DE INTERES PARA LA PERFORACION EXPLORATORIA GUANABANA
LAM3733	Hidrocarburos	CONSTRUCCION Y OPERACION DE LA LINEA DE CONDUCCION LA HOCHA - LOS MANGOS
LAM4229	Hidrocarburos	AREA DE PRODUCCION CAÑADA NORTE
LAM4419	Hidrocarburos	AREA DE PERFORACION EXPLORATORIA ANCHALA
LAM4919	Hidrocarburos	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA VSM-32
LAM5474	Hidrocarburos	CAMPO DE PRODUCCIÓN ARRAYÁN
LAM5868	Hidrocarburos	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA GOLIAT
LAM8821-00	Hidrocarburos	Cesión parcial de los derechos y obligaciones establecidas en la Resolución 944 del 09 de noviembre de 1999, por medio de la cual se otorgó Licencia Ambiental para el proyecto "CAMPO DE PRODUCCIÓN YAGUARÁ" y su modificación otorgada mediante Resolución 1907 del 29 de octubre de 2021, referidas al OLEODUCTO YAGUARÁ – TENAY
LAV0027-14	Hidrocarburos	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA VSM-22

Fuente: ANLA – SIPTA, 2024

En el desarrollo de la modelación se presentaron las siguientes restricciones y/o limitaciones, en el sentido de que no se incluyen otras fuentes de emisión de material particulado (PM10 y PM2.5) de la zona, y que no son competencia del control y seguimiento de la ANLA, como:

- Las vías públicas pavimentadas y o en afirmado.
- Quema de basura y biomasa en la región.
- Ingreso de otras fuentes externas de contaminación de material particulado.
- Las tasas de emisión corresponden a la información suministrada por el sensor remoto EDGAR en la ubicación del área de proyecto de cada expediente.

Adicionalmente, para el desarrollo de la modelación se divide el área de estudio en dos (2) zonas, contemplando los proyectos que se ubican al norte y los proyectos que se ubican al sur. Además, la representación de las fuentes de emisión para la región del Alto Magdalena corresponde a las áreas licenciadas de la infraestructura de los proyectos de hidrocarburos y energéticos debido que corresponden al entorno, de cada expediente, donde se liberan emisiones atmosféricas.

De esta forma, para la determinación de la concentración de fondo, se tomó como referencia las siguientes estaciones, teniendo en cuenta el percentil 10 de los registros de las concentraciones obtenidas en las campañas de medición del año 2022

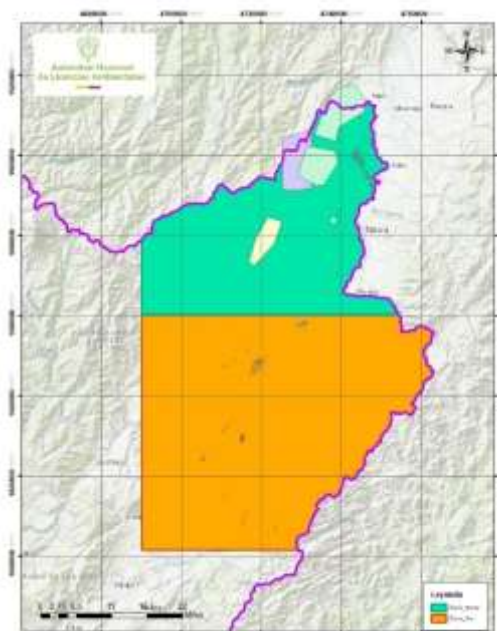


Tabla 42. Proyectos incluidos en modelación de Alto Magdalena.

Concentración de fondo Perc. 10	TEM-MCA-LAM0989-0003	TEM-MCA-LAV0063-00-2022-0007
Municipio	YAGUARÁ	PALERMO
Sector	Sur	Norte
PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20,74	7,99
PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12,6	4,5

Fuente: ANLA, 2024.

Figura 79. Dominio modelación.



Fuente: ANLA, 2024.

Frente a los resultados, se obtuvieron las siguientes concentraciones sobre las coordenadas de localización de estaciones de calidad del aire del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) de tipo indicativo, denominadas como receptores discretos.

Tabla 43. Concentraciones anuales sobre receptores discretos Zona Norte.

Sector Norte ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
ID	Municipio	PM2.5	PM10
TEM-MCA-LAM0215-0001	PALERMO	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM0215-0002	AIPE	8,5	13,79
TEM-MCA-LAM0215-0003	NEIVA	4,9	8,49
TEM-MCA-LAM0215-0004	PALERMO	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM0215-0005	PALERMO	4,7	8,29
TEM-MCA-LAM0215-0006	PALERMO	4,6	8,09
TEM-MCA-LAM0215-0007	NEIVA	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM0215-0008	NEIVA	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM0215-0009	AIPE	8,5	13,89
TEM-MCA-LAM0215-0010	AIPE	8,5	13,89
TEM-MCA-LAM0215-0011	NEIVA	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM0215-0012	NEIVA	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM0215-0013	PALERMO	4,6	8,09
TEM-MCA-LAM0215-0014	AIPE	8,5	13,79
TEM-MCA-LAM0215-0015	NEIVA	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM2307-0001	NEIVA	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM2307-0002	NEIVA	4,7	8,29
TEM-MCA-LAM2307-0003	NEIVA	4,8	8,49
TEM-MCA-LAM2307-0004	NEIVA	4,7	8,29
TEM-MCA-LAM2307-0005	AIPE	5,2	9,09

TEM-MCA-LAM2307-0006	AIPE	5	8,69
TEM-MCA-LAM2307-0007	AIPE	5,3	9,19
TEM-MCA-LAM2307-0008	AIPE	5,1	8,79
TEM-MCA-LAM2307-0009	PALERMO	4,9	8,49
TEM-MCA-LAM2307-0011	AIPE	5,1	8,89
TEM-MCA-LAM2307-0012	AIPE	5,3	9,09
TEM-MCA-LAM2307-0013	AIPE	5,3	9,19
TEM-MCA-LAM2307-0014	AIPE	4,9	8,59
TEM-MCA-LAM2307-0015	AIPE	5,3	9,09
TEM-MCA-LAM2307-0017	AIPE	5,1	8,79
TEM-MCA-LAM2307-0019	AIPE	5,1	8,89
TEM-MCA-LAM2307-0020	NEIVA	4,8	8,29
TEM-MCA-LAM2307-0021	NEIVA	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM2307-0022	AIPE	5	8,69
TEM-MCA-LAM2307-0023	PALERMO	4,8	8,49
TEM-MCA-LAM2307-0024	PALERMO	4,8	8,39
TEM-MCA-LAM2307-0025	AIPE	5,2	9,09
TEM-MCA-LAM2307-0026	AIPE	5	8,69
TEM-MCA-LAM2307-0027	AIPE	5	8,79
TEM-MCA-LAM2307-0028	NEIVA	4,8	8,39
TEM-MCA-LAV0081-00-2017-0003	RIVERA	4,5	7,99
TEM-MCA-LAV0063-00-2022-0001	PALERMO	4,6	8,19
TEM-MCA-LAV0063-00-2022-0002	AIPE	5,2	8,99
TEM-MCA-LAV0063-00-2022-0003	PALERMO	4,7	8,29



TEM-MCA-LAV0063-00-2022-0004	PALERMO	4,7	8,39
TEM-MCA-LAV0063-00-2022-0005	PALERMO	4,7	8,39
TEM-MCA-LAV0063-00-2022-0006	PALERMO	4,6	8,09
TEM-MCA-LAV0063-00-2022-0007	PALERMO	4,9	8,69

Fuente: ANLA, 2024.

Tabla 44. Concentraciones anuales sobre receptores discretos Zona Sur.

Sector Sur (µg/m³)			
ID	Municipio	PM2.5	PM10
TEM-MCA-LAM0989-0001	YAGUARÁ	13,05	21,36
TEM-MCA-LAM0989-0002	YAGUARÁ	12,65	20,81
TEM-MCA-LAM0989-0003	YAGUARÁ	12,65	20,81
TEM-MCA-LAM0989-0004	YAGUARÁ	12,62	20,76
TEM-MCA-LAM1569-0001	GIGANTE	12,67	20,85
TEM-MCA-LAM1569-0002	GIGANTE	12,63	20,8
TEM-MCA-LAM1569-0003	GARZÓN	12,74	20,98
TEM-MCA-LAM1569-0004	GIGANTE	12,61	20,75
TEM-MCA-LAM1569-0005	GIGANTE	12,6	20,74
TEM-MCA-LAM1569-0006	GIGANTE	12,71	20,92
TEM-MCA-LAM1569-0007	GARZÓN	12,66	20,84

TEM-MCA-LAM1569-0008	GIGANTE	12,67	20,85
TEM-MCA-LAM3733-0001	TESALIA	12,61	20,75
TEM-MCA-LAM3733-0002	YAGUARÁ	12,6	20,74
TEM-MCA-LAM3733-0003	YAGUARÁ	12,61	20,75
TEM-MCA-LAM3733-0004	YAGUARÁ	12,61	20,75
TEM-MCA-LAM3733-0005	TESALIA	12,6	20,74
TEM-MCA-LAM4229-0001	PAICOL	12,6	20,74
TEM-MCA-LAM4229-0002	PAICOL	12,6	20,74
TEM-MCA-LAM4229-0003	PAICOL	12,6	20,74
TEM-MCA-LAM4229-0004	PAICOL	12,6	20,74
TEM-MCA-LAM4229-0005	PAICOL	12,6	20,74
TEM-MCA-LAM4229-0006	PAICOL	12,6	20,75

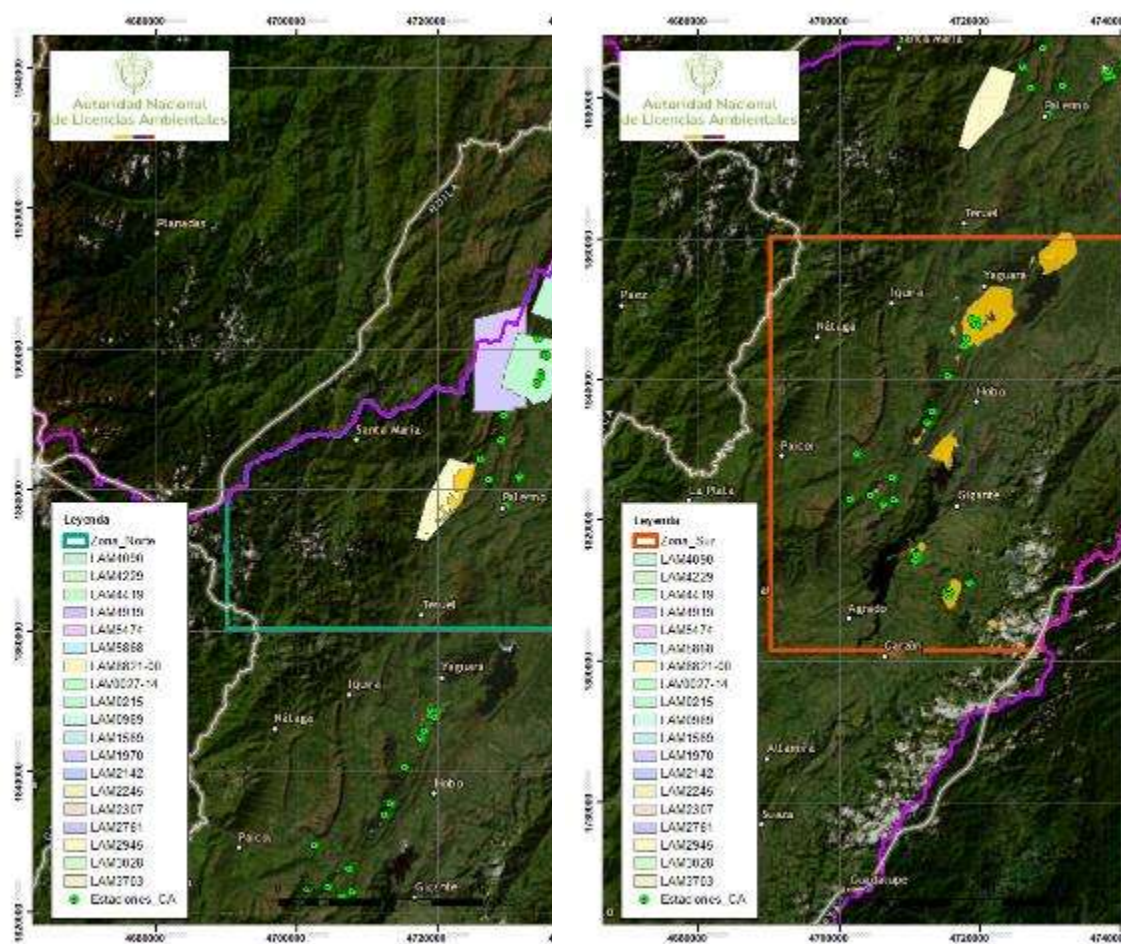
Fuente: ANLA, 2024

Figura 80. Resultados modelación Alto Magdalena – Material Particulado PM<sub>10</sub>.

Isopletras PM<sub>10</sub> – Promedio Anual – Zona Norte

Isopletras PM<sub>10</sub> – Promedio Anual – Zona Sur



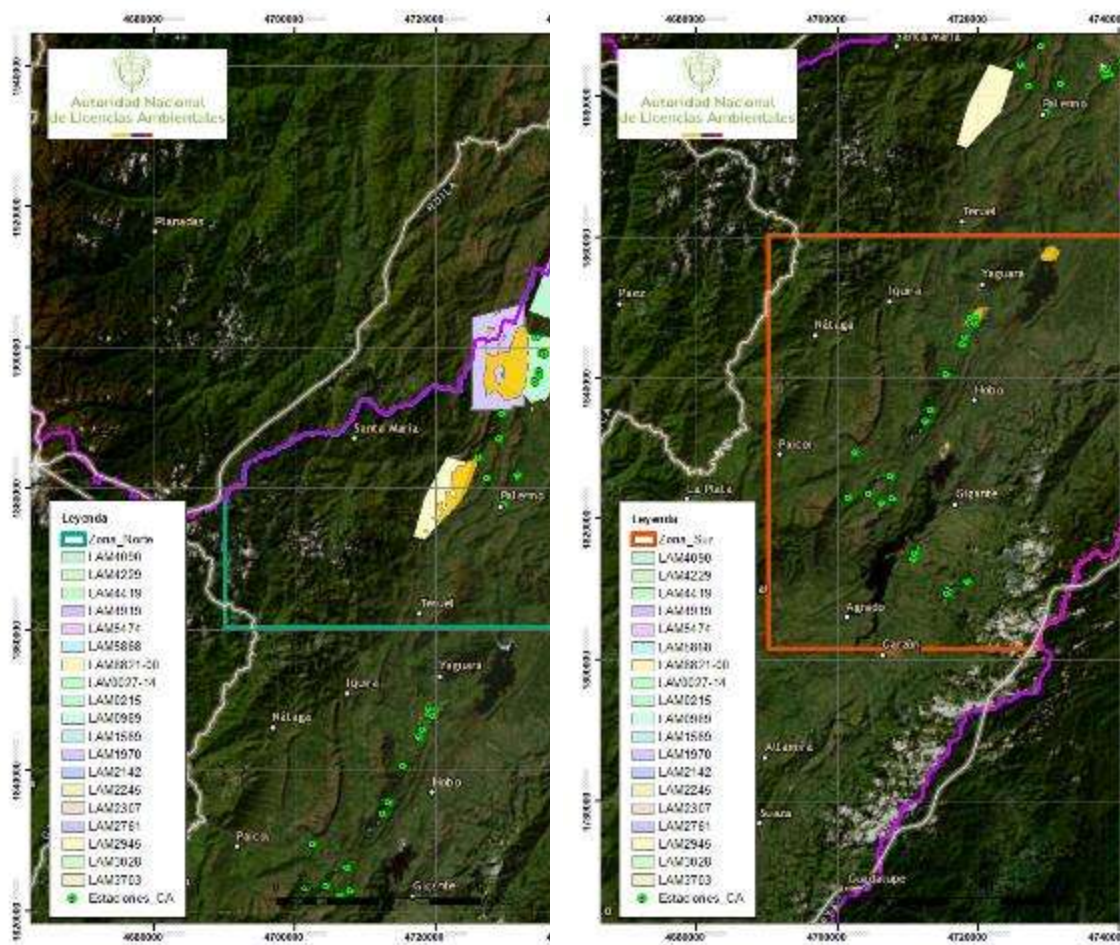


Fuente: ANLA, 2024.





Figura 81. Resultados modelación Alto Magdalena – Material Particulado PM<sub>2.5</sub>.  
Isoplethas PM<sub>2.5</sub> – Promedio Anual – Zona Norte      Isoplethas PM<sub>2.5</sub> – Promedio Anual – Zona Sur



Fuente: ANLA, 2024.





Con la finalidad de conocer el impacto de la alteración de los niveles de calidad del aire en conjunto de los proyectos de hidrocarburos y energía de la región esta modelación permite integrar los aportes estimados por la base de datos EDGAR y la dinámica meteorología mediante datos globales de reanálisis atmosférico ERA5, arrojando resultados con una variación razonable en comparación de los niveles de calidad del aire del SVCA. Adicionalmente, se precisa que esta fuente global de información no reemplaza los lineamientos establecidos para la estimación de emisiones indicado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como de la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales vigente.

Contemplando lo anterior, y con la finalidad de conocer los aportes de los expedientes incluidos en la modelación, se toma como referencia las concentraciones obtenidas en el SVCA de tipo indicativo en el año 2022, donde se identifica:

- Para el contaminante PM10, las concentraciones obtenidas en el sector norte oscilaron entre 13.89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (TEM-MCA-LAM0215-0009) y 7.99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (TEM-MCA-LAV0081-00-2017-0003), indicando que los aportes, incluida la concentración del fondo, son de baja a media magnitud en comparación al límite permisible anual de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  resaltando que la modelación en el punto más crítico no presenta excedencias normativas.

Para el sector sur las concentraciones de PM10 oscilaron entre 20.74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para varios puntos de medición y 21.36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para TEM-MCA-LAM0989-0001, siendo la estación con el mayor aporte de 0.624  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM10, de igual forma, se observa que los aportes, incluida la concentración del fondo, son de baja a media magnitud en comparación al límite permisible anual de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  resaltando que la modelación en el punto más crítico no presenta excedencias normativas.

- Para el contaminante PM2.5 en el sector norte las concentraciones obtenidas en los receptores oscilaron entre 4.50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 8.50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (en las mismas estaciones de PM10), indicando que los aportes incluida la concentración del fondo son de baja magnitud en comparación al límite permisible anual de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , indicando que estos resultados presentan cumplimiento normativo; asimismo, se indica que las concentraciones aportadas por los proyectos corresponden a 4,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Para el sector sur, se presentan concentraciones que oscilaron entre 12.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 13.05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en las mismas estaciones de PM10, indicando un aporte, en comparación a la concentración de fondo, de 0.454  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM2.5, asimismo, se indica que las concentraciones obtenidas presentan cumplimiento normativo en comparación al límite anual de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Respecto a la evaluación de los resultados de la modelación (sin incluir la concentración de fondo) con los resultados del SVCA de tipo Indicativo reportada por los proyectos presentan un error porcentual entre el 0 % y 32.1%; estos resultados indican que la modelación integrada se ajusta a las condiciones de inmisión de la red de monitoreo de calidad del aire y su variación se asocia a los aportes de fuentes externas no contempladas y la incertidumbre asociada a sus limitaciones de la información de entrada.

## B. RUIDO AMBIENTAL

La condición regional de ruido ambiental se estableció categorizando por rango los resultados en cada una de las campañas de monitoreo de los proyectos considerados en el análisis, teniendo en cuenta los diferentes sectores y subsectores determinados en la Resolución 627 de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, tanto en horario diurno como nocturno, a partir de la localización de cada uno de los puntos de monitoreo de ruido ambiental. Por tanto, la condición regional se diferencia de acuerdo con el horario y subsector a evaluar, aplicando los intervalos expuestos en la **Tabla 45** con su respectivo color de identificación:

Tabla 45. Intervalos para la condición regional de ruido ambiental en horario diurno y nocturno

Sector - Subsector		Sector B – Zonas Residenciales dB(A)	Sector C – Zonas con usos permitidos industriales dB(A)	Sector C – Zonas con otros usos relacionados dB(A)	Sector D – Residencial Suburbana dB(A)	Sector D – Rural habitada destinada a explotación agropecuaria dB(A)
Condición Regional y Horario						
Diurno	Baja	≤ 60	≤ 70	≤ 75	≤ 50	≤ 50
	Media	60 – 65	70 – 75	75 – 80	50 – 55	50 – 55
	Alta	> 65	> 75	> 80	> 55	> 55
Nocturno	Baja	≤ 45	≤ 65	≤ 65	≤ 40	≤ 40
	Media	45 – 50	65 – 70	65 – 70	40 – 45	40 – 45
	Alta	> 50	> 70	> 70	> 45	> 45

Fuente: MAVDT, 2006 – Adoptado por GRCM de ANLA, 2024.

En el análisis de ruido ambiental del área del reporte se consideraron datos provenientes del Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) de los monitoreos realizados por 11 proyectos, de los cuales 10 hacen parte del sector de hidrocarburos y el restante del sector de energía, licenciados por la ANLA e identificados con los expedientes LAM2307, LAM1569, LAM0989, LAM0022, LAM4229, LAM3733, LAM4090, LAM3028, LAM0215, LAM5474 y LAV0063-00-2022 presentando datos entre los años 2018 a 2023, en donde se realizaron 857 mediciones en el horario diurno y 851 mediciones en el horario nocturno.

### Condición regional atmosférica ruido ambiental diurno

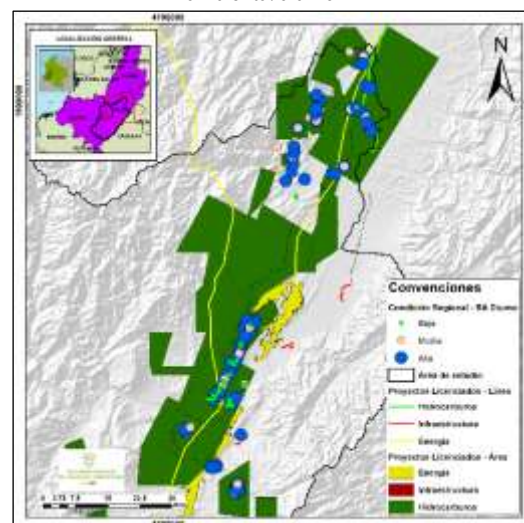
La **Tabla 46** expone la caracterización regional estimada del ruido ambiental para el horario diurno y de manera gráfica en la **Figura 82**.

Tabla 46. Resumen de condición regional de ruido ambiental en horario diurno

Ruido ambiental en jornada diurna			
Total de mediciones: 857			
Condición Regional	Baja	Media	Alta
N° Datos	354	172	331
% del total	41,3 %	20,1 %	38,6 %
N° Proyectos	10	10	11

Fuente: ANLA, 2024.

Figura 82. Condición regional atmosférica de ruido ambiental diurno



Fuente: ANLA, 2024.

La condición de criticidad regional alta en el horario diurno presentó el 38,6 % de las mediciones realizadas en el periodo de análisis, registrándose en los expedientes LAM2307, LAM1569, LAM0989, LAM0022, LAM4229, LAM3733, LAM4090, LAM3028, LAM0215, LAM5474 y LAV0063-00-2022 situados en la zona centro oriental y extremo nororiental del área de estudio, en donde los centros poblados de San Francisco (Neiva, Huila), Rioloro (Gigante, Huila) y la cabecera municipal de Gigante, Huila son los más cercanos a los puntos de monitoreo bajo esta condición regional. La condición de criticidad alta señala que existen niveles de presión sonora en los proyectos o aledaños a estos, superiores a los máximos permisibles según su localización para los sectores y subsectores determinados en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT; no obstante, los monitoreos de ruido ambiental registran los impactos acústicos de todo tipo de fuentes, tanto antrópicas como naturales, implicando que los niveles de ruido registrados no son aportes netos o exclusivos de los proyectos en mención. Para establecer la emisión de ruido propia de cada proyecto, y por tanto su nivel de ruido ambiental neto, es necesario evaluarlo a través de un modelo de propagación de ruido con la identificación de las fuentes de ruido y su respectiva caracterización sonora. Los expedientes que aún no cuentan con esta herramienta de modelación y que presentan de manera reiterada una condición de criticidad alta de ruido ambiental en horario diurno son LAM2307, LAM1569, LAM0989, LAM4229 y LAM0215.

Por otra parte, la condición de criticidad regional moderada se presentó en un 20,1 % y la condición de criticidad regional baja representó la mayor cantidad de datos con el 41,3 % de las mediciones registradas, siendo niveles de ruido ambiental que no sobrepasan los límites normativos del horario diurno para los sectores y subsectores del área regionalizada y establecidos en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT, actual MADS.

## Condición regional atmosférica ruido ambiental nocturno

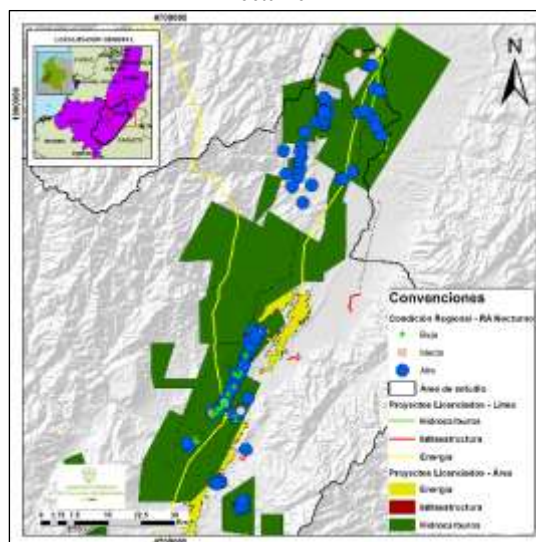
La Tabla 47 muestra la caracterización regional estimada del ruido ambiental para el horario nocturno y de manera gráfica en la Figura 83.

Tabla 47. Resumen de condición regional de ruido ambiental en horario nocturno

Ruido ambiental en jornada nocturna			
Total de mediciones: 851			
Condición Regional	Baja	Media	Alta
N° Datos	235	124	492
% del total	27,6 %	14,6 %	57,8 %
N° Proyectos	8	10	11

Fuente: ANLA, 2024.

Figura 83. Condición regional atmosférica de ruido ambiental nocturno



Fuente: ANLA, 2024.



La condición de criticidad regional alta para el horario nocturno se presentó en el 57.8 % del total de mediciones realizadas, registrándose en los expedientes LAM2307, LAM1569, LAM0989, LAM0022, LAM4229, LAM3733, LAM4090, LAM3028, LAM0215, LAM5474 y LAV0063-00-2022 situados en la zona centro oriental y extremo nororiental del área de estudio, en donde los centros poblados de San Francisco (Neiva, Huila), Rioloro (Gigante, Huila) y las cabeceras municipales de Gigante y Palermo en el departamento del Huila son los más cercanos a los puntos de monitoreo bajo esta condición regional. La condición de criticidad alta indica que existen niveles de ruido ambiental en los proyectos o adyacentes a estos, superiores a los máximos permisibles según su localización para los sectores y subsectores determinados en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT; sin embargo, se aclara que los monitoreos de ruido ambiental registran los impactos acústicos de todo tipo de fuentes, tanto antrópicas como naturales, implicando que los niveles de ruido registrados no son aportes netos o exclusivos de los proyectos en mención. Para determinar el impacto acústico propio de cada proyecto, es necesario valorarlo a través de un modelo de propagación de ruido con la identificación de las fuentes de ruido y su respectiva caracterización sonora. Los expedientes que aún no cuentan con esta herramienta de modelación y que presentan de manera reiterada una condición de criticidad alta de ruido ambiental en horario nocturno son LAM2307, LAM1569, LAM0989, LAM4229 y LAM0215.

Por otro lado, la condición de criticidad regional moderada presentó el 14.6 % de las mediciones restantes, mientras que para la condición regional baja se reportaron el 27.6 % de las mediciones de ruido ambiental. En dichas condiciones, los niveles de ruido ambiental no sobrepasan los límites normativos del horario nocturno para los sectores y subsectores del área regionalizada y establecidos en la RS 627 de 2006 del MAVDT, actual MADS.

## **Consideraciones del estado regional del ruido ambiental**

La condición de criticidad regional alta de ruido ambiental en la zona centro oriental y en el extremo nororiental del área de estudio, pueden deberse a condiciones naturales o antrópicas las cuales no necesariamente son aportes de los proyectos. En los resultados también tienen injerencia las condiciones de monitoreo como una inadecuada ubicación de los puntos de medición en cercanías de obstáculos que pueden generar apantallamiento acústico con las fuentes ruidosas del proyecto licenciado o monitoreos poco representativos en términos de tiempo de medición que no permiten establecer el comportamiento acústico preciso de cada proyecto y donde normalmente no se presentan las condiciones críticas o máximas operativas de las fuentes de emisión. Por tanto, es necesario identificar las principales fuentes de emisión de ruido y determinar los aportes netos de aquellos proyectos que han presentado reiterados incumplimientos de los niveles de ruido ambiental según lo decretado en la RS. 627 de 2006 del MAVDT, actual MADS, con el fin de establecer los controles que puedan reducir el impacto acústico en las poblaciones cercanas.

## **Análisis de las obligaciones implementadas para el control y mitigación del ruido**

Para conocer la gestión de la autoridad en el ejercicio del control y mitigación de ruido ambiental de aquellos proyectos, obras o actividades bajo su jurisdicción y que han registrado de manera reiterada niveles de presión sonora en una condición de criticidad regional alta, la siguiente tabla presenta las diferentes situaciones evidenciadas junto con las obligaciones y/o medidas impuestas durante los periodos de control y seguimiento ambiental:



**Tabla 48.** Relación de expedientes con medidas u obligaciones impuestas para el control del ruido ambiental

EXPEDIENTE Y ACTOS ADMINISTRATIVOS	DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN EVIDENCIADA	MEDIDAS IMPLEMENTADAS Y ANÁLISIS
<p><b>LAM2307</b></p> <p>Acta 673 del 2 de septiembre de 2024 - Concepto técnico de seguimiento 6547 del 2 de septiembre de 2024</p>	<p>Se establece que las principales fuentes de emisión de ruido se asocian con las actividades de ganadería y la fauna silvestre propia de la zona. No obstante, en la Planta de Tratamiento de Gas del proyecto, se registraron altos niveles de presión sonora.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Presentar los soportes documentales sobre los controles implementados para la mitigación del ruido en la Planta de Tratamiento de Gas.</i></li> </ul> <p>La Sociedad ha instalado barreras acústicas en la Planta de Tratamiento de Gas, sin embargo, los niveles de emisión de ruido continúan siendo altos. Se requieren más controles junto con sus evidencias documentales para el próximo seguimiento ambiental.</p>
<p><b>LAM1569</b></p> <p>Acta 245 del 11 de mayo de 2023 – Concepto técnico de seguimiento 2428 del 11 de mayo de 2023</p> <p>Acta 293 del 23 de mayo de 2024 - Concepto técnico de seguimiento 3245 del 22 de mayo de 2024</p>	<p>Los altos niveles de presión sonora son atribuidos a la operación de los generadores eléctricos del proyecto, el tráfico vehicular motorizado y de carga pesada y la fauna silvestre que habita el área.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Implementar las medidas necesarias para mitigar y controlar los niveles de ruido en el área de los generadores de energía, en la Plataforma Río Loro y CPF Gigante 1.</i></li> </ul> <p>La Sociedad manifiesta que ha construido una mampara en el área de generación de la antigua planta de gas para mitigar los niveles de ruido emitidos por sus generadores. Sin embargo, en las áreas de Plataforma Río Loro y CPF Gigante 1 aún están evaluando las medidas a implementar para el próximo periodo de seguimiento ambiental.</p>
<p><b>LAM0989</b></p> <p>Resolución 2526 del 19 de octubre de 2022 – Concepto técnico de modificación de licencia 2526 del 19 de octubre de 2022</p> <p>Acta 1001 del 28 de diciembre de 2022 – Concepto técnico de seguimiento 8190 del 27 de diciembre de 2022</p> <p>Acta 11676 del 29 de diciembre de 2023 – Concepto técnico de seguimiento 9200 del 21 de diciembre de 2023</p>	<p>Se determina que las excedencias a los niveles máximos de ruido ambiental se relacionan con el tránsito de vehículos livianos y pesados; las bocinas de motocicletas; el funcionamiento de bombas, compresores y generadores del proyecto; las actividades cotidianas de los pobladores y la fauna silvestre que habita la zona.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Modificar la ficha de manejo ambiental que incluya un indicador de eficiencia de los sistemas de control de emisiones sonoras.</i></li> <li>• <i>Actualizar los potenciales receptores de interés, realizar mediciones simultáneas de los puntos de monitoreo y georreferenciar toda la información.</i></li> <li>• <i>Presentar los registros documentales de las medidas a implementar para mitigar el impacto en el área de autogeneración de energía.</i></li> </ul> <p>Se especifica que la Sociedad en el año 2019 inició el cambio de tecnología al interior de la batería Yaguará, reemplazando dos de los tres antiguos generadores por microturbinas de 1000 kW, mejorando el ambiente acústico del lugar.</p> <p>Por otro lado, la Sociedad no ha cumplido con incluir un indicador de eficiencia ni con realizar monitoreos de ruido simultáneos. Estas situaciones serán evaluadas en el próximo seguimiento ambiental.</p>
<p><b>LAM0022</b></p> <p>Acta 559 del 2 de agosto de 2024 - Concepto técnico de seguimiento 5513 del 31 de julio de 2023</p>	<p>Los altos niveles de presión sonora registrados se asocian con otras actividades industriales y domésticas que no hacen parte de la operación del proyecto.</p>	<p>No se presentan requerimientos u obligaciones adicionales relacionadas con los impactos de ruido ambiental.</p>
<p><b>LAM4229</b></p> <p>Auto 9647 del 16 de noviembre de 2021 – Concepto técnico de seguimiento 4761 del 12 de agosto de 2021</p> <p>Acta 637 del 26 de septiembre de 2023 -</p>	<p>Los niveles de ruido ambiental registrados se relacionan con el tráfico vehicular liviano y pesado, el funcionamiento de equipos operativos del proyecto, actividades cotidianas de los pobladores y la fauna silvestre que habita la zona. No obstante, se determina que en los sectores más restrictivos no existe algún impacto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Implementar en las áreas de generadores, las medidas necesarias para disminuir los niveles de ruido.</i></li> <li>• <i>Implementar las medidas necesarias para disminuir la emisión de ruido de los equipos utilizados en la operación del proyecto, especialmente bombas y motores.</i></li> </ul> <p>La Sociedad en 2021 instaló barreras acústicas en las áreas de generadores y bombas para reducir el ruido y</p>

EXPEDIENTE Y ACTOS ADMINISTRATIVOS	DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN EVIDENCIADA	MEDIDAS IMPLEMENTADAS Y ANÁLISIS
Concepto técnico de seguimiento 6201 del 26 de septiembre de 2023	significativo como consecuencia de la operación del proyecto.	prohibió el uso de bocinas cerca de zonas sensibles, disminuyendo el impacto acústico.
<b>LAM3733</b> Acta 666 del 29 de agosto de 2024 - Concepto técnico de seguimiento 6100 del 22 de agosto de 2024	El ruido en la zona se debe principalmente al tráfico vehicular, a los habitantes de la zona y a la fauna silvestre. El trazado del proyecto no contribuye al ruido existente.	No se presentan requerimientos u obligaciones adicionales relacionadas con los impactos de ruido ambiental.
<b>LAM4090</b> Acta 006 del 29 de enero de 2021 - Concepto técnico de seguimiento 259 del 29 de enero de 2021 Auto 11470 del 28 de diciembre de 2023 - Concepto técnico de seguimiento 9394 del 27 de diciembre de 2023	El proyecto culminó su proceso de construcción en el año 2015, por lo cual, los impactos referentes al ruido ambiental son mínimos en la etapa operativa de este. Por otra parte, las principales fuentes de emisión corresponden al tráfico vehicular liviano y pesado, a las actividades cotidianas de los pobladores y la presencia de la fauna silvestre.	No se presentan requerimientos u obligaciones adicionales relacionadas con los impactos de ruido ambiental. Sin embargo, se determina la necesidad que se realice la actualización de los Planes de Manejo Ambiental y Seguimiento y Monitoreo para la fase operativa del proyecto, considerando que pueden existir afectaciones por ruido en los receptores sensibles a nivel local.
<b>LAM0215</b> Auto 8928 del 12 de octubre de 2022 – Concepto técnico de seguimiento 3255 del 10 de junio de 2022 Auto 11117 del 27 de diciembre de 2023 - Concepto técnico de seguimiento 8011 del 21 de noviembre de 2023	Se determinan que los altos niveles de ruido ambiental son principalmente de tipo antrópico, asociado con el de vehículos de carga liviana - pesada, ruido de compresores y generadores, ruido de bombas de transferencia, pozo y el ruido de la interacción de las personas. De igual manera, se involucra el ruido proveniente de animales domésticos y de la actividad ganadera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencias de la implementación de estructuras de aislamiento acústico en la zona de los pozos Palermo.</li> <li>• Realizar la reparación del exhosto del pozo PAL006 y demás acciones para minimizar el ruido en esta locación.</li> <li>• Implementar aislamientos acústicos en las baterías Balcón, Monal y Satélite, y en el campamento Erazo Valencia.</li> <li>• Hacer seguimiento al uso y estado de los silenciadores en cada uno de los equipos existentes en la zona del proyecto.</li> <li>• Realizar el inventario de fuentes fijas de ruido con su georreferenciación, mínimo una vez al año o cada vez que se presenten cambios en las actividades que contemplen nuevos equipos para los Campos de producción Balcón, San Francisco y Palermo.</li> </ul> <p>De acuerdo con las evidencias presentadas por la Sociedad, se realizaron ajustes y reparaciones a las máquinas petroleras del campo Palermo para reducir sus emisiones de ruido. De igual manera, se menciona la reparación del sistema de escape del motor AJAX DP 60 en el pozo PAL006.</p> <p>Por otro lado, se han instalado mamparas en las baterías Balcón, Monal y Satélite junto con la insonorización del cuarto de máquinas del campamento Erazo Valencia.</p> <p>Las medidas restantes han sido cumplidas en los recientes periodos de seguimiento ambiental.</p>
<b>LAM5474</b> Acta 452 del 2 de julio de 2024 - Concepto técnico de seguimiento 4571 del 2 de julio de 2024	El ruido en la zona se debe principalmente a las actividades de los pobladores, la fauna silvestre y el tráfico, más no a la operación del proyecto.	No se presentan requerimientos u obligaciones adicionales relacionadas con los impactos de ruido ambiental.

EXPEDIENTE Y ACTOS ADMINISTRATIVOS	DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN EVIDENCIADA	MEDIDAS IMPLEMENTADAS Y ANÁLISIS
LAV0063-00-2022 Resolución 1843 del 23 de agosto de 2023 - Concepto técnico de evaluación 3175 del 6 de junio de 2023	El elevado ruido ambiental forma parte de la línea base del área donde se desarrollará el proyecto. Este ruido se atribuye principalmente a la fauna silvestre, el tránsito vehicular y las labores diarias de los residentes.	No se presentan requerimientos u obligaciones adicionales relacionadas con los impactos de ruido ambiental.

Fuente: ANLA, 2024.

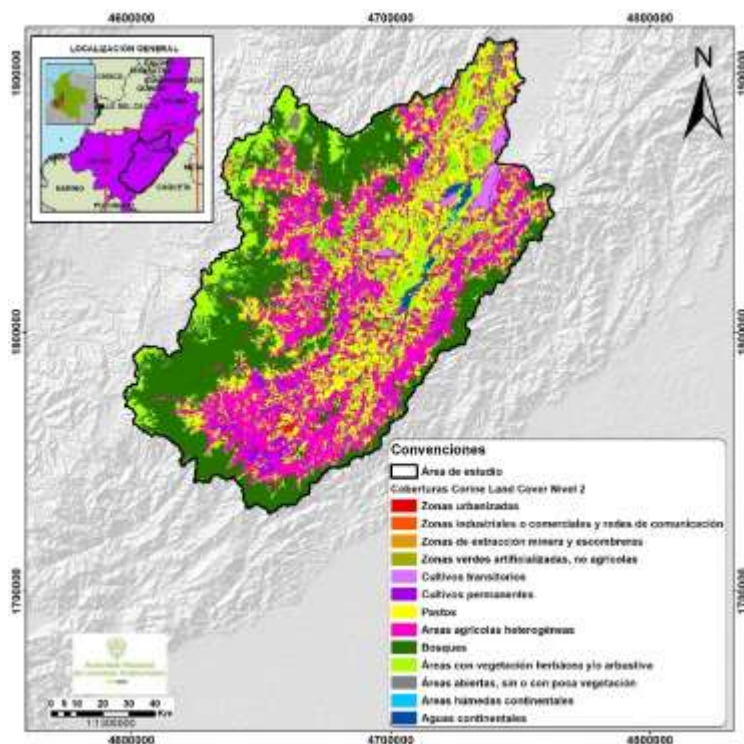
## XIV. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

### A. COBERTURAS DE LA TIERRA

De acuerdo con IDEAM (2024), en su mapa de coberturas de la tierra para el periodo 2020 y según la leyenda Corine Land Cover para Colombia (2010) (IDEAM, 2010), en el área de estudio predomina la cobertura de bosques (30.80%) correspondiente a 487.700,8 ha, seguido por las áreas agrícolas heterogéneas (26.88%) y áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (16.85%) con 425,747.7 ha y 266,851.9 ha respectivamente (ver Figura 84). Por otro lado, coberturas como las zonas urbanizadas, zonas industriales o comerciales y redes de comunicación, zonas de extracción minera y escombreras, zonas verdes artificializadas no agrícolas, cultivos transitorios, cultivos permanentes, pastos, áreas agrícolas heterogéneas, áreas abiertas con o sin poca vegetación, áreas húmedas continentales y aguas continentales, agrupan tan solo el 7.82% del área de estudio, abarcando una extensión de 123,805.72 ha en su conjunto. A continuación, en la **Tabla 49** se presentan las coberturas presentes en el área de estudio a un nivel mayor de detalle.



Figura 84. Coberturas de la tierra nivel 2, año 2020 de acuerdo con Corine Land Cover para el área de estudio.



Fuente: IDEAM, 2024.

Tabla 49. Coberturas de la tierra nivel 3 de acuerdo con Corine Land Cover para el área de estudio.

Código nivel 3	Cobertura	Área (ha)
111	Tejido urbano continuo	4,236.62
112	Tejido urbano discontinuo	2,889.33
121	Zonas industriales o comerciales	502.13
124	Aeropuertos	54.65
125	Obras hidráulicas	161.66
131	Zonas de extracción minera	702.93
141	Zonas verde urbanas	10.51
142	Instalaciones recreativas	361.19
211	Otros cultivos transitorios	31.83
212	Cereales	25,146.23
222	Cultivos permanentes arbustivos	59,241.52
223	Cultivos permanentes abóleos	68.26
231	Pastos limpios	225,850.63
232	Pastos arbolados	3,688.26
233	Pastos enmalezados	49,960.66
241	Mosaico de cultivos	18,788.87
242	Mosaico de pastos y cultivos	147,507.60





243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	113,817.97
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	108,794.22
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	36,839.04
311	Bosque denso	400,530.63
313	Bosque fragmentado	41,922.46
314	Bosque de galería y ripario	44,443.13
315	Plantación forestal	804.53
321	Herbazal	115,511.43
322	Arbustal	67,021.14
323	Vegetación secundaria o en transición	84,319.28
331	Zonas arenosas naturales	879.48
332	Afloramientos rocosos	1,612.92
333	Tierras desnudas y degradadas	6,299.31
334	Zonas quemadas	53.45
335	Zonas glaciares y nivales	833.54
411	Zonas pantanosas	969.97
511	Ríos	7,642.56
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	216.47
514	Cuerpos de agua artificiales	11,891.14
<b>Total, general</b>		<b>1,583,605.56</b>

Fuente: IDEAM, 2024.

## B. ÁREAS PROTEGIDAS

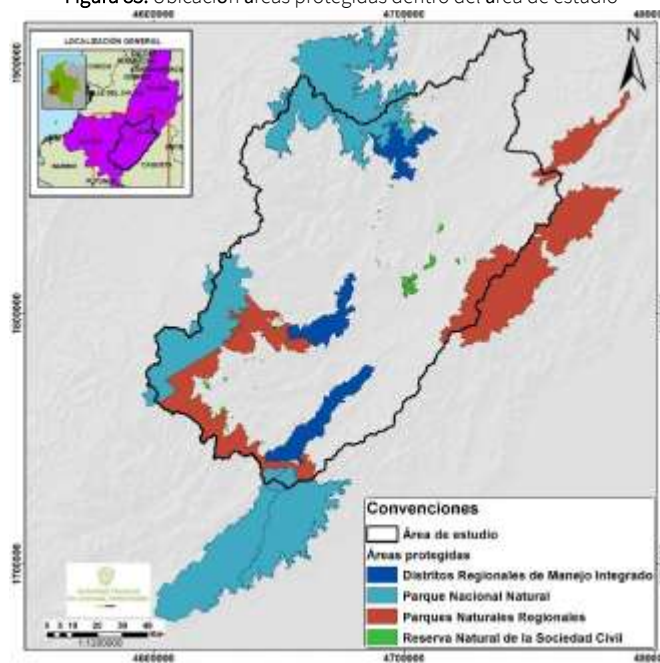
De acuerdo con el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP (2020), el área de estudio cuenta con un total de 153 áreas protegidas, en donde se encuentran las figuras de Parques Nacionales Naturales, Parques Nacionales Regionales, Distritos Regionales de Manejo Integrado y Reservas Naturales de la Sociedad Civil (ver **Figura 85**), siendo esta última la que se presenta en mayor medida, con 139 zonas sobre el área de estudio. En general, las áreas RUNAP cubren un área total en conjunto de 784,824.02 ha, de las cuales 376,420.22 ha (47.96%) se encuentran dentro de la zona de estudio (ver **Tabla 50** y **Figura 85**).

Tabla 50. Áreas protegidas

Área protegida	Área (ha) total	Área (ha) dentro de la zona de estudio	Proporción área dentro de la zona de estudio
Distritos Regionales de Manejo Integrado	79,313.33	79,313.33	100.00%
Parque Nacional Natural	436,507.24	159,066.33	36.44%
Parques Nacionales Regionales	261,121.07	130,200.71	49.86%
Reserva Natural de la Sociedad Civil	7,882.38	7,839.86	99.46%
<b>Total</b>	<b>784,824.02</b>	<b>376,420.22</b>	<b>47.96%</b>

Fuente: Parques Nacionales Naturales (2020).

Figura 85. Ubicación áreas protegidas dentro del área de estudio



Fuente: Parques Nacionales Naturales (2020).

### C. OTRAS ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Dentro del área de estudio se encuentran figuras de importancia ecológica, como los son las áreas clave para la biodiversidad (KBA), representadas principalmente por la Serranía de las Minas con un área de 98,701.65 ha, seguido por el Parque Nacional Natural Nevado del Huila con 66,439.05 ha. Por otro lado, el KBA con menor cobertura dentro del área de estudio corresponde a la Serranía de los Churumbelos. Así mismo, se cuenta con presencia de Áreas Importantes para la Conservación de Aves (AICAS), cuya principal representación, en términos de cobertura, está dada por la Serranía de las Minas con 100,132 ha, seguida por el Parque Nacional Natural Puracé con 61,181.20 ha y en contraste, la menor representación está dada por la Serranía de los Churumbelos con 791.64 ha. El área de estudio también cuenta con la presencia de complejos de páramos, como lo son el páramo Guanacas - Puracé – Coconucos con una cobertura de 86,893.43 ha, seguido por el Nevado del Huila – Moras con 63,240.48 ha y, en menor proporción, se encuentra el páramo Los Picachos con 458.39 ha. (ver **Tabla 51** y **Figura 86**). Se aclara que los KBA pueden contener áreas del RUNAP a pesar de que los límites y áreas de estas puedan ser parcialmente diferentes de acuerdo con lo presentado en el apartado B. Áreas Protegidas.

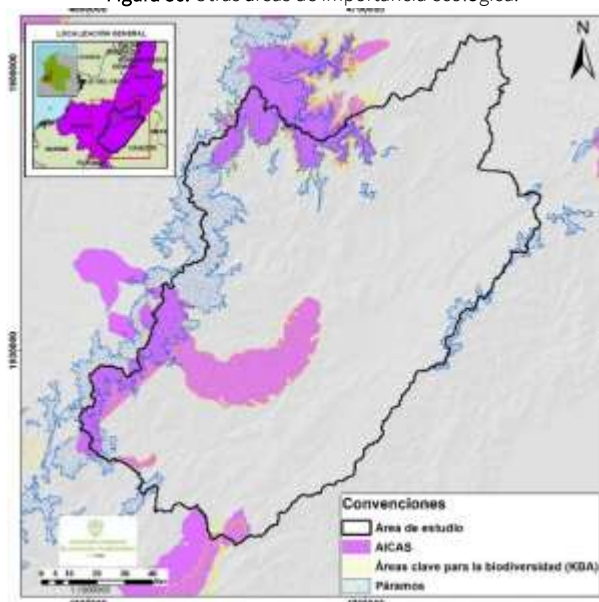
Tabla 51. Otras áreas de importancia ecológica.

Tipo Área	Nombre	Área (ha)
AICA	PNN Nevado del Huila	60,592.70
	PNN Purace	61,181.20
	Serranía de las Minas	100,132.00
	Reserva El Oso	4,287.38
	Serranía de los Churumbelos	791.64
	PNN Cueva de los Guacharos	7,641.40
KBA	Reserva El Oso	4,226.28
	Serranía de las Minas	98,701.65
	Puracé Natural National Park	60,323.87

Páramos	Parque Nacional Natural Nevado del Huila	66,439.05
	Serranía de los Churumbelos	3,430.60
	Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos	4,702.20
	Guanacas - Puracé - Coconucos	86,893.43
	Los Picachos	458.39
	Miraflores	9,678.30
	Nevado del Huila - Moras	63,240.48
	Sotar	27,122.28
Total		659,842.84

Fuente: ANLA,2024.

Figura 86. Otras áreas de importancia ecológica.



Fuente: ANLA,2024

## D. FAUNA

De acuerdo con la base de datos corporativa (BDC) (fecha de corte agosto 2024), los diferentes proyectos han reportado en conjunto la presencia de 68 especies de mamíferos, distribuidas en 23 familias, siendo los murciélagos (Phyllostomidae) la familia con mayor número de especies (27), seguida por Cervidae, Didelphidae y Vespertilionidae con 4 especies cada una. Por otro lado, familias como Caenolestidae, Canidae y Caviidae presentan una única especie. En cuanto a especies con mayor número de registros se encuentran *Lontra longicaudis* (Lobito de río) con 111, seguida por *Cerdocyon thous* (Zorro perruno) y *Didelphis marsupialis* (Chucha) con 29 y 24 registros, respectivamente. Es de resaltar la presencia de *Leopardus pardalis* (Ocelote) y *Herpailurus yagouaroundi* (Jaguarundi) como las únicas especies de felinos en el área de estudio, así como también el primate *Sapajus apella* (Mono maicero) como único primate

En cuanto a aves, la BDC contiene un total de 290 especies, reportadas en conjunto por los diferentes proyectos que se desarrollan en el área de estudio. Estas se agrupan en 61 familias, siendo Thrauidae y Tyrannidae las que cuentan con mayor número de especies, con 43 y 40 respectivamente. Seguido a estas se encuentran Icteridae y Psittacidae con 13 y 11 especies respectivamente. Por otro lado, se registran familias con una única especie como es el caso de Anatidae, Ciconiidae, Donacobiidae, Tytonidae, entre otras. El mayor número de registros



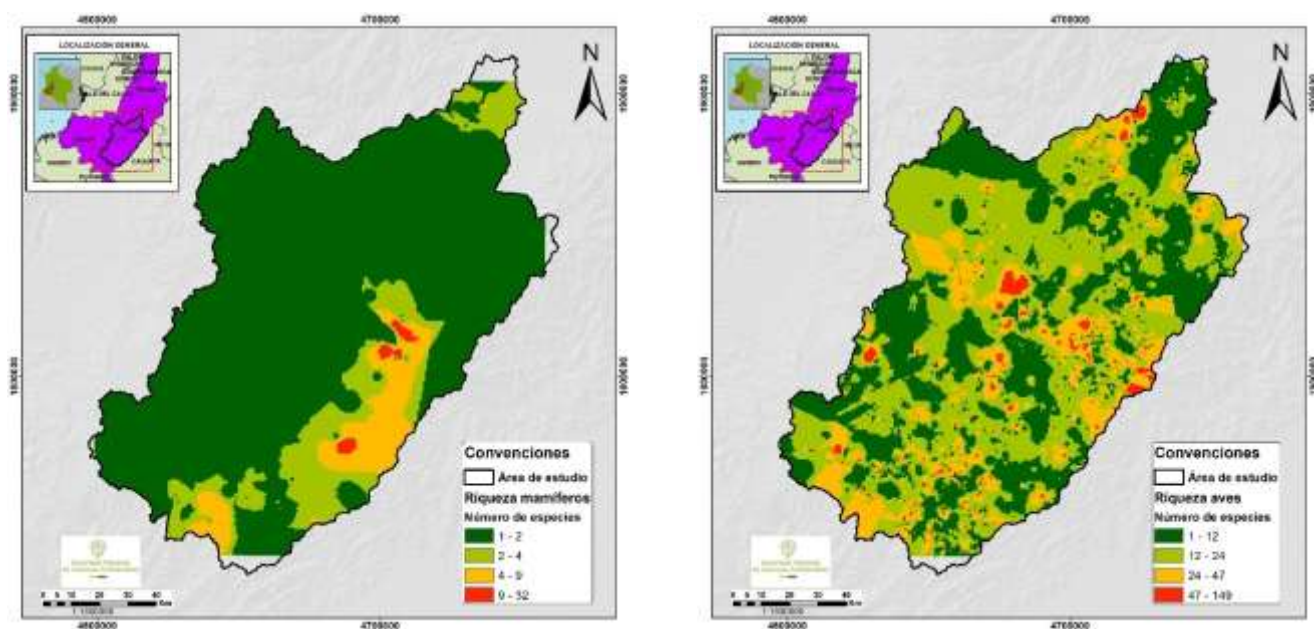
está dado para la especie *Crotophaga ani* (Garrapatero Piquiliso) con 140 registros, seguida por *Milvago chimachima* (Pigua) y *Ardea alba* (Garza Real) con 121 y 120 registros, respectivamente. Por otro lado, de las especies registradas, 95 presentan un único registro.

Respecto al grupo de reptiles, se han registrado en la BDC para el área de estudio un total de 52 especies, agrupadas en 19 familias, dentro de las cuales destaca Colubridae con 22 especies de serpientes. Seguido a esta se encuentran Elapidae y Viperidae con 4 registros cada una. La menor representación de especies de reptiles se da sobre las familias Alligatoridae, Anomalepididae, Emydidae, Geoemydidae, Iguanidae, Kinosternidae, Polytrochidae y Scincidae, con 2 especies cada una de estas. En cuanto a especies del grupo de reptiles, las que reportaron mayor número de individuos fueron *Iguana* (Iguana) y *Cnemidophorus lemniscatus* (Lagarto rayado) con 64 y 51 registros, respectivamente.

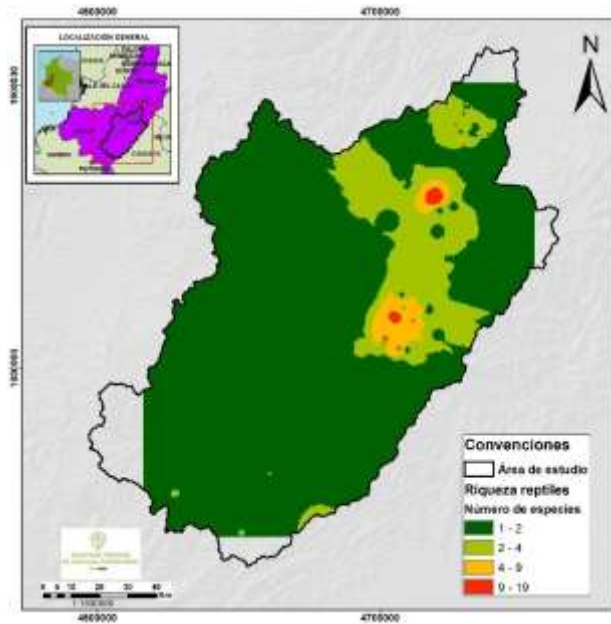
Por otro lado, y en contraste con lo anteriormente indicado, de acuerdo con el GBIF (Global Biodiversity Information Facility), el área de estudio cuenta con 131 especies de mamíferos en donde es posible destacar la presencia de especies de primates como *Alouatta seniculus* (Mono aullador), *Aotus griseimembra* (Mico de noche caribeño), *Aotus lemurinus* (Mono nocturno), *Lagothrix lagothricha* (Macaco barrigudo), *Saimiri cassiquiarensis* (Mono ardilla) y *Sapajus apella* (Mono maicero). Por otro lado, se reportan 808 especies de aves y 69 especies de reptiles.

A continuación, en la **Figura 87** se presentan las zonas con mayor riqueza de especies (número de especies) para cada uno de los grupos anteriormente mencionados en conjunto con los registros provenientes de la BDC y GBIF. Las zonas de mayor riqueza se obtuvieron a partir de interpolación IDW mediante el software ArcGIS 10.8 y clasificando los intervalos mediante Natural breaks.

Figura 87. Riqueza de especies en el área de estudio de acuerdo con el GBIF.







Fuente: GBIF, 2024.

En cuanto a estados de amenaza, de acuerdo con la consulta realizada en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), para las especies registradas en la BDC, del grupo de mamíferos, *Mazama rufina* (Venado de páramo) es la única que se encuentra en categoría Vulnerable (VU) y frente a la categoría En Peligro (EN) se encuentra *Sylvilagus brasiliensis* (Tapetí). Asimismo, los primates *Aotus griseimembra* (Mico de noche caribeño), *Aotus lemurinus* (Mono nocturno), y *Lagothrix lagothricha* (Macaco barrigudo) están catalogadas como especies Vulnerables (VU) de acuerdo con la UICN. Por otro lado, para el grupo de aves, *Bangsia melanochlamys* (Tangara negrigualda) y *Sericossypha albocristata* (Tangara coroniblanca) se encuentran en categoría Vulnerable (VU). Respecto al grupo de reptiles, casi la totalidad de registros (51 especies) se encuentran en preocupación menor.

## E. FLORA

De acuerdo con la base de datos corporativa (BDC), para el área de estudio, los diferentes proyectos han reportado un total de 241 especies en los monitoreos de flora arbórea. Estas se distribuyen en 55 familias botánicas, siendo Fabaceae la familia con mayor número de especies (44). Seguido a esta se encuentra Moraceae con 17 especies y Annonaceae y Rutaceae con 11 especies cada una. El mayor número de registros se encuentra asociado a la especie *Guazuma ulmifolia* (Guacimo) con 1512 registros. Seguido a esta se encuentran *Pithecellobium dulce* (Payandé) y *Gliricidia sepium* (Mataratón) con 311 y 281 registros, respectivamente. De las especies encontradas, siete cuentan con veda de tipo nacional y regional (ver **Tabla 52**).

Tabla 52. Especies de flora en veda.

Familia	Especie	Resolución Veda	Entidad Veda
Orchidiaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	Resolución 213 de 1 de febrero de 1977 (INDERENA); Resolución 810 de 1996 (CORPOCALDAS); Acuerdo 22 de 22 de octubre de 1993, Acuerdo 0028 de 30 de noviembre de 2004 (CAR); Resolución 10194 de 10 de abril de 2008 (CORANTIOQUIA); Resolución 1333 de 1 de diciembre de 1997 (SDA)	INDERENA; CORPOCALDAS, CAR, CORANTIOQUIA, SDA
Orchidiaceae	<i>Cattleya trianae</i>	Resolución 213 de 1 de febrero de 1977 (INDERENA); Resolución 810 de 1996 (CORPOCALDAS); Acuerdo 22 de 22 de octubre de 1993, Acuerdo 0028 de 30 de noviembre de 2004 (CAR); Resolución 10194 de 10 de abril de 2008 (CORANTIOQUIA); Resolución 1333 de 1 de diciembre de 1997 (SDA)	INDERENA; CORPOCALDAS, CAR, CORANTIOQUIA, SDA
Bromeliaceae	<i>Tillandsia balbisiana</i>	Resolución 213 de 1 de febrero de 1977 (INDERENA); Resolución 810 de 1996 (CORPOCALDAS); Acuerdo 22 de 22 de octubre de 1993, Acuerdo 0028 de 30 de noviembre de 2004 (CAR); Resolución 10194 de 10 de abril de 2008 (CORANTIOQUIA); Resolución 0687 de 22 de diciembre de 1997 (CORPORINOQUIA); Resolución 1333 de 1 de diciembre de 1997 (SDA)	INDERENA, CORPOCALDAS, CAR, CORANTIOQUIA, CORPORINOQUIA, SDA
Bromeliaceae	<i>Tillandsia elongata</i>	Resolución 213 de 1 de febrero de 1977 (INDERENA); Resolución 810 de 1996 (CORPOCALDAS); Acuerdo 22 de 22 de octubre de 1993, Acuerdo 0028 de 30 de noviembre de 2004 (CAR); Resolución 10194 de 10 de abril de 2008 (CORANTIOQUIA); Resolución 0687 de 22 de diciembre de 1997 (CORPORINOQUIA); Resolución 1333 de 1 de diciembre de 1997 (SDA)	INDERENA, CORPOCALDAS, CAR, CORANTIOQUIA, CORPORINOQUIA, SDA
Bromeliaceae	<i>Tillandsia flexuosa</i>	Resolución 213 de 1 de febrero de 1977 (INDERENA); Resolución 810 de 1996 (CORPOCALDAS); Acuerdo 22 de 22 de octubre de 1993, Acuerdo 0028 de 30 de noviembre de 2004 (CAR); Resolución 10194 de 10 de abril de 2008 (CORANTIOQUIA); Resolución 0687 de 22 de diciembre de 1997 (CORPORINOQUIA); Resolución 1333 de 1 de diciembre de 1997 (SDA)	INDERENA, CORPOCALDAS, CAR, CORANTIOQUIA, CORPORINOQUIA, SDA

Familia	Especie	Resolución Veda	Entidad Veda
Bromeliaceae	<i>Tillandsia juncea</i>	Resolución 213 de 1 de febrero de 1977 (INDERENA); Resolución 810 de 1996 (CORPOCALDAS); Acuerdo 22 de 22 de octubre de 1993, Acuerdo 0028 de 30 de noviembre de 2004 (CAR); Resolución 10194 de 10 de abril de 2008 (CORANTIOQUIA); Resolución 0687 de 22 de diciembre de 1997 (CORPORINOQUIA); Resolución 1333 de 1 de diciembre de 1997 (SDA)	INDERENA, CORPOCALDAS, CAR, CORANTIOQUIA, CORPORINOQUIA, SDA
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Resolución 213 de 1 de febrero de 1977 (INDERENA); Resolución 810 de 1996 (CORPOCALDAS); Acuerdo 22 de 22 de octubre de 1993, Acuerdo 0028 de 30 de noviembre de 2004 (CAR); Resolución 10194 de 10 de abril de 2008 (CORANTIOQUIA); Resolución 0687 de 22 de diciembre de 1997 (CORPORINOQUIA); Resolución 1333 de 1 de diciembre de 1997 (SDA)	INDERENA, CORPOCALDAS, CAR, CORANTIOQUIA, CORPORINOQUIA, SDA

Fuente: ANLA, 2024.

## F. HIDROBIOTA

La caracterización y condición del medio se realizó con información obtenida a través de la revisión y sistematización de los resultados de monitoreos de hidrobiota realizados por proyectos licenciados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), y que cuentan con una distribución temporal desde el año 2016 al 2023. El análisis se realizó para las comunidades hidrobiológicas de fitoplancton, perifiton, zooplancton, peces, ictioplancton, macrófitas y macroinvertebrados acuáticos en tres sistemas hídricos como lo son el sistema Bache, el sistema Magdalena y el sistema Páez y dos proyectos hidroeléctricos de Quimbo y Betania. Se tuvo en cuenta la información de los puntos de monitoreo distribuidos en sus drenajes principales y afluentes (Tabla 53). Estos fueron seleccionados por su importancia ecológica y funcional dentro del área de interés, siguiendo así la distribución propuesta para el componente hídrico superficial.

Tabla 53. Clasificación de sistemas, expedientes y cuerpos de agua asociados.

Sistema	Expedientes	Cuerpos de agua asociados
Páez	LAM3733 - LAM4090 - LAM4229	Quebrada Motilón y Quebrada La Cañada
Bache	LAM0215 - LAM2307 - LAM5474 - LAM5868 - LAV0063	Quebrada El Arrayan, Quebrada El Nemo, Quebrada La Honda, Quebrada Las Ventanas, Quebrada Peñorosa, Quebrada Pital, Quebrada San Francisco, Quebrada Santa María y Río Baché
Magdalena	LAM0170 - LAM0215 - LAM2307 - LAM5474	Quebrada Arenosa, Quebrada el Dindal, Quebrada Boquerón, Quebrada Guamal, Quebrada Buciraco y Quebrada Cusinde.
Betania	LAM2142	Embalse, afluentes y tributarios
Quimbo	LAM4090	Embalse, afluentes y tributarios

Fuente: ANLA, 2024.



## Sistemas fluviales Magdalena, Bache y Páez

- **Fitoplancton**

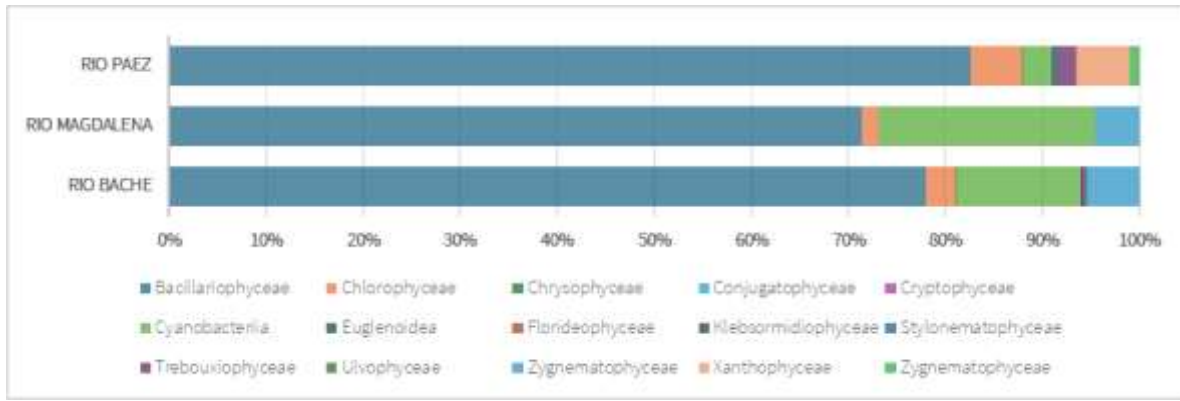
En la siguiente figura se observa la proporción de clases en los tres sistemas fluviales evaluados. La clase Bacillariophyceae (diatomeas) es, sin duda, la más abundante, alcanzando un 77% en el sistema Bache, 71% en el sistema Magdalena y hasta un 82% en el sistema Páez. Esta dominancia refleja varias características inherentes a las diatomeas que las convierten en excelentes bioindicadores de calidad del agua. En general, las diatomeas prosperan en ambientes donde existe una alta disponibilidad de luz y nutrientes. Su presencia predominante en estos sistemas sugiere que estos presentan, en general, condiciones favorables para el crecimiento de este grupo de microalgas, lo que puede estar relacionado con los valores de ciertos parámetros fisicoquímicos, como oxígeno disuelto, DBO5 y la cantidad de nutrientes como nitratos y fosfatos.

En cuanto a las Cyanobacteriia, su abundancia varía considerablemente entre los sistemas, con aportes del 12% en el sistema Bache, 22% en el sistema Magdalena y una presencia casi nula en el sistema Páez. Las Cyanobacteriia son conocidas por su capacidad de proliferar rápidamente en ambientes donde hay un exceso de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, lo que está directamente asociado a procesos de eutrofización. En este sentido, la mayor proporción de Cyanobacteriia en el sistema Magdalena puede ser indicativo de una mayor carga de nutrientes en este. El hecho de que Cyanobacteriia esté prácticamente ausente en sistema Páez sugiere que este podría presentar un menor proceso de eutrofización en comparación con el sistema Magdalena. Esto es particularmente importante en términos de calidad del agua, ya que un aumento significativo en la abundancia de Cyanobacteriia puede generar florecimientos algales tóxicos (algunos géneros y especies), que pueden tener consecuencias negativas para la fauna acuática y la salud humana.

El análisis de los grupos menos abundantes también ofrece información clave sobre las características particulares de cada sistema. En el caso del sistema Bache, la presencia de Zygnematophyceae (5%) sugiere la existencia de zonas con aguas más tranquilas y condiciones estables, favorables para las algas verdes filamentosas, las cuales tienden a desarrollarse mejor en ambientes con menos turbulencia y una calidad de agua menos fluctuante. En el sistema Páez, la mayor diversidad de clases fitoplanctónicas fuera de Bacillariophyceae, en particular la presencia de Chlorophyceae (5%) y Xanthophyceae (5%), puede estar señalando una mejor calidad del agua en este sistema, dado que estas algas verdes se asocian frecuentemente con aguas más limpias y bien oxigenadas lo cual es coherente dado que estos sistemas presentaron mayores concentraciones de oxígeno disuelto. Chlorophyceae en particular prospera en ambientes con bajos oligo-mesotróficos, mientras que la presencia de Xanthophyceae podría indicar condiciones específicas de transparencia y baja turbulencia en ciertas zonas asociados al sistema Páez.



**Figura 88.** Abundancia relativa (%) de clases taxonómicas para la comunidad de fitoplancton en los sistemas fluviales de río Páez, Magdalena y Bache.



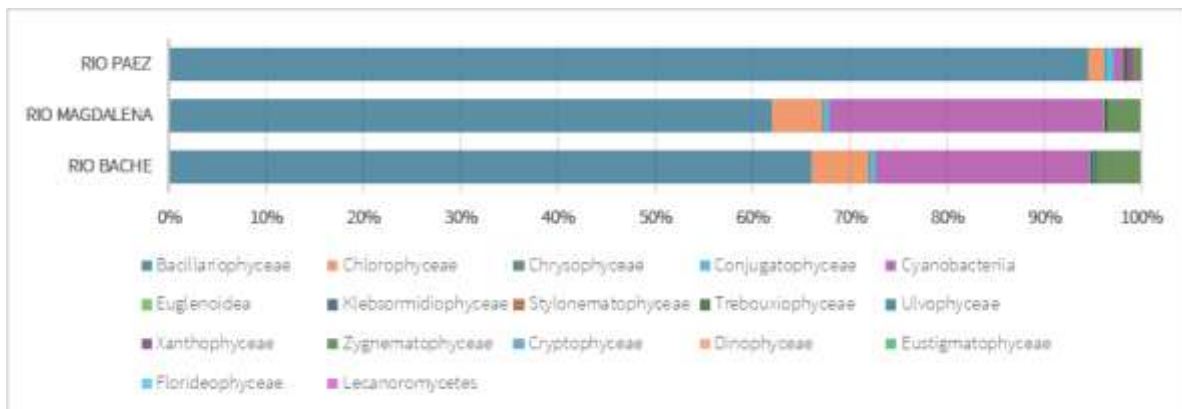
Fuente: ANLA, 2024

#### • **Perifiton**

Al igual que en el fitoplancton, Bacillariophyceae es la clase dominante en la comunidad de perifiton en los tres sistemas, con su mayor abundancia en el sistema Páez (94%), lo que refuerza la hipótesis de mejores condiciones ambientales y una mayor estabilidad en este respecto al sistema Magdalena y sistema Páez (Figura 89). La correlación entre la alta abundancia de diatomeas y los niveles de OD es evidente, ya que las diatomeas periféricas prosperan en ambientes bien oxigenados.

En el sistema Magdalena, se observa nuevamente una mayor abundancia de Cyanobacteria (28%), lo que sugiere un ambiente con mayores niveles de fosforo y nitratos, corroborando las condiciones de mayor eutrofización en este.

**Figura 89.** Abundancia relativa (%) de clases taxonómicas para la comunidad de perifiton en los sistemas fluviales de río Páez, Magdalena y Bache.



Fuente: ANLA, 2024

#### • **Zooplancton**

En contraste a las comunidades de microalgas fitoplanctónicas y periféricas donde se presentan tendencias para los tres sistemas. El análisis de la estructura comunitaria del zooplancton en los sistemas Bache, Magdalena y Páez revela diferencias significativas en la composición de géneros dominantes, reflejando particularidades ecológicas y ambientales de cada sistema (Figura 90).

El zooplankton del sistema Páez muestra una estructura comunitaria dominada por el rotífero *Keratella* (19%) y el copépodo *Thermocyclops* (12%), lo que sugiere un perfil ecológico diferente al de los sistemas Bache y Magdalena. *Keratella* es un rotífero que habita en una amplia gama de ambientes acuáticos, desde aguas mesotróficas hasta ligeramente eutróficas, lo que indica que este sistema puede estar en un estado de eutrofización menor, pero sin las condiciones extremas que favorecen el predominio de protozoos como en los otros sistemas estudiados. La presencia significativa del copépodo *Thermocyclops*, un organismo característico de aguas más limpias y bien oxigenadas señala que el sistema Páez mejor condición en comparación con los otros dos sistemas fluviales.

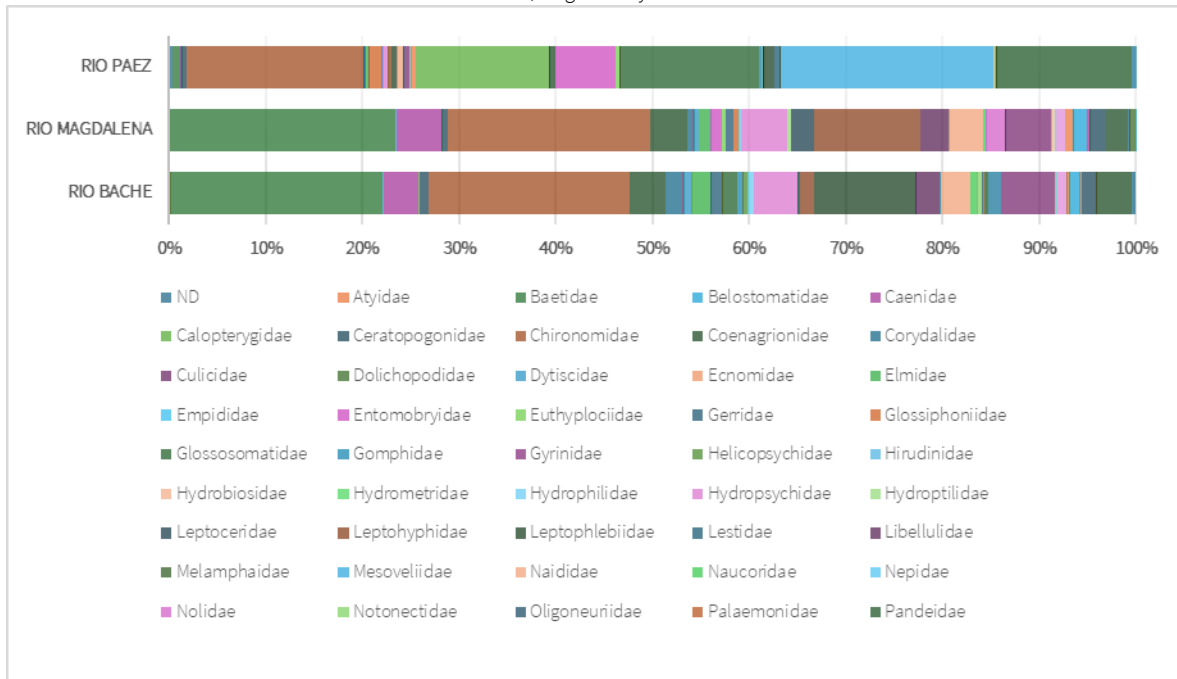
135

### • **Macroinvertebrados Acuáticos**

El análisis de los macroinvertebrados acuáticos en los sistemas Páez, Bache y Magdalena revela diferencias importantes en términos de riqueza de familias y de la composición de las comunidades dominantes (Figura 91).

La mayor riqueza de familias (77) y la dominancia de Sphaeriidae y Hyriidae sugieren que este sistema presenta zonas con buena calidad de agua, sustratos variados y una estabilidad ecológica que favorece la coexistencia de una gran diversidad de macroinvertebrados. Aunque la presencia de Chironomidae sugiere algunas zonas con fluctuaciones en la calidad del agua, la composición global indica que el sistema Páez es un sistema relativamente saludable. Con una riqueza de 64 familias, el sistema Bache también muestra una buena diversidad de macroinvertebrados, destacándose Baetidae y Chironomidae como las familias más representativas. La presencia de Baetidae indica que existen condiciones favorables para los organismos más sensibles, mientras que la abundancia de Chironomidae sugiere la posibilidad de fluctuaciones en la calidad del agua. Por último, la menor riqueza de familias (55) y la dominancia de Baetidae y Chironomidae apuntan a un sistema con zonas de buena calidad de agua, pero también con áreas donde las condiciones son óptimas, posiblemente debido a la mayor influencia de actividades humanas. La abundancia de Chironomidae sugiere que el sistema Magdalena se presenta un mayor proceso de eutrofización en comparación con los otros dos sistemas.

**Figura 91.** Abundancia relativa (%) de familias taxonómicas para la comunidad de macroinvertebrados en los sistemas fluviales de río Páez, Magdalena y Bache.

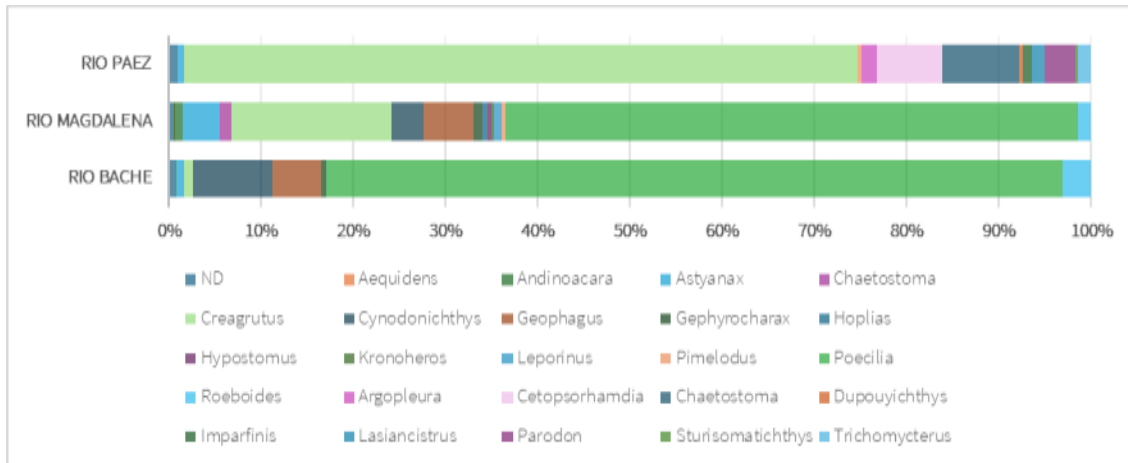


Fuente: ANLA 2024.

### • **Ictioplancton**

El análisis del ictioplancton en los sistemas Páez, Magdalena y Bache revela patrones de dominancia de diferentes géneros de peces, lo que ofrece una perspectiva sobre las condiciones ecológicas y la capacidad de estos para sostener poblaciones. En el sistema Páez la dominancia de *Creagrutus* (73%) puede ser indicativo de estabilidad hidrológica y niveles adecuados de oxígeno disuelto. La alta sensibilidad de *Creagrutus* a los cambios en la calidad del agua señala que este sistema mantiene una buena calidad ambiental. El sistema Magdalena muestra una dominancia de los guppys del género *Poecilia* (62%) en el ictioplancton del sistema Magdalena indica que este presenta mayor presión antropogénica y fluctuaciones en la calidad del agua, probablemente debido a factores como mayor concentración de nutrientes. La abundancia de *Poecilia*, un género generalista y resistente, sugiere condiciones fluctuantes. El sistema Bache muestra patrones similares a los del Magdalena, lo que sugiere un sistema igualmente afectado por la actividad humana. La alta presencia de *Poecilia* refleja condiciones ambientales menos favorables para especies sensibles, lo que podría estar relacionado con la disminución en la calidad del agua.

Figura 92. Abundancia relativa (%) de géneros taxonómicos para la comunidad de ictioplancton en los sistemas fluviales de río Páez, Magdalena y Bache.



Fuente: ANLA, 2024.

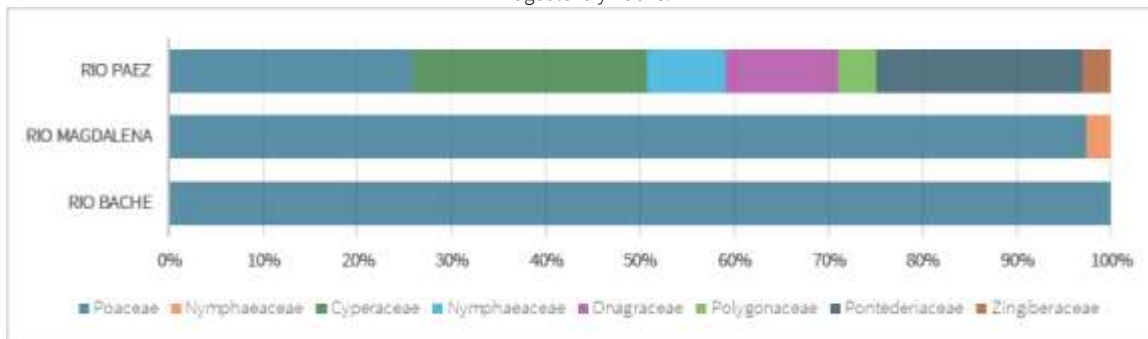
### • **Macrófitas**

En el contexto de las macrófitas en los sistemas Magdalena, Páez y Bache revela diferencias en la composición y dominancia de estas comunidades, lo que refleja variaciones en las condiciones fisicoquímicas y ecológicas de cada sistema (Figura 93).

Los sistemas Magdalena y Bache muestran una dominancia de la familia Poaceae (97.39% y 100%). La baja diversidad de macrófitas indica que las especies más sensibles no se desarrollan indicando que estos sistemas enfrentan condiciones un poco más fluctuantes y una menor estabilidad del sustrato, lo que limita el establecimiento de otros grupos. Por su parte en sistema Páez, la coexistencia de Poaceae y Cyperaceae indica que el sistema presenta condiciones de sustrato más estables y una heterogeneidad de hábitats que favorece la colonización de especies más especializadas.



**Figura 93.** Abundancia relativa (%) de familias taxonómicas para la comunidad de macrófitas en los sistemas fluviales de río Páez, Magdalena y Bache.



Fuente: ANLA, 2024.

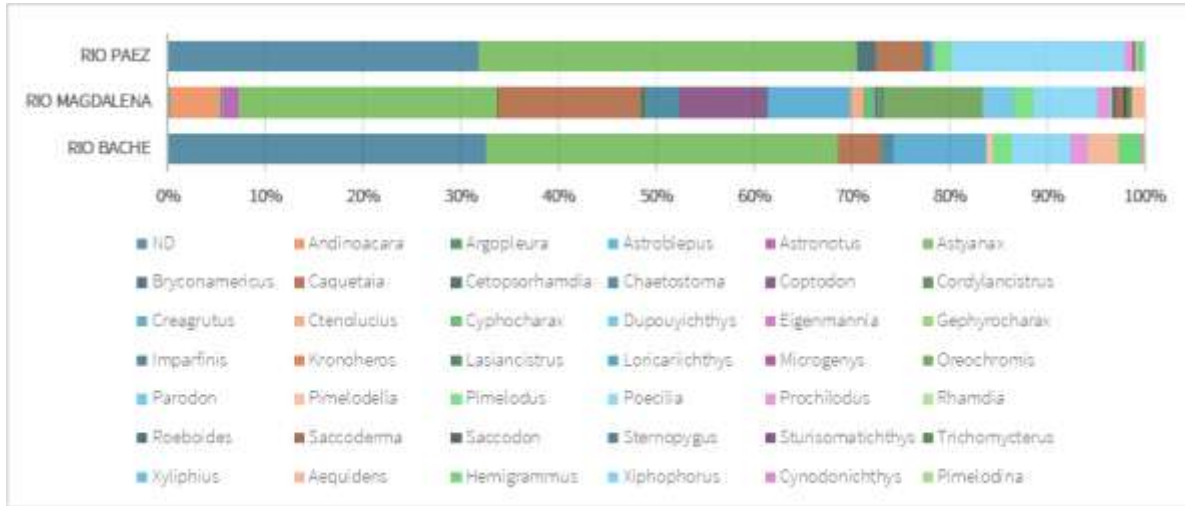
#### • Peces

El análisis de la comunidad de peces en los sistemas Magdalena, Páez y Bache muestra un patrón dominante de *Astyanax* (sardina) en los tres sistemas, con abundancias relativas del 28% (Magdalena), 39% (Páez) y 36% (Bache) (Figura 94).

El sistema hidrográfico Magdalena, se caracterizó por la coexistencia de diversos géneros de peces, como *Astyanax*, *Caquetaia* (mojarra amarilla) y *Oreochromis* (mojarra negra, exótica), presenta un panorama ecológico que refleja una interacción compleja entre las condiciones del hábitat y las presiones antropogénicas. La presencia predominante de estos géneros está asociada a una mayor concentración de nutrientes y menores valores de oxígenos reportados en el sistema. Además, anteriormente el análisis del ictioplancton reveló patrones ecológicos importantes. Donde la dominancia de *Poecilia* en los sistemas Magdalena y Páez y mayor abundancia de *Astyanax* en estos, la refleja un deterioro del hábitat, dado que las especies de estos géneros son altamente tolerantes a condiciones ambientales adversas. Esto se correlaciona con menor presencia de especies más sensibles y es un claro indicativo de que el sistema Páez está sometido a un deterioro progresivo de la calidad del agua.

En contraste, el sistema Bache ofrece un panorama más alentador. Aquí, la co-dominancia de *Astyanax* y *Creagrutus* sugiere que, aunque el sistema muestra signos de alteración, aún mantiene áreas con calidad de agua favorable, capaces de sostener especies más sensibles, como *Creagrutus*, que son bioindicadoras de condiciones ambientales saludables. La presencia de esta especie en el ictioplancton refuerza la hipótesis de que existen sectores con condiciones óptimas, donde las interacciones entre la fauna acuática y los parámetros fisicoquímicos del agua no han sido severamente alteradas.

Figura 94. Abundancia relativa (%) de géneros taxonómicos para la comunidad de peces en los sistemas fluviales de río Páez, Magdalena y Bache.



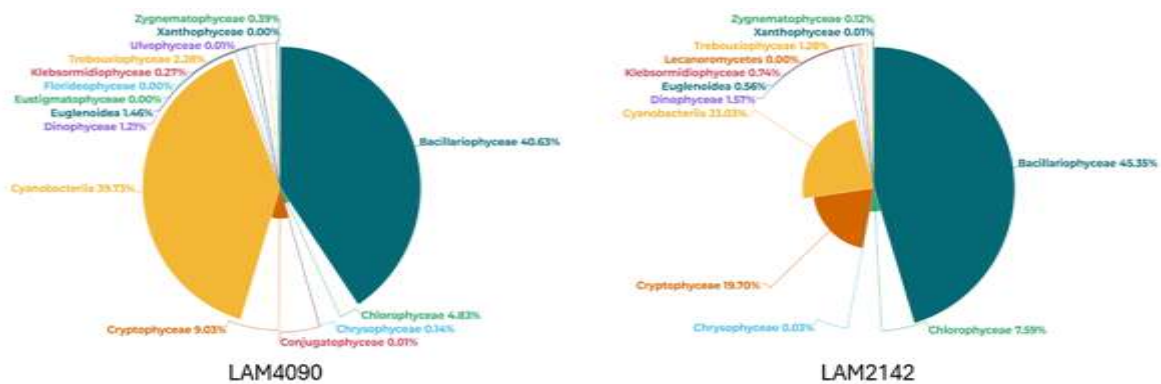
Fuente: ANLA, 2024.

## Hidroeléctricas Quimbo y Betania

### • Fitoplancton

La composición a nivel de clase para la comunidad fitoplanctónicas en ambos proyectos hidroeléctricos muestra un patrón similar, aunque con diferencias en la riqueza de clases y géneros (Figura 95). En el embalse de Quimbo (LAM4090), se han registrado históricamente 15 clases de fitoplancton, destacándose las Cyanobacteria (39,73%) y Bacillariophyceae (40,63%) como las más representativas. Se han identificado 109 géneros, entre los cuales *Cylindrospermopsis*, *Nitzschia* y *Achnanthes* son los más abundantes. Por otro lado, en el embalse de Betania (LAM2142) se observa una menor riqueza, con 12 clases y 96 géneros. Aquí, también predominan las Bacillariophyceae (45,35%) y las Cyanobacteria (23,03%), aunque la diversidad de géneros es inferior, con *Cryptomonas*, *Cylindrospermopsis* y *Cyclotella* como los más destacados. La predominancia de Bacillariophyceae en ambos embalses sugiere ecosistemas mesotróficos con tendencia a la eutrofia dada la presencia significativa de Cyanobacteria y a los valores de DBO5 y nutrientes reportados en el medio.

Figura 95. Abundancia relativa (%) a nivel de clases de fitoplancton para los proyectos hidroeléctricos de Betania (LAM2142) y Quimbo (LAM4090).

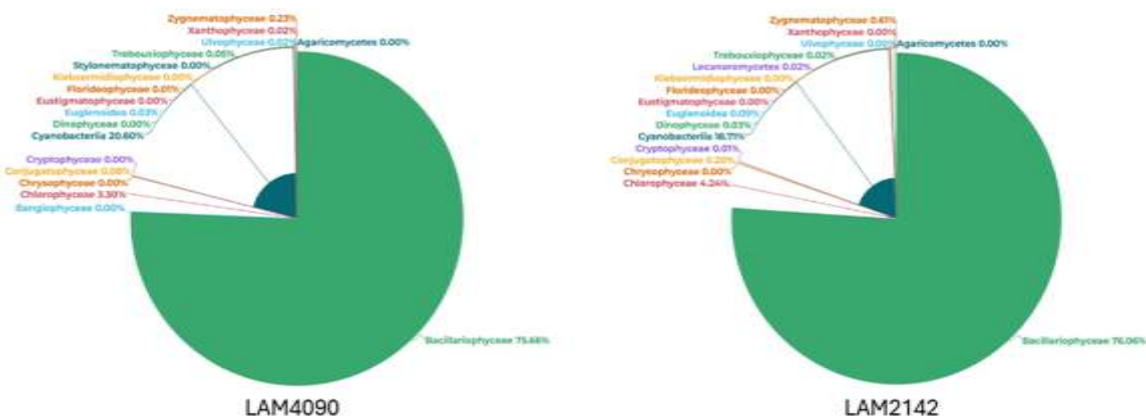


Fuente: ANLA 2024.

### • Perifiton

La comunidad perifítica presenta una estructura similar, con 17 y 18 clases respectivamente, destacando un predominio notable de la clase Bacillariophyceae, que constituye cerca del 75% de la composición total en ambos sistemas (Figura 96). Sin embargo, la riqueza de géneros es mayor en Quimbo, donde se identificaron 125 taxa frente a los 90 en Betania. Los géneros *Navicula*, *Melosira*, *Fragilaria*, *Nitzschia* y *Cymbella* son los más abundantes en ambos proyectos, y su prevalencia puede atribuirse a varias características ecológicas como la adaptabilidad lo que les permite prosperar en los diversos microhábitats y sustratos presentes; así como a su capacidad de anclaje. Como indicadores de calidad del agua, la presencia y abundancia de estos géneros pueden ser indicativas condiciones mesotróficas. A diferencia de la comunidad de fitoplancton las Cyanobacterias no fueron tan representativas principalmente a que estas presentan una menor capacidad adaptiva a la hora de adherirse a los sustratos.

Figura 96. Abundancia relativa (%) a nivel de clases de perifiton para los proyectos hidroeléctricos de Betania (LAM2142) y Quimbo (LAM4090).

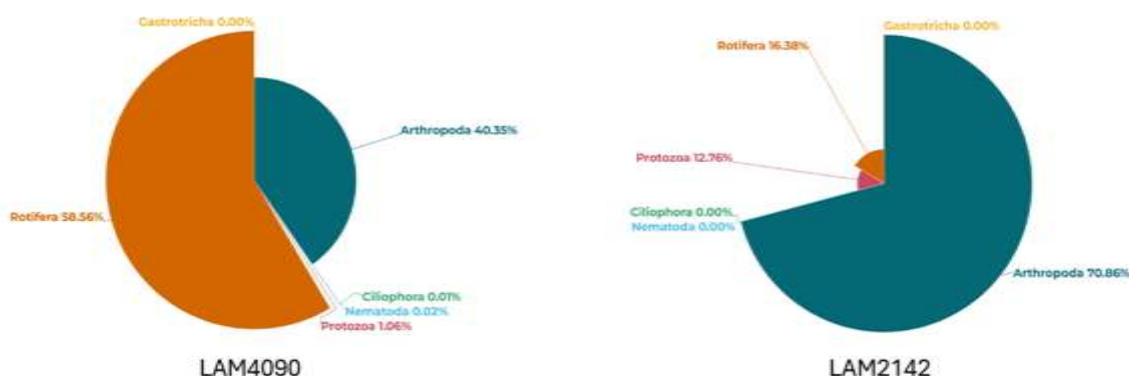


Fuente: ANLA 2024.

### • Zooplancton

La composición del zooplancton refleja variaciones significativas en la estructura de las comunidades, lo que puede estar relacionado con las condiciones ambientales y los parámetros de calidad del agua en cada embalse (Figura 97). En Quimbo, el phylum predominante es Rotifera, que representa el 58% de los organismos identificados, seguido de Arthropoda, que constituye el 40%. Entre los taxones destacados se encuentran el cladócero *Alona* (Crustacea) y el rotífero *Anuraeropsis*, que muestran una alta abundancia, sugiriendo un entorno propicio para estos grupos en condiciones mesotróficas. Betania presenta una composición similar, pero con una notable diferencia en la dominancia de grupos. Arthropoda lidera con un 71% de los organismos, superando al phylum Rotifera, que aporta un 16%. Este cambio en la estructura puede estar asociado a los menores valores de OD reportados en este respecto a Quimbo, donde organismos como el rotífero *Keratella* y el cladócero *Cesistomadaphnia*, predominan. Las diferencias entre los dos embalses indican que el embalse de Betania podría estar experimentando mayores presiones de eutrofización, lo que no solo afecta la composición del zooplancton, sino que también tiene repercusiones en la calidad general del hábitat y la estabilidad del ecosistema. La dominancia de Arthropoda en este sistema es un indicador de la alteración de las condiciones tróficas.

Figura 97. Abundancia relativa (%) a nivel de phylum de zooplancton para los proyectos hidroeléctricos de Betania (LAM2142) y Quimbo (LAM4090).



Fuente: ANLA, 2024.

#### • **Macroinvertebrados Acuáticos**

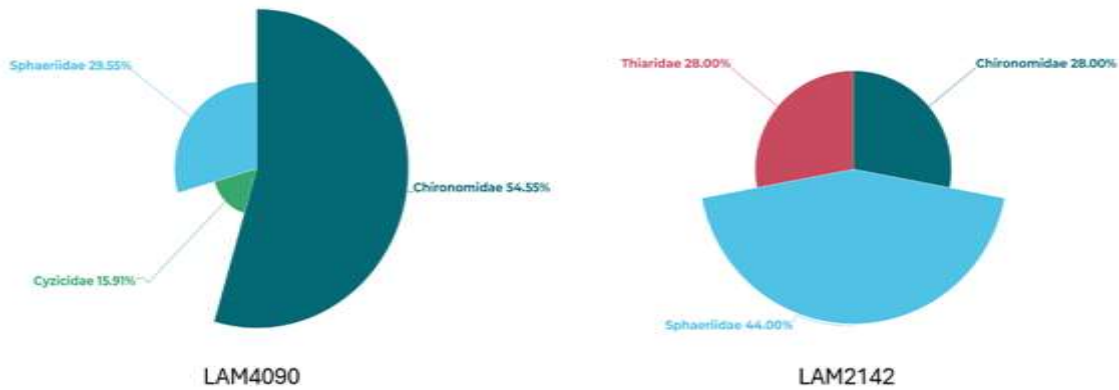
Se ha observado una notable diversidad de macroinvertebrados, con un registro de 108 familias en Quimbo y 67 en Betania. Esta variabilidad en la riqueza de familias puede reflejar diferencias en las condiciones ambientales y de calidad del hábitat en ambos sistemas en relación con esta comunidad.

Entre las familias de mayor contribución, Chironomidae (larvas mosquitos acuáticos) y Sphaeriidae (moluscos) se destacan en ambos sistemas, pero su representación es diferente. En el Quimbo (LAM4090), la familia Chironomidae predomina, constituyendo el 55% de los organismos identificados. Este grupo, conocido por su alta capacidad para adaptarse o responder a condiciones fluctuantes, es común en ambientes con variabilidad en la calidad del agua y puede tolerar condiciones de hipoxia, lo cual es coherente con los valores de OD registrados.

Por otro lado, en Betania (LAM2142), la familia Sphaeriidae representa el 44% de los macroinvertebrados, lo que indica un entorno más favorable para bivalvos de agua dulce. La prevalencia de Sphaeriidae puede ser un indicador de mejores condiciones de calidad del agua, ya que estos organismos requieren ambientes con suficiente oxígeno y nutrientes para su desarrollo.



**Figura 98.** Abundancia relativa (%) a nivel de familias de macroinvertebrados para los proyectos hidroeléctricos de Betania (LAM2142) y Quimbo (LAM4090).

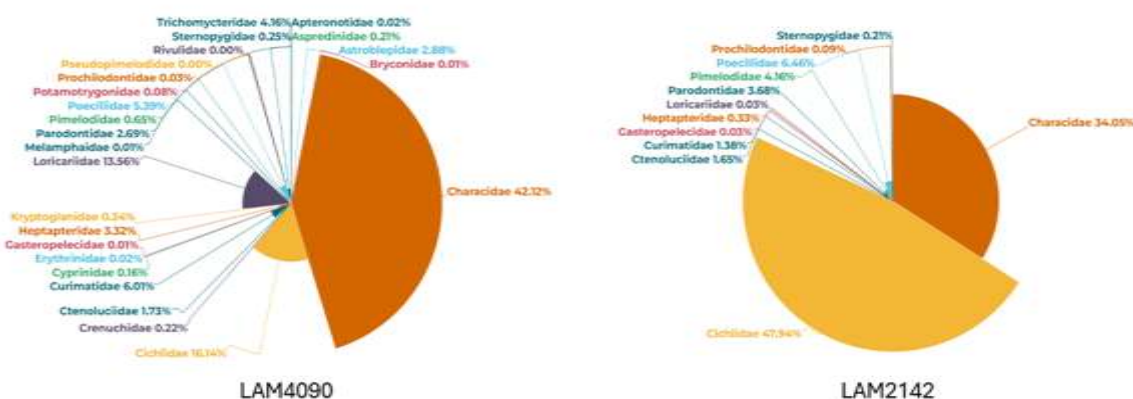


**Fuente:** ANLA 2024 (Nota: debido al gran número de familias, únicamente se grafican las 3 familias más representativas de cada proyecto).

- **Peces**

La comunidad ictica en los proyectos hidroeléctricos de Betania y Quimbo presenta una diversidad significativa, reflejando las variaciones en las condiciones ambientales, la calidad del hábitat y la influencia de las estructuras de embalse en los patrones de distribución de las especies. En Betania, se registran 12 familias y 24 géneros de peces, mientras que Quimbo alberga alrededor de 25 familias y 54 géneros, lo que indica una mayor riqueza específica en este último (Figura 99). Entre las géneros más comunes y abundantes, se destacan *Astyanax* sp, *Creagrutus* sp, *Chaetostoma* sp, *Caquetaia* sp y *Poecilia* sp. Estas especies son esenciales para la dinámica trófica, actuando tanto como herbívoros como consumidores de otros organismos. La presencia de *Oreochromis* sp (especie introducida) es importante dado que esta no solo actúa como un importante consumidor primario, si no que debido a su alta fecundidad y capacidad de colonización les permiten ser resilientes frente a cambios ambientales, desplazando a otras especies nativas y afectando la estructura de la comunidad.

**Figura 99.** Abundancia relativa (%) a nivel de familias de macrofauna para los proyectos hidroeléctricos de Betania (LAM2142) y Quimbo (LAM4090).



Fuente: ANLA 2024.

## Análisis Integral de los Sistemas fluviales e hidroeléctricos

A manera de conclusión general, los tres sistemas fluviales evaluados presentan tendencias claras en cuanto a la calidad del agua y la composición de sus comunidades biológicas. El sistema Páez emerge como el menos impactado, con una estructura comunitaria que refleja mejor calidad ambiental, mientras que el Magdalena muestra los mayores signos de deterioro principalmente por procesos de eutrofización. El sistema Bache presenta un escenario mixto, con signos de contaminación por materia orgánica y baja oxigenación, lo que también indica procesos de deterioro. En cuanto a los proyectos hidroeléctricos de Quimbo y Betania, ambos embalses presentan una dominancia de grupos bioindicadores de eutrofia.

**Tabla 54.** Especies ícticas presentes en el área de interés de acuerdo con la categoría de amenaza del Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Vulnerable (VU); Casi amenazada (NT); Preocupación menor (LC).

Especie	Nombre Común	Categoría de Amenaza	Tipo de Migración
<i>Brycon moorei</i>	Sabaleta o Dorada del Magdalena	Vulnerable	Migración media (MM)
<i>Parodon caliensis</i>	Boca de manteca	Vulnerable	-
<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	Vulnerable	Migración larga (ML), Reproducción
<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Capaz	Vulnerable	-
<i>Acestrocephalus anomalus</i>	-	Casi amenazada	-
<i>Hypostomus hondae</i>	Cucha o Pleco	Casi Amenazada	-
<i>Potamotrygon magdalenae</i>	Raya del Magdalena	Casi Amenazada	-
<i>Saccodon dariensis</i>	Sabaleta dentona o Mazorco	Preocupación menor	Movimientos estacionales
<i>Bagre Rayado</i>	<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	Sin Categoría	Migración media (MM), Reproducción

<i>Mojarra Amarilla</i>	<i>Caquetaia kraussii</i>	Sin Categoría	Migración lateral (inundaciones)
<i>Arenca</i>	<i>Triportheus magdalenae</i>	Sin Categoría	Migración media (MM), Reproducción
<i>Chango</i>	<i>Cynopotamus magdalenae</i>	Sin Categoría	Migración media (MM)
<i>Viejito, Pincho</i>	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Sin Categoría	Migración corta (MC)
<i>Picuda</i>	<i>Salminus affinis</i>	Sin Categoría	Migración media (MM)
<i>Blanquillo</i>	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Sin Categoría	Migración media (MM)
<i>Comelón, Moino</i>	<i>Leporinus muyscorum</i>	Sin Categoría	Migración media (MM)
<i>Jetudo, Hoción</i>	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Sin Categoría	Migración corta (MC)
<i>Doncella</i>	<i>Ageneiosus pardalis</i>	Sin Categoría	Migración corta (MC)

## G. COMPENSACIONES E INVERSIÓN FORZOSA DE NO MENOS DEL 1%

### Compensaciones

A continuación, en la Tabla 55 se presenta el balance general de los proyectos con obligaciones de compensación con fecha de corte a agosto 2024. Dentro de las actividades principales se encuentra la reforestación protectora, presentándose en el 60% de los proyectos (17). Por otro lado, se encuentran en menor medida actividades asociadas a la compra de predios y conservación. En cuanto al estado de las compensaciones, de las 35 obligaciones presentadas en la Tabla 55, el 28,6% se encuentra por ejecutar, 25,7% en ejecución, 20% ejecutado, 14,3% pendiente de requerimientos, 8,6% sin actividad generadores y el 2,9% en evaluación. Frente a las motivaciones de imposición de las medidas de compensación se encuentran el aprovechamiento forestal, uso del suelo, pérdida de biodiversidad y afectaciones generales al medio ambiente como las más frecuentes.

Tabla 55. Balance general compensaciones.

Expediente	Cantidad impuesta	Origen de la compensación	Tipo	Estado	Actividad para desarrollar
LAM0069	26.23 ha	Uso del suelo	Otras compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora y compra de predios
	---		Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	---
LAM0170	5000 m2	Afectaciones generales al medio ambiente	Otras compensaciones	Ejecutado	Reforestación protectora
LAM0215	---	Pérdida de biodiversidad	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Sin actividad generadora	Rehabilitación y proyectos de uso sostenible
LAM0304	---	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	Por ejecutar	Reforestación protectora
LAM1105	100 ha	Afectaciones generales al medio ambiente	Otras compensaciones	Ejecutado	Reforestación protectora

Expediente	Cantidad impuesta	Origen de la compensación	Tipo	Estado	Actividad para desarrollar	
LAM1569	---	Aprovechamiento forestal	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Reforestación protectora	
LAM2245	---	Aprovechamiento forestal	Otras compensaciones	Ejecutado	Conservación	
		Uso del suelo		Ejecutado	Reforestación	
				Por ejecutar		Conservación
				En ejecución		
LAM2307	---	Uso del suelo	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	En ejecución	Herramienta de manejo de paisaje, proyectos silvopastoriles, agroforestales, silviculturales, etc) en áreas agrícolas y ganaderas	
		Pendiente de requerimientos				
LAM2761	16.01 ha	Aprovechamiento forestal	Otras compensaciones	Ejecutado	Reforestación protectora	
LAM2945	---	Afectaciones generales al medio ambiente	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Restauración	
LAM3028	---	Afectaciones generales al medio ambiente	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	En ejecución	Reforestación protectora	
			Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar		
LAM3323	16.5 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	Ejecutado	Reforestación protectora	
	24.9 ha					
	4.3 ha		Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Restauración	
	8.2 ha					
	---					
LAM3703	---	Aprovechamiento forestal	Otras compensaciones	Por ejecutar	Compra de predios	
LAM3733	39.03 ha	Afectaciones generales al medio ambiente	Otras compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora	
LAM3779	2 ha	Uso del suelo	Otras compensaciones	Ejecutado	Reforestación protectora	
LAM4229	14.01 ha	Uso del suelo	Otras compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora	
	15 ha	Emisiones atmosféricas	Otras compensaciones			
	---	Aprovechamiento forestal	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)			
LAM4419	---	Uso del suelo	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	En ejecución	Reforestación protectora	



Expediente	Cantidad impuesta	Origen de la compensación	Tipo	Estado	Actividad para desarrollar
LAM4919	---	Aprovechamiento forestal	Otras compensaciones	Sin actividad generadora	Reforestación protectora
LAM5474	---	Aprovechamiento forestal	Otras compensaciones	Pendiente de requerimientos	Reforestación protectora
LAM5868	---	Afectación del paisaje	Otras compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora
LAV0006-00- 2017	23.37 ha	Uso del suelo	Otras compensaciones	Pendiente de requerimientos	Reforestación protectora
LAV0007-00- 2017	---	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	Pendiente de requerimientos	---
LAV0009-00- 2017	---	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	Sin actividad generadora	---
LAV0018-13	---	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	Por ejecutar	Rehabilitación
LAV0027-14	---	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	En ejecución	Rehabilitación
		Afectación paisajística	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)		
LAV0080-00- 2017	---	Aprovechamiento forestal	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Pendiente de requerimientos	---
LAV0081-00- 2017	---	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	Evaluación	---
LAV0081-14	---	Uso del suelo	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Restauración

Fuente: ANLA, 2024.

\* La información consultada en las diferentes resoluciones y/o conceptos técnicos no contiene el detalle de esta información

Particularmente para el proyecto hidroeléctrico El Quimbo (LAM4090), la actividad generadora de la compensación corresponde al aprovechamiento forestal generado por la construcción de las obras civiles y/o de infraestructura del proyecto, para lo cual se encuentra pendiente por compensar un área de 14,382.45 ha, registrado esto en el CT6371 del 29 de agosto de 2024. A continuación, en la Tabla 56 se presenta un resumen del avance general de estas compensaciones.

Tabla 56. Balance general de las compensaciones para el LAM4090

Compensación	Área para compensar (ha)	Estado
Aprovechamiento forestal de 3.597,2 ha (enmarcado en el artículo quinto de la Resolución 899 del 15 de mayo de 2009, modificado por el Artículo segundo de la Resolución 1814 del 17 de septiembre de 2010)	3,597.02	En ejecución

Compensación	Área para compensar (ha)	Estado
Aprovechamiento forestal de vías sustitutivas de 58,14 ha (enmarcado en el artículo segundo de la Resolución 395 del 2 de mayo de 2013)	117.98	En ejecución
Aprovechamiento forestal en áreas adicionales por llenado del vaso del embalse de 1927,7 ha	3,184.87	En ejecución
Aprovechamiento forestal de 7482,4 ha (enmarcado en el artículo quinto de la Resolución 899 del 15 de mayo de 2009, modificada por el artículo sexto de la Resolución 1628 del 21 de agosto de 2009 y el Artículo segundo de la Resolución 1814 del 17 de septiembre de 2010)	7,482.4	Por ejecutar

Fuente: ANLA, 2024.

La compensación de las 3,597.02 ha se enmarca en el plan de restauración ecológica del bosque seco tropical (PRE bs-T), el cual cuenta con tres etapas. La primera corresponde al plan piloto desarrollado entre el año 2014 y 2018 para 140 ha, Etapa 1 – Fase 2 entre los años 2019 y 2022 para 500 ha y actualmente se desarrolla La Etapa 1 – Fase 2 para 700 ha entre el año 2022 y 2025. Para esta última se tiene un avance de 286 ha con siembras de material vegetal de 130,086 individuos de los 486,000 proyectados.

Para las 117.98 ha a compensar por aprovechamiento forestal de vías sustitutivas, se adquirió el predio Montelibano y se avanza en el programa de manejo y conservación de bosques naturales, estímulo a la regeneración natural y revegetalización, en lo que se refiere a la caracterización florística del predio. Por otro lado, en cuanto a las 3,184.87 ha, la sociedad se encuentra en proceso de adquisición 15 predios aprobados por la ANLA y que son adyacentes al plan de restauración ecológica del bosque seco tropical (PRE bs-T).

Ahora bien, frente a las restantes 7,482.4 ha, de acuerdo con el CT 6371 del 29 de agosto de 2024 no se han presentado avances en la compensación, asociado esto a la espera en la resolución jurídica frente a la diferencia de interpretaciones frente a las obligaciones establecidas en el numeral 3 del artículo quinto de la resolución 899 del 15 de mayo de 2009, modificada por el artículo sexto de la Resolución 1628 del 21 de agosto de 2009 y el artículo segundo de la Resolución 1814 del 17 de septiembre de 2010. En lo que se refiere a si la compensación está asociada a aprovechamiento forestal o la sustracción de reserva forestal llevada a cabo para el desarrollo del proyecto.

A la fecha, se encuentra en proceso de consolidación la información geográfica relacionada con los procesos de compensación.

## Inversión forzosa de no menos del 1%

Para el área de estudio, 17 (incluyendo el proyecto El Quimbo - LAM4090) de los 37 proyectos cuentan con obligaciones de inversión forzosa de no menos del 1% (información con fecha de corte a agosto de 2024). Estas se encuentran asociadas a actividades como la compra de predios, aislamiento de áreas de interés para la conservación y favorecimiento de la sucesión natural, capacitaciones ambientales, monitoreos hidrológicos e hidrometereológicos y el establecimiento de sistemas agroforestales, entre otros. Respecto a los estados de la inversión el 44% de los proyectos (7) se encuentran aprobados y en ejecución, 31% (5) están aprobados y pendientes de ejecutar, 13% (2) ya fue ejecutado, un proyecto se encuentra pendiente de requerimientos y uno

no presenta actividad generadora. En conjunto, la inversión suma un total de \$12,305,142.392.77 de pesos. A continuación, en la **Tabla 57** se presenta el resumen de lo anteriormente descrito.

**Tabla 57.** Balance general de la inversión forzosa de no menos del 1%.

Expediente	Estado de la línea de inversión	Actividad para desarrollar	Inversión 1%
LAM0069	Aprobado por ejecutar	Compra de predios	\$ 1,023,564,915.92
LAM0989	Aprobado por ejecutar	Sistemas agroforestales	\$ 2,161,122,509.90
LAM1569	Aprobado por ejecutar	Obras para control de caudales, reforestación con especies nativas, capacitación ambiental	\$ 185,858,586.00
LAM2761	Ejecutado	Enriquecimiento vegetal	\$ 68,778,126.55
LAM2945	Aprobado en ejecución	Aislamiento de áreas para favorecer la sucesión vegetal	\$ 269,784,504.00
LAM3028	Aprobado en ejecución	Compra de predios, aislamiento de áreas de interés para conservación	\$ 4,430,078,532.75
LAM3733	Aprobado en ejecución	Cercado o aislamiento de áreas sensibles en la subcuenca del río Páez	\$ 245,148,707.23
LAM3779	Aprobado en ejecución	Sistemas agroforestales y aislamiento de áreas para la conservación	---
LAM4229	Aprobado en ejecución	Compra de predios, aislamiento de áreas para favorecer la sucesión natural y capacitación ambiental	\$ 2,001,300,439.08
LAM4419	Ejecutado	Sistemas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico - STARDUS	\$ 62,480,844.00
LAM4919	Sin actividad generadora	---	---
LAM5474	Aprobado por ejecutar	Compra de predios, sistemas agroforestales y capacitación ambiental	\$ 444,319,291.25
LAM5868	Aprobado en ejecución	Aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural	\$ 371,091,859.05
LAV0018-13	Pendiente de requerimientos	Monitoreo hidrológico e hidrometeorológico	---
LAV0027-14	Aprobado en ejecución	Compra de predios	\$ 167,382,309.04
LAV0081-14	Aprobado por ejecutar	Monitoreo hidrológico e hidrometeorológico	\$ 874,231,768.00
<b>Total</b>			<b>\$ 12,305,142,392.77</b>

Fuente: ANLA, 2024.

\* La información consultada en las diferentes resoluciones y/o conceptos técnicos no contiene el detalle de esta información



Frente a la inversión forzosa del proyecto hidroeléctrico El Quimbo (LAM4090), la obligación suma un total de \$16,326,576,088.18 (con fecha de corte al 31 de diciembre de 2021) dividiéndose esta en los siguientes programas:

1. Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal
2. Capacitación ambiental para la formación de promotores ambientales comunitarios
3. Interceptores y sistemas de tratamientos de aguas residuales domésticas

Respecto al primer programa de inversión, el proyecto avanza en la línea de adquisición de predios, mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos, recarga de acuíferos, estrellas fluviales y rondas hídricas y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. En relación con el segundo programa, la ANLA aprobó las líneas de inversión sobre la capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad, aprobación del programa “Optimización Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) del municipio del Agrado” y la presentación de informes de interventoría para el proyecto “Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado San Antonio del Pescado del municipio de Garzón Huila”. Por otro lado, frente al programa N°3, la línea de inversión cuenta con un presupuesto de \$6,229,067,118.0, siendo el municipio de Garzón el que cuenta con mayor asignación presupuestal (33.76%) asociado a la ejecución de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del centro poblado San Antonio del Pescado. Seguido a este se encuentra el municipio de El Agrado (31.93%) con la ejecución de los proyectos “Descontaminación, protección y educación ambiental de las microcuencas de las Quebradas La Yaguilga y La Buenavista” ya ejecutado y “Optimización sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR)” el cual está pendiente por ejecutar.

## H. MODELACIÓN BIÓTICA

De acuerdo con las categorías estandarizadas de impactos (CEI), se destaca la afectación potencial al medio biótico en el área regionalizada en seis de ellas de mayor a menor frecuencia en el siguiente orden: Alteración a la estructura ecológica del paisaje, alteración a comunidades de fauna terrestre, alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática, alteración a comunidades de flora y alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos. Estas categorías presentan como impactos específicos directos (dado los tipos de proyectos en la zona) en relación con los ecosistemas y fauna terrestre: fragmentación de ecosistemas, cambio en la conectividad estructural y funcional, ahuyentamiento de especies de fauna terrestre, cambio en la composición y distribución de especies faunísticas, alteración en la calidad del hábitat de especies, atropellamiento de fauna; y con relación a los ecosistemas y fauna acuática: cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, alteración de los ecosistemas y hábitats acuáticos. Por consiguiente, este análisis pretende identificar áreas de importancia para el sostenimiento de la fauna y sus funciones en la conectividad ecológica dentro del área de estudio de este reporte, en las que será necesario en algunos casos revisar las estrategias de monitoreo y planes de seguimiento de proyectos activos para optimizar la evaluación de los impactos producidos por los proyectos sobre los ecosistemas y la fauna asociada, y la aplicación de las medidas de manejo en el seguimiento.

De otra parte, considerando la lista de especies faunísticas de interés y el alcance del presente reporte, y dada la cantidad de proyectos con impactos a ecosistemas y fauna terrestre, se seleccionaron tres especies focales de fauna terrestre dada su sensibilidad a los impactos directos e indirectos generados por los proyectos en el área regionalizada, sus requerimientos de área, la heterogeneidad de los tipos de hábitat que ocupa,

vulnerabilidad, funcionalidad, significado socioeconómico y disponibilidad de información; adicionalmente que brinden una aproximación a la dinámica funcional de los ecosistemas terrestres. La primera especie corresponde al mono maicero (*Sapajus apella*) especie que habita en boques y, aunque no se encuentra en una categoría de amenaza, de las ocho especies de primates presentes en el área regionalizada, es la única reportada en los monitoreos de fauna de los proyectos en el área de estudio; esta especie es un indicador clave del estado de los bosques, ya que sus poblaciones están amenazadas por la deforestación y la transformación del uso del suelo. La segunda especie es el ocelote (*Leopardus pardalis*), especie que se encuentra dentro de la categoría de menor preocupación (LC) dentro del listado de la UICN, afectada principalmente por la pérdida de hábitat debido al avance de la agricultura y otros usos del suelo. Por último, se seleccionó el venado de páramo (*Mazama rufina*), especie que se encuentra dentro de la categoría vulnerable (VU) dentro del listado de la UICN, su distribución se limita a los bosques montanos, pastizales y matorrales de Ecuador, Colombia y Perú, en altitudes entre 1,500 y 3,500 m.s.n.m., siendo altamente susceptible a la fragmentación y pérdida de su hábitat.

Para todas las especies, se realizó un análisis de conectividad funcional a partir de la teoría de grafos y circuitos, el cual permite determinar la agregación entre el área del parche y la importancia de estos en la conectividad del paisaje, las rutas de menor costo y los corredores biológicos. Adicionalmente, se realizó un análisis de pérdida de cobertura boscosa para los proyectos dentro del área regionalizada como proxy a la pérdida de hábitat. Este análisis permitirá identificar áreas clave para la conectividad de especies, así como zonas donde la transformación del suelo y las dinámicas de uso han reducido la cobertura boscosa. Esto facilitará la identificación de áreas prioritarias para la compensación e inversión del 1%.

Tabla 58. Variables y datos considerados para modelos de conectividad funcional

Modelo ecológico	Variables	Aspectos relevantes
Conectividad ecológica funcional	Cobertura de la tierra <ul style="list-style-type: none"> <li>Coberturas de la tierra</li> <li>Infraestructura de proyectos licenciados</li> </ul>	<u>Mono maicero (<i>Sapajus apella</i>)</u>  Coberturas de la tierra analizadas: Bosque denso, bosque de tierra firme, bosques fragmentados  <i>Importancia de los parches para la conectividad ecológica (dPC)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rango de hogar: 44 ha (Montoya &amp; Pérez, 2020)</li> <li>Distancia de dispersión: 2200 m (Montoya &amp; Pérez, 2020)</li> <li>Distribución altitudinal: 0-2700 msnm.</li> </ul>
	Capa de resistencia: <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación de coberturas y uso de acuerdo con la importancia para la dispersión de las especies.</li> <li>Distancia a vías y centros poblados.</li> <li>Distancia a drenajes dobles y otros cuerpos de agua.</li> <li>Distancia a infraestructura de proyectos y pozos.</li> <li>Distancia a áreas protegidas</li> <li>Distancia a títulos mineros.</li> </ul>	<u>Ocelote (<i>Leopardus pardalis</i>)</u>  Coberturas de la tierra analizadas: Bosque denso, bosque de tierra firme, bosques fragmentados y pantanos  <i>Importancia de los parches para la conectividad ecológica (dPC)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rango de hogar: 540 ha (Oliveira et al, 2010)</li> <li>Distancia de dispersión: 3800 m (Oliveira et al, 2010)</li> <li>- Distribución altitudinal: 0-3000 msnm.</li> </ul>
		<u>Venado del páramo (<i>Mazama rufina</i>)</u>





		<p>Coberturas de la tierra analizadas: Bosque de tierra firme, bosque inundable, bosque denso</p> <p><i>Importancia de los parches para la conectividad ecológica (dPC)</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rango de hogar: 3.6 ha (Black-Décima, 2000).</li><li>• Distancia de dispersión: 2000 m (Black-Décima, 2000)</li><li>• Distribución altitudinal: 1500-3500 msnm.</li></ul>
<b>Análisis de pérdida de cobertura boscosa</b>	Global forest change 2001-2022 <sup>9</sup>	<p><u>Cambio de la cobertura de bosque dentro del área regionalizada:</u></p> <p>En el resultado fueron 6 series de tiempo de imágenes Landsat 8 a resolución de 30 metros que caracterizan la extensión y el cambio en la cobertura de bosque. El análisis comprendió los años del 2001 al 2021 y puede ser usado como un proxy a la pérdida de hábitat.</p> <p><u>Áreas con evidencia de pérdida</u></p> <p>Se calculó la pérdida de cobertura boscosa para los proyectos dentro del área regionalizada.</p>

Fuente: ANLA, 2023.

## I. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN BIÓTICA

Figura 100 Conectividad funcional del ocelote (*Leopardus pardalis*)



Fuente: C. Landazábal

El ocelote (*Leopardus pardalis*), es una especie con distribución asociada a las zonas altas de los Andes de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Es considerado como un felino de tamaño mediano con un peso promedio de 11 kg, con hábitos nocturnos y crepusculares con preferencia de presas de un poco más de 800 gramos. El ocelote es considerado una especie sombrilla que puede estar presente en una amplia gama de hábitats, que van desde matorrales hasta bosques lluviosos tropicales, entre los 0 y los 3000 m.s.n.m. Aunque su hábitat principal son ecosistemas naturales con cobertura vegetal bien estructurada, la especie puede tolerar cierto

<sup>9</sup> Hansen et. al, 2021. Resolución 30 m.



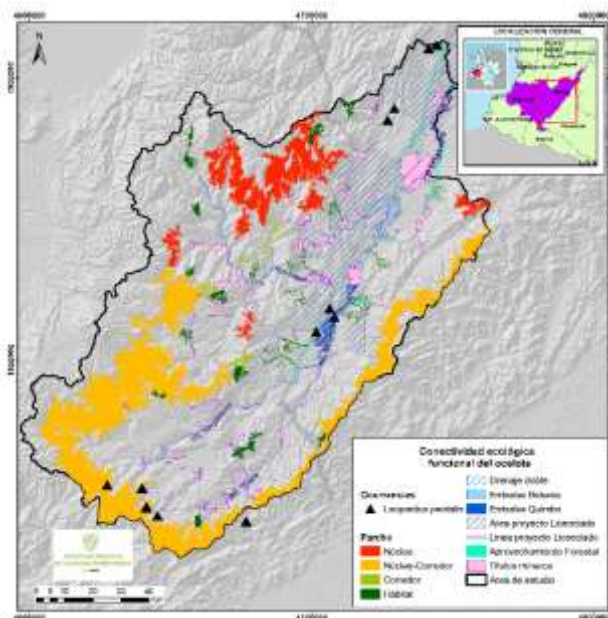
grado de intervención humana y acercarse o cruzar por zonas fragmentadas o intervenidas que presenten parches de ecosistemas nativos. Aunque se encuentra en la categoría de amenaza de menor preocupación (LC) según la UICN, en la actualidad, las principales amenazas para la especie son la pérdida y fragmentación de hábitat por la expansión de la frontera agrícola y la urbanización, la cacería, el tráfico ilegal de fauna silvestre y los atropellamientos (González-Maya et al. 2023).

Se obtuvieron 87 registros del GBIF (2024), en su mayoría provenientes de cámaras trampa ubicados en los municipios de Pitalito y San Agustín, y a través de observación directa, rastros y huellas en los municipios de Palermo, El Agrado y Belén de Andaquíes, registros que se superponen con los proyectos de expediente ANLA LAV0063-00-2022 (Área de perforación exploratoria Arbolito Norte), LAM4090 (Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo) y LAM2245 (Bloque San Jacinto) en un rango de tiempo entre el 2017 y el 2023; y cuatro registros en los expedientes ANLA LAM0215 (Asociación Palermo Campo San Francisco y Balcón) y LAV0063-00-2022 para *Leopardus pardalis*, que se encuentran localizados hacia el costado norte del área regionalizada en los municipios de Palermo y Aipe. Es importante destacar que, después de la pérdida de hábitat, una de las mayores amenazas para la especie es el conflicto con los humanos, debido a la retaliación por depredar fauna doméstica. Esto puede explicar, en parte, los registros en áreas que no son óptimas para el movimiento de la especie, incluso en zonas con una alta resistencia.

Con respecto al modelo de conectividad funcional para el ocelote, se observa que para el área regionalizada su capacidad de dispersión está en el sector sur y occidental en los municipios de San Agustín, Pitalito, Salado Blanco, La Argentina, Purace, Páez, Santa María e Inza. De acuerdo con el costo de distancia de conectividad se encuentra que la mayoría de las rutas son de costo muy alto, lo cual se debe principalmente al grado de transformación del área porque la especie requiere de ecosistemas de bosque denso, bosque secundario, arbustales y herbazales para su movilidad y en el área se encuentra una matriz agrícola y pecuaria bastante densificada, por lo cual las rutas de muy bajo costo son bastante pequeñas. De acuerdo con la información de los expedientes ANLA y de la prospectiva minera, se observa que en el área de influencia de conectividad de *Leopardus pardalis*, se superponen áreas núcleo con el expediente LAM0523, que corresponde con un bloque exploratorio, y con el expediente LAM4419 de un área de perforación exploratoria, siendo proyectos en los que se debe restringir los permisos de aprovechamiento forestal de solicitarse. Por otro lado, se han identificado 212 títulos mineros activos dentro del área regionalizada (ANM, 2024), de los cuales aproximadamente 19 se superponen con áreas hábitat, corredor y núcleo-corredor de la especie. Asimismo, es importante evaluar que los planes de compensación aprobados contribuyan al mejoramiento del hábitat y aumenten la superficie de alta calidad para su movimiento, de modo que se mitiguen los impactos de pérdida de cobertura vegetal e impactos a la fauna en el sector.

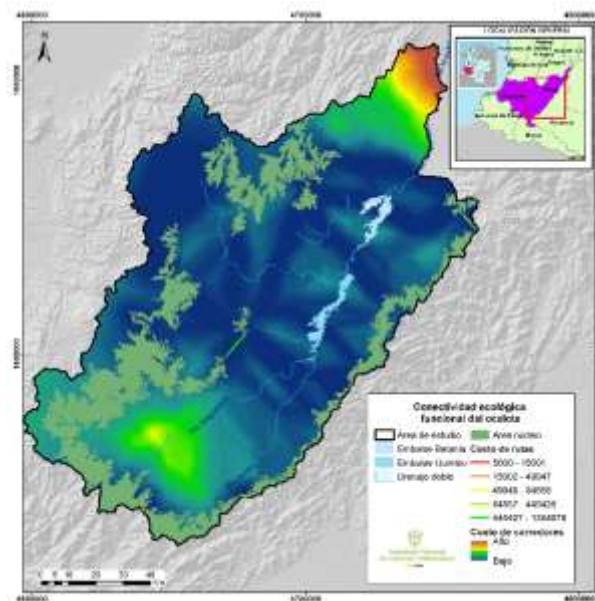
Es importante resaltar que el área donde se encuentra la conectividad funcional para el ocelote, se presentan áreas de importancia ecológica como cinco parques naturales, seis parques regionales naturales, tres distritos regionales de manejo integrado y 76 reservas de la sociedad civil, que pueden ser objeto de manejo para su conservación e incrementar las coberturas vegetales a través de planes de compensación que permitan incrementar las áreas y los hábitats necesarios para la especie y su conectividad.

Figura 101. Áreas de importancia para la conectividad identificadas para *Leopardus pardalis* con análisis de grafos



Fuente: ANLA, 2023.

Figura 102 Áreas de importancia para la conectividad identificadas para *Leopardus pardalis* con análisis de circuitos



Fuente: ANLA, 2023.

Figura 103 Conectividad funcional del mono maicero (*Sapajus apella*)



Fuente: Ahcar\_photography

El mono maicero (*Sapajus apella*) es un primate neotropical ampliamente distribuido desde la cuenca del Amazonas hasta el norte de Argentina, clasificado como de Preocupación Menor (LC) según la UICN. Esta especie muestra una notable tolerancia a diversas condiciones ecológicas, ocupando tanto bosques tropicales primarios como áreas alteradas, incluyendo plantaciones, fragmentos de bosque secundarios y zonas agrícolas. Su rango de hogar puede variar entre 10 y 250 hectáreas, adaptándose a la disponibilidad de recursos en su entorno. *Sapajus apella* es omnívoro, con una dieta diversa que incluye frutas, hojas, insectos y pequeños vertebrados, lo que le permite sobrevivir en hábitats transformados donde otras especies podrían verse afectadas por la deforestación y el cambio en el uso del suelo. A pesar de su adaptabilidad, la pérdida de hábitat



y la fragmentación representan amenazas importantes, especialmente en áreas cercanas a actividades humanas. Además, en zonas urbanizadas y cercanas a carreteras, se han reportado incidentes de atropellamiento, lo que resalta la necesidad de implementar medidas para mitigar estos riesgos y proteger a la especie en paisajes cada vez más fragmentados.

Se obtuvieron 35 registros del GBIF (2024), ubicados en los municipios de Pitalito, Acevedo, Palermo y Belén de Andaquíes, registros que se superponen con los proyectos de expediente ANLA LAV0063-00-2022 y LAM2245 en un rango de tiempo entre el 2017 y el 2023; y dos registros en los expedientes ANLA LAM4090 y LAV0063-00-2022, que se encuentran localizados en los municipios de Gigante y Palermo; los ecosistemas que se encuentran en esta zona están altamente transformados por actividades agrícolas y pecuarias, las cuales han transformado el paisaje reduciendo la vegetación natural a pequeños relictos de bosque, herbazales o arbustales que pueden ser utilizados por la especie para su movilidad.

El modelo de conectividad funcional para la especie muestra que las zonas centrales son las que tienen una mayor probabilidad de conexión con menor resistencia, coincidiendo con áreas de distritos regionales de manejo integrado – DRMI (Serranías de minas). Sin embargo, alrededor de este DRMI y del área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Quimbo hay zonas con alto grado de transformación del área regionalizada, por tal razón, se deben adelantar planes tales como la alinderación de zonas de amortiguación, la implementación de planes de compensación en parches cercanos que aumenten la conectividad en esta zona y sirva para la recuperación de la cobertura vegetal.

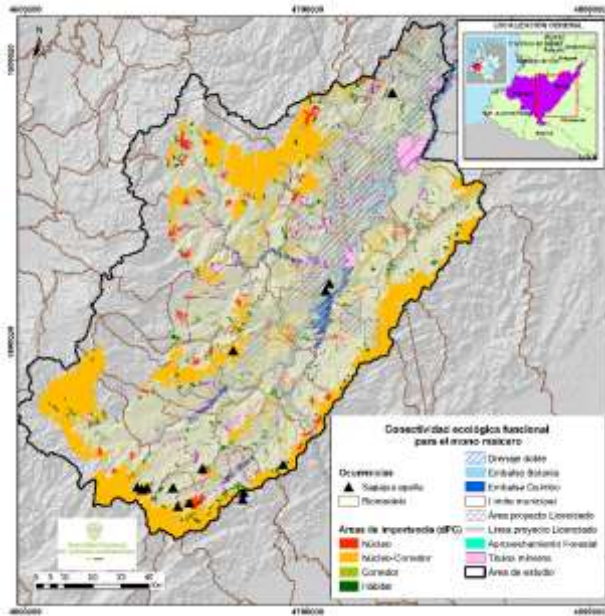
En relación con el modelo de conectividad funcional para el mono maicero, se observa que su capacidad de dispersión se concentra en el sector sur y noroccidental de los municipios de Oporapa, La Argentina, San Agustín, Palestina, Páez e Inza. Según el análisis de costo de distancia de conectividad, la mayoría de las rutas presentan costos moderados, altos y muy altos. Esto se debe principalmente al grado de transformación del área, ya que la especie necesita ecosistemas con vegetación bien estructurada, como bosques densos y secundarios para su movilidad. En el área analizada, el grado de transformación ha reducido notablemente las rutas de muy bajo costo. De acuerdo con la información de los expedientes de la ANLA y de la prospectiva minera, se observan superposiciones entre áreas núcleo y los expedientes LAM1970, LAM0215, LAM0523, LAM4919, que corresponden a proyectos del sector de hidrocarburos. Aunque estos proyectos no afectan significativamente el desplazamiento de la especie, es fundamental evaluar, en caso de que se soliciten permisos de aprovechamiento forestal, la posible afectación de estos sobre los parches de hábitat para la especie.

De otra parte, de los 212 títulos mineros activos dentro del área regionalizada, aproximadamente 67 se superponen con áreas hábitat, corredor, núcleo-corredor y núcleo para la especie. Por lo tanto, se recomienda restringir el otorgamiento de permisos de aprovechamiento forestal en zonas críticas para la movilidad de la especie. Asimismo, es importante evaluar los planes de compensación aprobados, con el fin de validar que se incluyan áreas relevantes para la conectividad de especies, como *S. apella* y otros primates presentes en el área regionalizada, como *Alouatta seniculus*, *Aotus griseimebra*, *Aotus lemurinus*, *Lagothrix lagotricha* y *Saimi cassiquiarensis*. Esto ayudará a mitigar los impactos de pérdida de cobertura vegetal e impactos a la fauna en el sector.

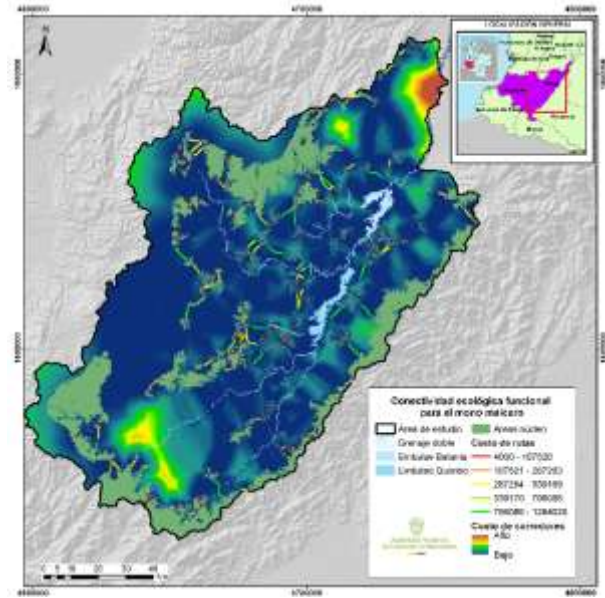
Es importante resaltar que el área donde se encuentra la conectividad funcional para el mono maicero, se presentan áreas de importancia ecológica en 91 registros únicos de áreas protegidas entre parques naturales, parques regionales naturales, distritos regionales de manejo integrado y reservas de la sociedad civil.



**Figura 105.** Áreas de importancia para la conectividad identificadas para *Sapajus apella* con análisis de circuitos



Fuente: ANLA, 2023.



Fuente: ANLA, 2023.

**Figura 106** Conectividad funcional del venado de páramo (*Mazama rufina*)



**Fuente:** Juan Antonio Alonso de Juan

El venado de páramo (*Mazama rufina*) es una especie endémica de los bosques montanos de los Andes, con una distribución restringida a Ecuador, Colombia y Perú, ocupando altitudes entre 1,500 y 3,500 metros sobre el nivel del mar. Está clasificada como Vulnerable (VU) según la UICN y la Resolución MADS No. 1912 de 2017. *Mazama rufina* habita principalmente en bosques nublados y páramos, aunque también puede encontrarse en pastizales y matorrales, adaptándose a una variedad de hábitats montanos. Su dieta incluye hojas, frutos y hierbas, por lo que la fragmentación del hábitat y la pérdida de áreas naturales debido a la expansión agrícola y la deforestación representan amenazas importantes para su supervivencia. La especie es altamente susceptible a la fragmentación del paisaje, lo que altera sus patrones de movimiento y disponibilidad de recursos

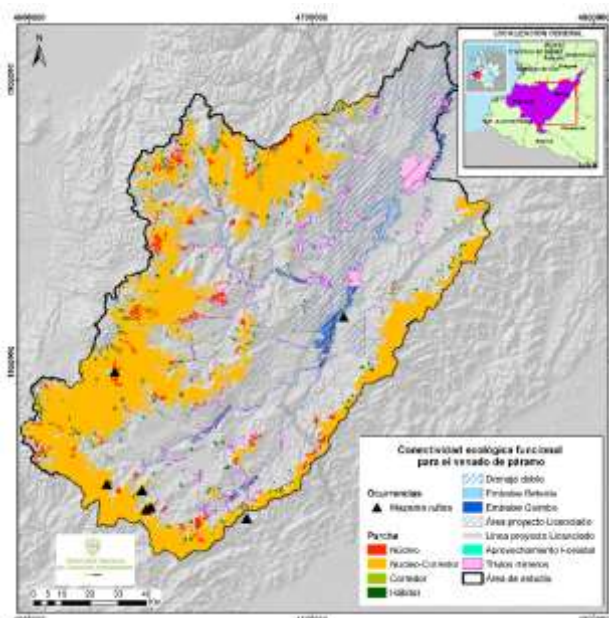


alimentarios. Estos factores, junto con su baja densidad poblacional, subrayan la importancia de implementar medidas de conservación que protejan su hábitat y mitiguen los impactos del cambio en el uso de la tierra.

Se obtuvieron 27 registros del GBIF (2024), provenientes de cámaras trampa, rastros y huellas, ubicados en los municipios de Pitalito, San Agustín y Belén de Andaquíes, estos registros, aunque se encuentran dentro del área regionalizada, no se superponen con los proyectos de expediente ANLA; y un registro del expediente ANLA LAM4090, que se encuentran localizados en el municipios de Gigante; colindante al embalse el Quimbo, por lo cual es un paisaje transformado en el que se ha reducido la vegetación natural a pequeños relictos de bosque, herbazales o arbustales que pueden ser utilizados por la especie para su movilidad.

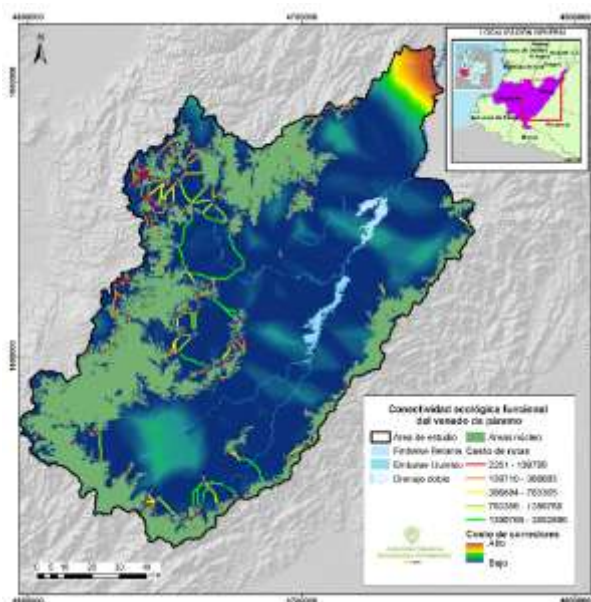
Como resultado de la modelación de conectividad funcional, se obtuvo que la mayoría de las rutas presentan un alto costo de desplazamiento, especialmente en el sector central y noroccidental del área regionalizada. En contraste, el sector nororiental se encuentran las rutas de menor resistencia y mayor probabilidad de uso por parte de la especie, probablemente debido a la presencia de áreas protegidas que se encuentran dentro del rango de movilidad de la especie.

Figura 107. Áreas de importancia para la conectividad identificadas para *Mazama rufina* con análisis de grafos



Fuente: ANLA, 2023.

Figura 108 Áreas de importancia para la conectividad identificadas para *Mazama rufina* con análisis de circuitos



Fuente: ANLA, 2023.

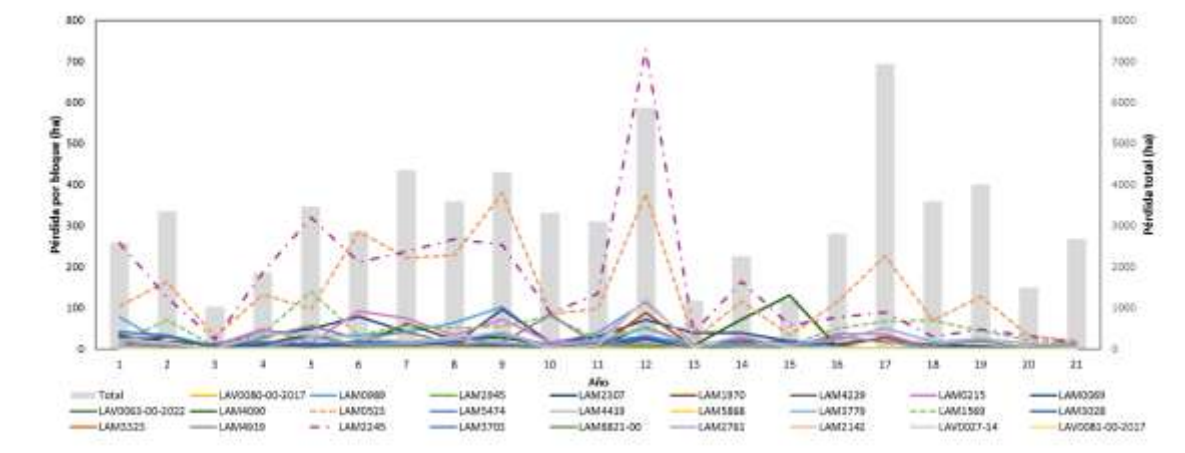
## Cambio anual de la cobertura de bosque

Se realizó el análisis de pérdida de cobertura boscosa entre el 2001 al 2022 utilizando la capa de pérdida de cobertura boscosa de Hansen et al. 2022, a partir de imágenes Landsat 8 con series de tiempo desde el año 2000 al 2022 con una resolución de pixel de 30 metros, con la cual se realiza un análisis multitemporal que muestra la dinámica de pérdida de cobertura regional a causa de factores como la agricultura, la ganadería, la industrialización, densificación urbana, fenómenos naturales etc., y no relaciona directamente la pérdida de cobertura a una actividad en específico, por lo que la información que se obtiene permite inferir acerca de los



sectores con mayor impacto en cuanto a la pérdida de cobertura boscosa y, de esta manera, advertir sobre impactos que pueden causar actividades presentes en el área regionalizada. De acuerdo con el análisis, se evidenció que la pérdida de bosque dentro del área regionalizada se encuentra más concentrada en el sector sur y oriental en los municipios de Pitalito, Suaza, Garzón, Gigante y Acevedo coincidiendo con zonas destinadas a las actividades agropecuarias, centros poblados y de títulos mineros.

Figura 109. Pérdida de cobertura vegetal en hectáreas entre el año 2001 al 2022 para las áreas de influencia de los proyectos con áreas polígono.

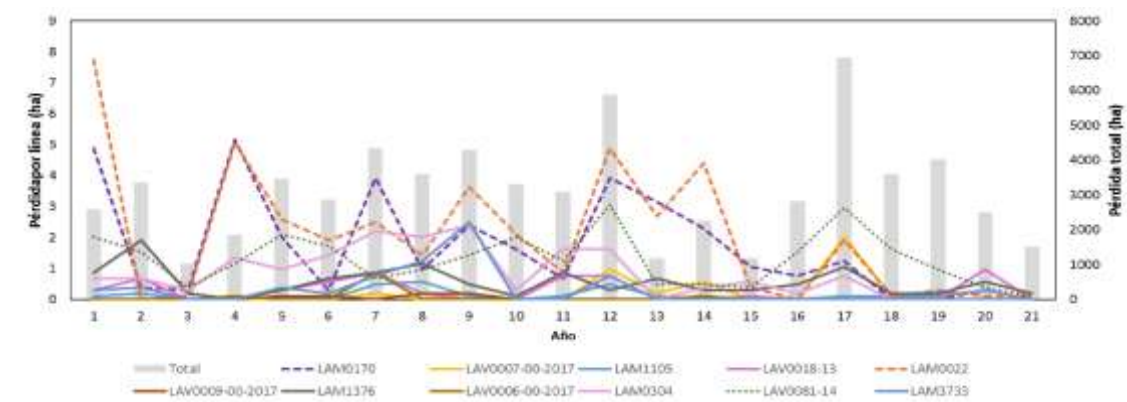


Fuente: ANLA, 2023.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontró que, para el área regionalizada, los años 2012 y 2017 fueron los de mayor pérdida de cobertura vegetal con 5,880 y 6,941 hectáreas de bosque perdida respectivamente (Figura 109). Estos datos coinciden en parte con las estadísticas de deforestación para el departamento de Huila realizados por el IDEAM, en los cuales entre el año 2010 al 2012, se reportan 6,863 ha deforestadas, encontrándose dentro de las causas la deforestación para uso maderable y la ampliación de la frontera agrícola. Adicionalmente, las actividades mineras presentes en el área regionalizada, que en su mayoría son explotaciones a cielo abierto y no están licenciadas por la ANLA, contribuyen a la pérdida de cobertura

vegetal. Sin embargo, es importante resaltar que las actividades agropecuarias en la zona están muy desarrolladas y son la principal causa de la transformación de las coberturas naturales en el área.

**Figura 110.** Pérdida de cobertura vegetal en hectáreas entre el año 2001 al 2022 para las áreas de influencia de los proyectos línea.

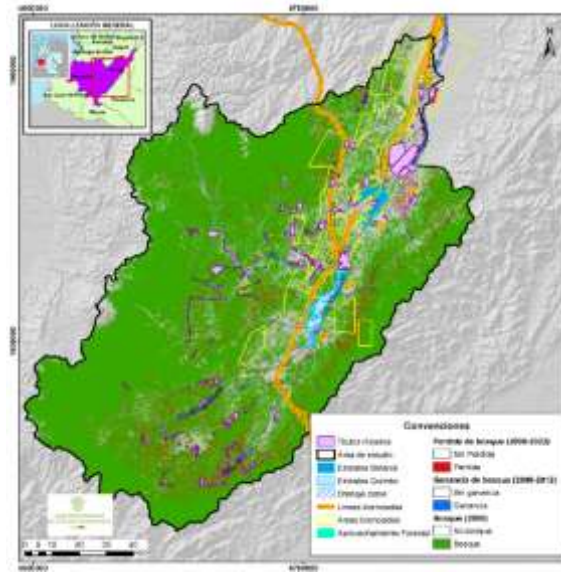


Fuente: ANLA, 2023.

Adicionalmente, la pérdida de cobertura vegetal que se observa en la **Figura 110**, se encuentra focalizada hacia el sector suroriental del área regionalizada, donde se encuentra la mayor pérdida de cobertura vegetal reciente entre los años 2010 al 2022, coincidiendo con zonas que presentan mayor cobertura de pastos limpios, cultivos y títulos mineros, por lo tanto, deben vincularse a las acciones de recuperación y conservación de los ecosistemas a las poblaciones rurales del área, actividades agrícolas industriales y al parque minero del sector, con el objetivo de crear acuerdos y planes para la conservación de ecosistemas, áreas protegidas y la mitigación

y compensación de los impactos acumulativos más relevantes para el área regionalizada (Alteración a ecosistemas terrestres, Alteración a cobertura vegetal y la Alteración a comunidades de fauna terrestre).

**Figura 111.** Pérdida de cobertura vegetal en el área regionalizada NTRE EL 2001 Y 2021.



**Fuente:** ANLA, 2023.

### Áreas prioritarias para compensación e inversión 1%

Basándose en los resultados de las secciones anteriores sobre la contribución a la conectividad regional de los parches con coberturas en estado natural, que incluyen las áreas protegidas, se identifican las áreas prioritarias para llevar a cabo actividades de conservación y restauración. Esto se realiza en el marco de las obligaciones de compensación e inversión, que no pueden ser inferiores al 1%, derivadas de los proyectos autorizados por la ANLA.

Estos resultados subrayan las necesidades y oportunidades de ciertas áreas en un contexto regional, estableciendo criterios fundamentados para la planificación, evaluación y seguimiento de las actividades necesarias para cumplir con dichas obligaciones. Para identificar las áreas prioritarias para la compensación e inversión del 1%, se consideraron aquellas de importancia para la conectividad de las especies *Leopardus pardalis*, *Mazama rufina* y *Sapajus apella*. Los modelos de conectividad son herramientas valiosas que permiten identificar áreas clave para la conectividad de especies focales y señalar parches que, al ser restaurados, mejorarían el movimiento de estas especies, convirtiéndolos en sitios prioritarios para los esfuerzos de conservación. Es crucial, por tanto, que los planes de restauración consideren cuidadosamente las necesidades de conectividad de las especies focales, implementando actividades que aumenten la funcionalidad y la ecología de las redes. Asimismo, es esencial identificar parches aislados que, al ser conectados, permitan la

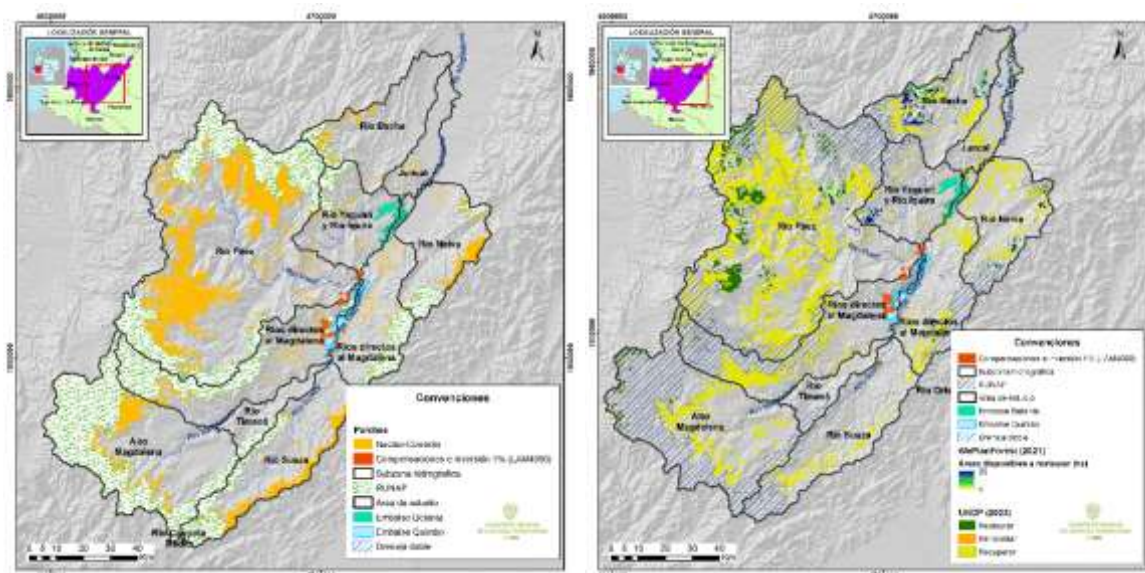




restauración de corredores. Un proyecto de este tipo no solo beneficiaría a las áreas previamente deforestadas del corredor, sino también a los parches de hábitat aislados, fortaleciendo su resiliencia.

Además, se tomaron en cuenta las recomendaciones de restauración del análisis de WePlanForest de 2021, que buscó identificar, bajo diferentes escenarios de prioridad, soluciones efectivas para maximizar los beneficios en conservación, mitigar el cambio climático y lograr un equilibrio entre los beneficios y costos de implementación. Asimismo, se integró el análisis realizado por la UNDP en 2023, que identifica áreas prioritarias para la restauración y presenta mapas que resaltan los valores de estas áreas junto con acciones prácticas recomendadas, las cuales se clasifican en tres categorías: restauración, rehabilitación y recuperación.

Figura 112 A) Áreas de importancia para la conectividad de *S. apella*, *L. pardalis* y *M. rufina*, B) Áreas disponibles a restaurar dado WePlanForest (2021) y UNDP (2023)



Fuente: ANLA, 2023.



## XV. CARACTERIZACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO

Para la caracterización de cambio climático se tuvo en cuenta los escenarios de variación de temperatura y precipitación presentados por el IDEAM para los escenarios 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, mediante la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático-TCNCC (IDEAM, 2015). Paralelamente, se tuvo en cuenta la ocurrencia de eventos meteorológicos, las acciones de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y adaptación determinados en el marco de la TCNCC. Asimismo, el presente ejercicio se apoyó en el Plan Integral del Cambio Climático del Huila (PICCH) (2014), Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del Cauca (PIGCCTC) (2016) y en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) (2012).

### A. ANÁLISIS INFORMACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO

A cuatro (4) proyectos licenciados por la ANLA en el área de estudio, les fue impuesta la obligación de cambio climático, relacionado con la presentación de un Plan Integral de Gestión de Cambio Climático. Esto se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 59.** Expedientes con obligación de cambio climático.

Expediente	Proyecto	Sector	Subsector
LAM0989	Perforación de 15 pozos de producción en campo Yaguará -Huila	Hidrocarburos	Explotación
LAV0063-00-2022	Área De Perforación Exploratoria Arbolito Norte	Hidrocarburos	Exploración
LAM0069	Gasoducto Barrancabermeja, Neiva (centro oriente) DEMA.	Hidrocarburos	Transporte y conducción
LAM4090	Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo	Energía	Hidroeléctricas

Fuente: ANLA, 2024

Los proyectos mencionados en la **Tabla 59** deben presentar, por medio del ICA de la fase operativa, el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático (PIGCC), en concordancia con las líneas estratégicas del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático (PIGCC) del sector de Minas y Energía, contemplando: la cuantificación de Gases de Efecto Invernadero – GEI directos e indirectos, la relación de acciones de mitigación y estimado de reducción de GEI, el análisis de vulnerabilidad, capacidad de adaptación y el riesgo al cambio climático, relación de acciones de adaptación al cambio climático y la variabilidad climática que contribuyan a la reducción del riesgo sobre los recursos naturales renovables o al medio ambiente.

El proyecto hidroeléctrico el Quimbo entregó una cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en el embalse entre octubre de 2018 y agosto del 2019. Durante este periodo, se obtuvo:

Las concentraciones de metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), fueron similares para todo el periodo de análisis. Se observaron concentraciones bajas, desde la superficie hasta profundidades de 40 m a 50 m, con valores que no superaron los  $3 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  en el hipolimnion y de forma general por debajo de  $1 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Las concentraciones de  $\text{CH}_4$  observadas a máximas profundidades al entrar en contacto con el oxígeno durante su proceso de ascenso a la superficie causan la oxidación del biogás, transformándolo en  $\text{CO}_2$ . Se encontró que algunos puntos de medición dentro del embalse emiten una mayor cantidad de metano por flujos difusivos, llegando a alcanzar emisiones que sobrepasaron los 13 y hasta  $55 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$  (como resultado de procesos de

ebullición y la suma de flujos difusos). Las emisiones de CH<sub>4</sub> por flujos difusivos observados en el Quimbo pueden considerarse inferiores a los flujos observados sobre el conjunto de embalses tropicales.

Cabe destacar que el CO<sub>2</sub> equivalente a las emisiones promedio durante el periodo de 67 mediciones fueron de 19.618 MgCO<sub>2eq</sub>·mes<sup>-1</sup>, de los cuales el 66% corresponde a las emisiones de CH<sub>4</sub> y 3% a las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), no obstante, el informe resalta que el Quimbo no es un emisor importante de ninguno de los 3 gases de efecto invernadero.

## B. ESCENARIOS DE CAMBIO DE TEMPERATURA (T°)

La zona definida para el presente análisis abarca todo el departamento del Huila (80.29%) y parte del Departamento del Cauca (19,59%) (siete (7) municipios), esto teniendo en cuenta que el área de los departamentos del Caquetá y Tolima que se intercepta con el área regionalizada representan apenas el 0.09%.

Según las proyecciones presentadas en los Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia muestran un incremento del 2°C en la temperatura media para final del siglo en el área regionalizada, así como un aumento en las precipitaciones entre 11% al 40%, con respecto a la periodicidad e intensidad (IDEAM, 2017)

Figura 113. Escenario de cambio de Temperatura frente a cambio climático para el periodo 2011- 2040.

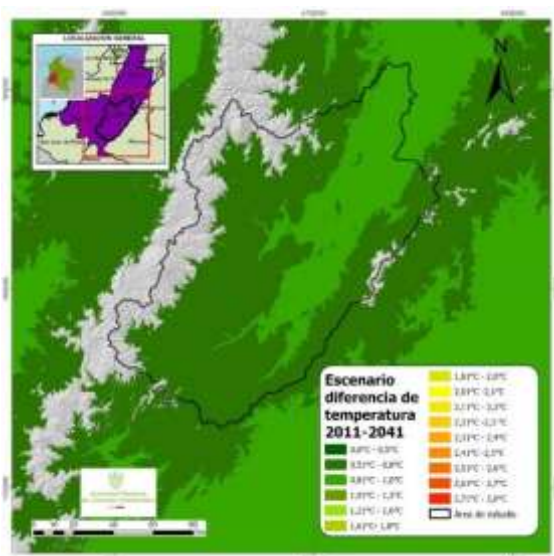
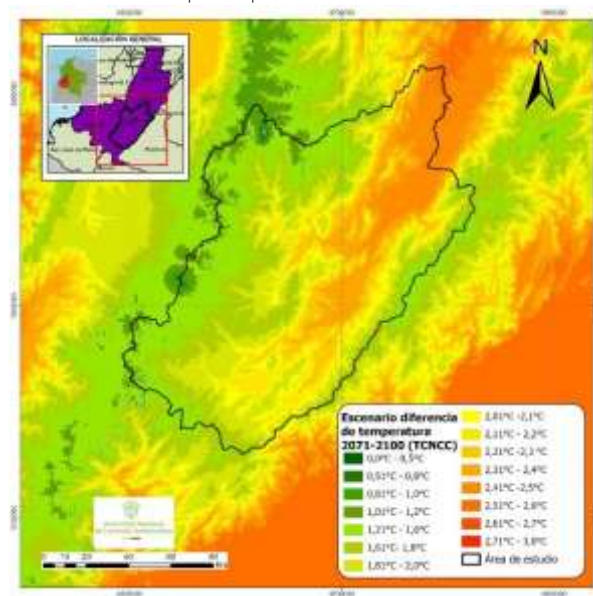


Figura 115. Escenario de cambio de Temperatura frente a cambio climático para el periodo 2071 – 2100.



Fuente: ANLA, 2024. Basado en IDEAM (2017)

Así, según las proyecciones de cambio climático en el área regionalizada Alto Magdalena Sur, los municipios que tendrían mayor aumento en la temperatura serían Aipe, Neiva, Campoalegre, Rivera, Yaguará, Hobo, Gigante, Tesalia, Paicol, Agrado, Pital, Tarqui, Altamira, Timana, y parte de Santa María, Garzón y Guadalupe (TCNCC, 2017), la condición sería más crítica para Aipe, Neiva, Palermo, Campoalegre, Yaguará, Hobo y Rivera, alcanzando los 2,5 °C en el escenario de cambio climático para el periodo de 2071 - 2100 (Figura....). En general, el cambio de temperatura media entre 2011 a 2040 será de 0,8 °C, del 2041 a 2070 será de 1,4 °C y del 2071 a 2100 será de 2,1 °C. Las elevaciones por temperatura podrían aumentar hasta 2,6 °C para fin de siglo, especialmente para los municipios de Valles del Neiva y Aipe (TCNCC, 2017 & PICC Huila, 2014).

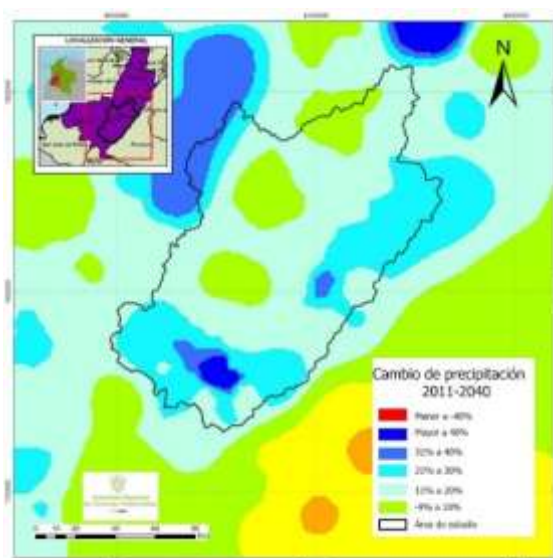
Los eventos para el área regionalizada pueden afectar el sector agrícola, en particular para monocultivos extensivos, dados los aumentos graduales de temperatura. La biodiversidad y el servicio ecosistémico de provisión hídrica podrían verse afectada por aumentos de temperatura sobre el sistema montañoso e igualmente, para los cultivos pancoger se verían afectados por las oleadas de calor (IDEAM, 2015)

### C. ESCENARIOS DE CAMBIO PORCENTUAL EN LA PRECIPITACIÓN

La orografía del área regionalizada cuenta con un sistema montañoso muy variado. El comportamiento estacional de la precipitación es homogéneo a lo largo de su orografía con la existencia de dos máximos y dos mínimos de precipitación al año. Los meses de mayor pluviosidad corresponden con los meses de mayo y octubre, mientras que los meses de enero y julio pertenecen a los meses de menor pluviosidad (IDEAM, 2017). La variabilidad climática departamental está influenciada por las dinámicas de la presión atmosférica del Pacífico Norte, las dinámicas de precipitación del Sahel y las dinámicas asociadas con la evolución de la temperatura superficial del mar a lo largo del Pacífico Este, como los fenómenos de El Niño y La Niña (IDEAM, 2017).

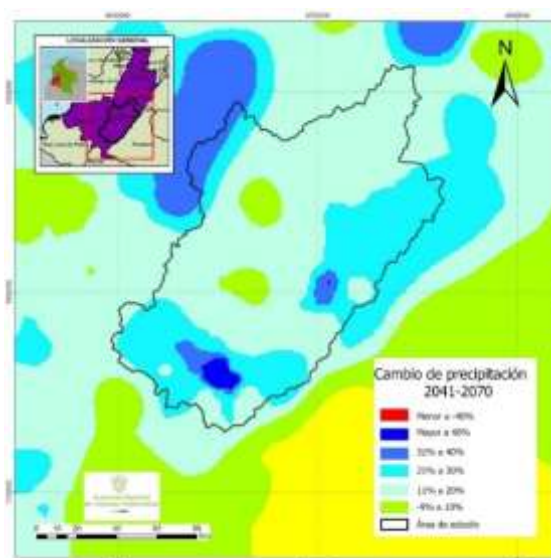
El departamento del Cauca tiene un comportamiento estacional de la precipitación variable a lo largo del territorio. La variabilidad climática se encuentra asociada a la conexión con el océano pacífico y a la evolución de la temperatura superficial en el Pacífico Este, por su proximidad geográfica, así como las dinámicas asociadas con la temperatura superficial del mar en el Atlántico Sur tropical y dinámicas de la evolución de la presión atmosférica en el Pacífico Norte (IDEAM, 2017).

**Figura 116.** Escenario de cambio porcentual de precipitación frente al cambio climático para el periodo 2011-2040.



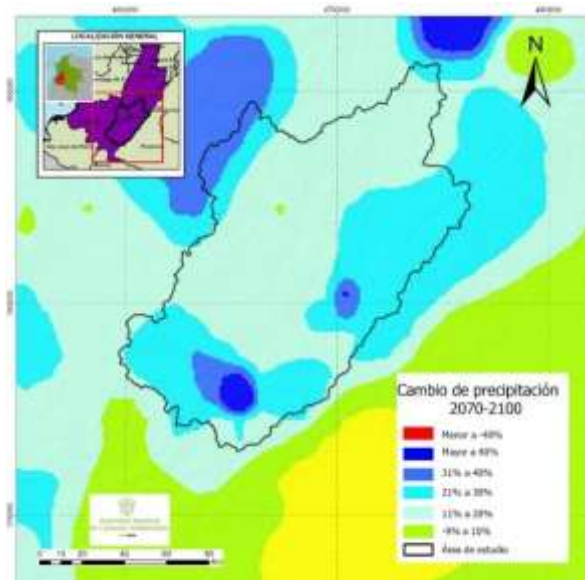
Fuente: ANLA, 2024. Basado en IDEAM (2017)

**Figura 117.** Escenario de cambio porcentual precipitación frente al climático para el periodo 2041-2070.



Fuente: ANLA, 2024. Basado en IDEAM (2017)

**Figura 118.** Escenario de cambio porcentual precipitación frente al climático para el periodo 2071-2100.



Fuente: ANLA, 2024. Basado en IDEAM (2017)

Con respecto a la precipitación total anual del área regionalizada, se proyecta incrementos entre 11% a 40% en los municipios Jambalo, Inza, Páez, Silvia, Teruel, Palestina, Pitalito, Rivera, Campoalegre, Yaguará, Hobo,





Garzón, Gigante, Altamira, Agrado, Tarqui, Pital, Algeciras, Tesalia, con áreas afectadas del 50 al 96%. Esta situación será mayor para municipios como Páez, Jámalo, Palestina, Pitalito, Garzón y parte de Agrado ubicados sobre las regiones del Macizo Colombiano, la cordillera y la zona central de la región del valle del río Magdalena (PICCH, 2014). En general para fin de siglo el área regionalizada podrá incrementar el promedio de las precipitaciones anuales en un 17,24 %, particularmente, en los municipios de Aipe, Pitalito y Jámalo podrán incrementar entre 30% y 40% el valor de precipitación respecto al actual (IDEAM, 2015).

Con base en lo mencionado anteriormente, el área regionalizada se puede ver afectada con el marcado aumento de lluvias, pues se esperan eventos de inundaciones más frecuentes y de avenidas torrenciales, que, a su vez, generaría un aumento de plagas y enfermedades, debido a precipitaciones adicionales (IDEAM, 2015).

De manera complementaria a este ejercicio, en este documento se realizó un análisis de las condiciones de oferta, demanda y calidad del recurso hídrico superficial bajo escenarios de cambio climático en la cuenca del río Magdalena, con el fin de conocer el comportamiento de estos recursos en el área de estudio ante las variaciones esperadas de precipitación y temperatura.

Para el componente hídrico superficial se realiza una simulación de un modelo hidrológico para la cuenca del Alto río Magdalena, donde se estimaron caudales diarios y caudales extremos asociados a periodos de retorno (máximos y mínimos), donde se estima la oferta hídrica total y disponible. Bajo la estimación de índices hídricos, se observa que toda la cuenca está clasificada como altamente deficitaria de agua para cada una de las subcuencas, lo que indica un desequilibrio entre la precipitación recibida y la demanda hídrica atmosférica, generando un déficit de agua. Por ello, se requieren medidas de manejo enfocadas en la reforestación, el uso eficiente del agua

Con respecto a los embalses, el caudal mínimo del Quimbo es considerablemente menor en comparación al embalse de Betania. A medida que aumenta el periodo de retorno, los valores del caudal disminuyen, por lo tanto, las condiciones hidrológicas se vuelven más críticas en periodos de retorno más largos, además, la oferta hídrica disponible y la demanda hídrica extraída de los permisos de concesión de los expedientes, presentan índices que pueden ir de bajo a crítico, lo cual indican un incremento en las sequías prolongadas y una reducción en aportes de agua a la cuenca. Esto resalta la necesidad de una gestión eficiente del agua especialmente en épocas de sequías, donde se optimice el uso de agua en periodos de bajo caudal, por ello, es necesario gestionar monitoreos y ajustar constantemente obligaciones, especialmente en escenarios de cambio climático donde se proyecta cambios en los patrones de precipitación y por lo tanto en los caudales mínimos. Además, teniendo en cuenta que la hidroeléctrica de Betania no cuenta con obligación de cambio climático, es indispensable implementar obligaciones con caudal ambiental con el fin de garantizar la conservación y/o mejora de los servicios ecosistémicos.

## **D. AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Con el fin de tener una línea base que permita implementar medidas de adaptación a la variabilidad y cambio climático, es necesario tener en cuenta las condiciones de amenaza, y vulnerabilidad para la identificación de riesgos climáticos a gestionar en el área de estudio

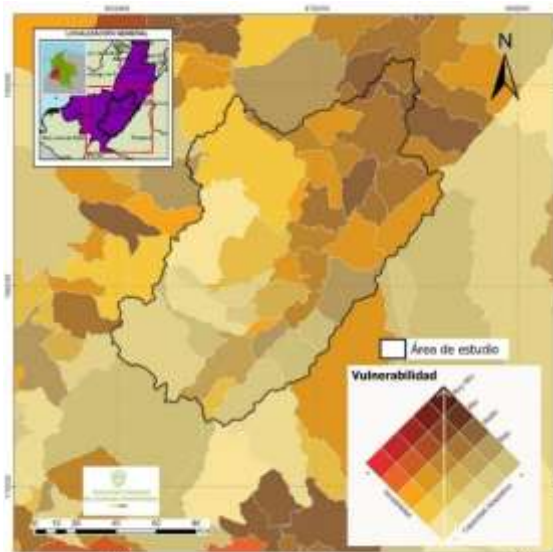
Los impactos por cambio climático no dependen únicamente de las amenazas que emana la variabilidad climática, sino también involucra variables de exposición y la vulnerabilidad al cambio climático. La exposición es generalmente un factor determinante del riesgo, siendo específico de la amenaza por cambio climático, mientras que la vulnerabilidad resulta de una amplia gama de factores como condiciones socioeconómicas en





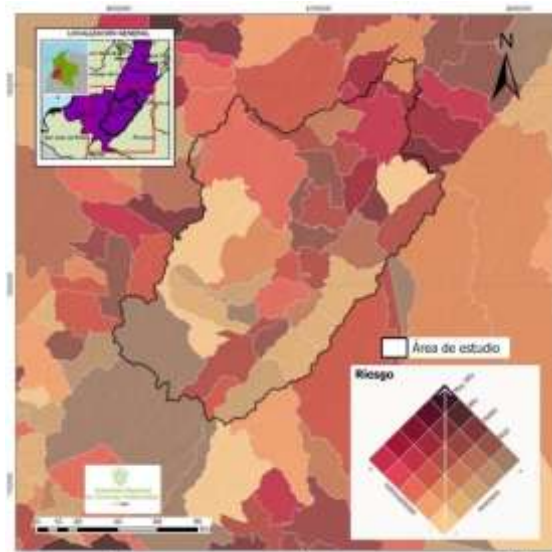
el caso de los sistemas humanos. El riesgo se genera por la combinación de la probabilidad de un evento climático desfavorable con la vulnerabilidad y exposición del sistema (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERIA, 2017)

**Figura 119.** Escenario de vulnerabilidad por cambio climático de acuerdo con la TCNCC.



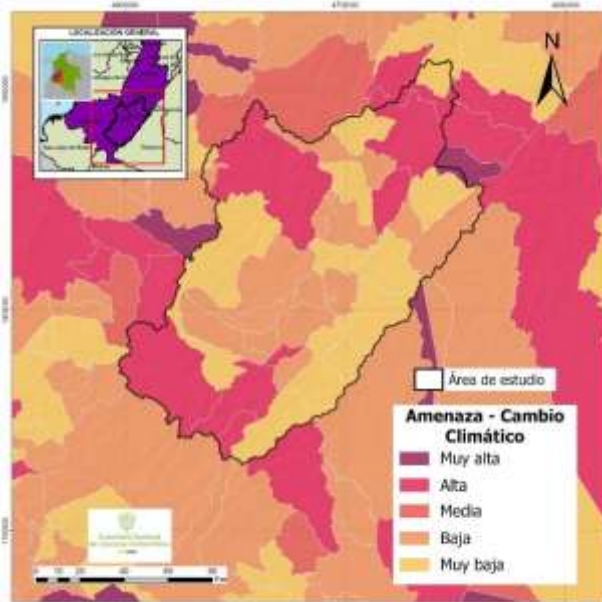
Fuente: ANLA, 2024. Basado en IDEAM (2017)

**Figura 120.** Escenario de riesgo por cambio climático de acuerdo con la TCNCC.



Fuente: ANLA, 2024. Basado en IDEAM (2017)

**Figura 121.** Escenario de amenaza por cambio Climático de acuerdo con TCNCC.



Fuente: ANLA, 2024. Basado en IDEAM (2017)

Según el Plan de Cambio Climático Huila (PCCH) las condiciones climáticas actuales de precipitación y temperatura, las cuales fueron comparadas entre dos periodos (1971-2000 y 2011-2040), se proyecta que el





departamento del Huila será más caliente y seco en un futuro. En el norte del departamento se presentan los menores niveles de exposición (cambio de temperatura y precipitación) y hacia el sur los mayores (PCCH, 2014).

En cuanto a la biodiversidad y recurso hídrico, presentan una vulnerabilidad muy alta según los rangos establecidos, pero en conjunto con las otras dimensiones: seguridad alimentaria, salud, hábitat humano e infraestructura, su contribución es baja en el valor total de vulnerabilidad para el departamento. Cabe destacar que los municipios de mayor vulnerabilidad en el departamento son Neiva, Yaguará y Teruel (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERIA, 2017). La biodiversidad y seguridad alimentaria tienen sensibilidad muy alta, y en conjunto con las demás dimensiones su contribución impacta de manera significativa el valor total de sensibilidad para el departamento (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERIA, 2017). El hábitat humano, infraestructura y biodiversidad tienen capacidad adaptativa alta y media, por lo que, en conjunto, tienen un alto peso en el valor total para el departamento (IDEAM, 2017).

Los municipios de Rivera, Yaguará, Neiva, Tello, Palermo y Teruel muestran los mayores valores de riesgo por cambio climático en el departamento. Las dimensiones analizadas muestran que la seguridad alimentaria, biodiversidad y recurso hídrico, deben ser prioritarios para el departamento, puesto que los valores están entre altos y muy altos en riesgo y en general, en conjunto con las otras dimensiones tienen una contribución relevante al riesgo total por cambio climático (IDEAM, 2017).

Los municipios de Palestina, Santa María, Saladoblanco, Isnos, Oporapa, Acevedo, San Agustín, Íquira, Teruel, La Argentina, La Plata y Pitalito: aunque presentan un impacto potencial y vulnerabilidad variados, se caracterizan por soportar una mayor amenaza en reducción de la precipitación, una mayor sensibilidad ambiental, una cobertura forestal de mayor extensión con menos cambios y una menor escorrentía que los demás municipios. En capacidad adaptativa, tiene un desempeño menor en la distribución de tierras, desempeño fiscal, rendimiento de cultivos, inversión ambiental, el índice de desarrollo humano (IDH) y el índice de calidad de vida (ICV) (PCCH, 2014). En cuanto al desempeño, los municipios de Guadalupe, Suaza, Timaná, Agrado, Elías, Tarqui, Pital, Tesalia, Altamira, Nátaga, Paicol y Aipe se caracterizan por tener una mayor amenaza de cambio de temperatura, menor representatividad de áreas protegidas, mayor conflicto por uso de tierras, un aumento en ocurrencia de plagas (dengue). Para los otros indicadores muestran un desempeño intermedio, con excepción de la inversión en gestión del riesgo, que es relativamente más baja con respecto a los otros municipios (PCCH, 2014).

Los municipios de Neiva, Rivera, Baraya, Tello, Campoalegre, Gigante, Algeciras y Garzón se caracterizan por tener en general un mejor desempeño en la mayoría de los indicadores de capacidad adaptativa, con excepción de la inversión en gestión del riesgo, la inversión en ambiente y el índice de ruralidad. Los municipios de Hobo, Villa vieja, Palermo, Yaguará y Colombia, aunque se distingue por presentar un mejor desempeño en cuanto a la inversión en gestión del riesgo, en ambiente y por tener un mayor índice de ruralidad; también muestra menor variedad en sus cultivos (PCCH, 2014).

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, es importante definir estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático, la gobernación del Huila como los municipios deben promover una mejora en el índice de condiciones de vida (ICV) total, índice de desempeño fiscal, en la representatividad de ecosistemas en áreas protegidas y en el cambio de uso del suelo. Asimismo, desarrollar estrategias apropiadas para disminuir la escorrentía y el índice de sensibilidad ambiental (PCCH, 2014).



En algunos municipios dentro del área regionalizada que pertenecen al departamento del Cauca la seguridad alimentaria es la dimensión que tiene una mayor contribución por la amenaza en cambio climático, mientras que el hábitat humano tiene una mayor contribución para la sensibilidad y capacidad adaptativa del territorio (PIGCCT, 2016). Según el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial del Cauca 2040, en todas las dimensiones (seguridad alimentaria, recurso hídrico, biodiversidad, salud, hábitat humano, infraestructura), se aprecian niveles entre medios y muy altos, haciendo que la vulnerabilidad del territorio se origine a partir de los componentes de recurso hídrico, hábitat humano y biodiversidad, especialmente en los municipios de Santa Rosa, Inzá, Puracé y Páez (PIGCCT, 2016 & IDEAM, 2017). Es importante priorizar instrumentos, como los POMCAS, los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, los cuales señalan estrategias como: la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, proteger, y/o restaurar la cuenca hidrográfica; la incorporación de acciones como el desarrollo forestal, producción sostenible, áreas protegidas, manejo de cuencas hidrográficas y ecosistemas estratégicos; la adopción de un sistema de alertas de los niveles de crecimiento y decrecimiento de agua (SAT), ante situaciones de emergencia. Por último, es indispensable ajustar e imponer obligaciones a todos los proyectos que impliquen condiciones de amenaza, riesgo y vulnerabilidad en el territorio, esto para reducir la sensibilidad y mejorar la capacidad adaptativa de los componentes hídrico y biodiversidad para el departamento, ya que por demanda de agua y vulnerabilidad por desabastecimiento puede afectar a más del 40% de las cuencas del Cauca (CRC, 2013). Esto sumado a los altos índices de contaminación por vertimientos y a las presiones sobre ecosistemas de bosque asociados a las cuencas (PIGCCTC, 2016).

Según el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del Cauca (PIGCCTC, 2016), las dimensiones de hábitat humano y salud muestran valores altos en cuanto a sensibilidad, esto es relevante, ya que, por su capacidad adaptativa, las condiciones de ruralidad, déficit de vivienda, saneamiento básico, los marcados niveles de pobreza, entre otros, incrementan posibilidades de ser negativamente impactado por el cambio climático (PIGCCTC, 2016).

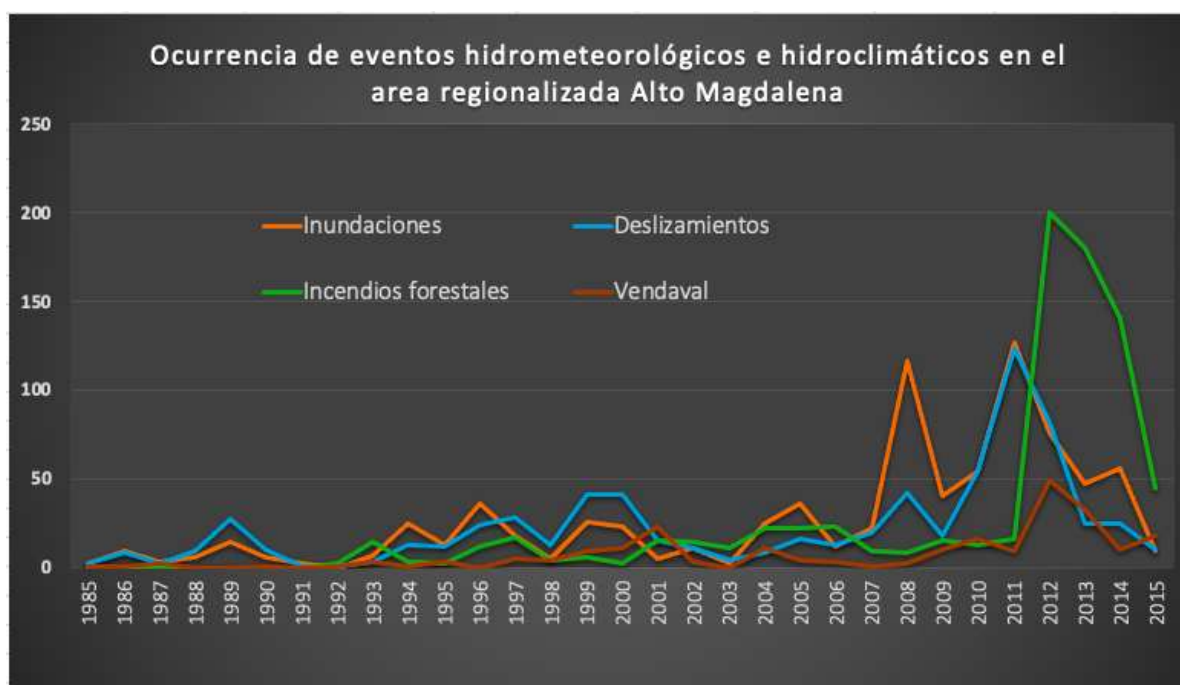
La seguridad alimentaria, biodiversidad y recurso hídrico, también requieren la identificación de acciones, toda vez que la contribución de la capacidad adaptativa sobre estas dimensiones tiene valores entre bajos y muy bajos, los niveles de riesgo y vulnerabilidad tiene valores entre altos y muy altos que contribuyen al riesgo por cambio climático en la SZH (IDEAM, 2017).

Cabe resaltar que los boletines sobre la deforestación del IDEAM del año 2014 (esto según el PIGCCTC) muestran reducciones de la cobertura boscosa que no solo impactan la biodiversidad sino también los niveles de emisiones de GEI en el departamento, pues los subsectores y/o actividades más significativas en la generación de emisiones son la remoción de leña y carbono de suelos en bosques naturales, asociados al uso de combustible para cocción, funcionamiento de hornillas paneleras, producción de ladrilleras, también por la transformación de tierras con bosque natural en pastizales, ampliación de frontera agrícola y por sistemas productivos de alto impacto y además, por el ejecución de proyectos, obras, o actividades objeto de licenciamiento ambiental en la región. Estos procesos aceleran la degradación de la cobertura forestal, fragmentando los ecosistemas (paramos, bosques, humedales altoandinos, entre otros) y provocando pérdidas de diversidad biológica (PIGCCTC, 2016 & PCCH 2014)

## E. EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS E HIDRO CLIMATOLÓGICOS

El cambio climático hace que los eventos extremos sean cada vez más frecuentes (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2014; United Nations Environment Programme (UNEP), 2012)., Colombia es un país que por sus características geográficas es propenso a la ocurrencia de desastres naturales y ha aumentado progresivamente la vulnerabilidad a riesgos climáticos. Con tendencias a deslizamientos en zonas altas del país, donde la deforestación y la erosión hace que estos eventos sean más frecuentes y en el caso de las zonas bajas los eventos de inundaciones son los que causan mayores consecuencias (Banrep, 2023)

Figura 122. Ocurrencia de eventos hidrometeorológicos e hidro climáticos en el área regionalizada Alto Magdalena de acuerdo con la TCNCC, para un periodo de 30 años.



Fuente: IDEAM, 2017

Según la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC), el área regionalizada se ha visto afectado históricamente por eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, e hidrometeo-geomorfológicos, meteopiroecológicos e hidro climáticos como inundaciones, deslizamientos, vendavales e incendios forestales en los últimos 30 años (entre 1985-2015). Se han registrado 833 eventos de inundación (eventos hidrometeorológicos), 375 eventos de incendios forestales (eventos meteopiroecológicos), 722 eventos de deslizamientos y 423 eventos de vendaval, (IDEAM, 2017), donde la mayoría de los eventos se reportan entre los años 2011 a 2015. Durante ese periodo, los 4 años donde se registraron mayores frecuencias en los eventos de inundación fueron los años 2008, 2010, 2011 y 2012, donde se reportaron 116, 54, 126 y 76 eventos respectivamente. Con relación a los incendios forestales en los años 2012, 2013, y 2014 presentaron 200, 180 y 141 eventos reportados; en deslizamientos, en los años 2010, 2011, 2012 se reportaron 54, 123, y 82 eventos y en el caso de los vendavales los 3 años con mayor registro fueron 2010, 2012 y 2013 con 16, 49 y 33 eventos reportados (IDEAM, 2017)



Así, según la ilustración (10), los años 2011 y 2012 tienen los mayores registros en inundaciones y deslizamientos, eventos que se relacionan con el fenómeno de la Niña, puesto que se presentó en el mismo periodo de tiempo (BANREP, 2023). Por otro lado, según la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), el fenómeno del Niño en 2014-2016 venía con unas condiciones de temperatura del océano superiores a las históricas, con una intensidad catalogada como super fuerte. Situación que, en términos de impactos, propiciando mayores condiciones adversas relacionadas con los eventos de incendios forestales reportados entre los años 2011 a 2015.

## F. INVENTARIO DE GASES EFECTO INVERNADERO

Con el fin de conocer las principales fuentes de Gases de efecto invernadero de la región de Alto Magdalena, se tuvo en cuenta el Plan de Cambio Climático del Huila (PCCH) y el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial del Cauca (PIGCCTC).

Según el PCCH las principales actividades productivas del departamento con el fin de estimar y caracterizar sus emisiones de GEI, se tuvieron en cuenta cinco sectores:

1. Energía y consumo de combustibles.
2. Procesos industriales y usos de productos.
3. Actividades agrícolas.
4. Usos del suelo y cambio de cobertura.
5. Generación y disposición de desechos.

Las emisiones totales de GEI para el departamento del Huila fueron 5.317 Gigagramos de CO<sub>2</sub> Eq representando el 2,95% de las emisiones del país reportadas en el Inventario Nacional de GEI. Estas emisiones se consideran altas pues se tiene en cuenta que el departamento representa apenas el 1,74% del PIB del país. El sector que mayor emisión genera es el de energía (especialmente, el subsector transporte terrestre (46%) por el incremento de transporte pesado, en particular de petróleo crudo), con un total de 1.834 Gg de CO<sub>2</sub> Eq, los cuales representan el 34,51% del total de las emisiones. Le siguen los sectores de uso del suelo y cambios de cobertura con el 29%, y la agricultura con el 24,5%, este último, genera 1.304 Gg CO<sub>2</sub> Eq emisiones de GEI.

Para la creación de estrategias de mitigación, se considera relevante:

- Para sector energía: Desarrollar estudios de investigación y acciones que potencien el uso de biocombustibles, sistemas de transporte masivo, uso de energías renovables y uso de energía eficiente en sectores residenciales de la región.
- Para sector uso del suelo: definición de políticas de regulación para lograr usos óptimos del suelo, control de la erosión de suelos, rotación de cultivos y políticas que consideren el valor de los bosques, conservación de reservorios de carbono, aumentar áreas de conectividad entre áreas boscosas, restauración de suelos, establecer sistemas agroforestales, etc.
- Para sector agrícola: incorporar estrategias de transferencia de tecnología, adoptar buenas prácticas, optimizar uso del suelo (rotación de cultivos), optar por agricultura orgánica y disminución de fertilizantes, también, impulsar desarrollo de biodigestores para transformar residuos de agricultura en gases que produzcan energía eléctrica.





Para el caso del departamento del Cauca, el sector forestal, agropecuario, industrias manufactureras y de la construcción son aquellos que más emiten gases de efecto invernadero (GEI). El sector forestal contribuye con casi en el 50% de las emisiones (IDEAM et. al. 2016) y acumulan un total de 2.539 ktCO<sub>2</sub>eq, equivalentes a remoción de leña en bosques naturales, deforestación por cambio de coberturas, incendios forestales. El sector agropecuario es la segunda fuente de generación de emisiones aportando el 24% del total del departamento, acumulando un total de 0.809 ktCO<sub>2</sub>eq, lo que es equivalente a fermentación entérica, estiércol, orina de ganado y animales en pastoreo, la transformación de humedales para la agricultura, uso de fertilizantes para cultivos, el uso de combustibles, mineralización del nitrógeno, entre otras. Por último, el sector manufacturero y de la construcción generan el 14.5% de las emisiones totales del departamento, en el están incluidas el uso de combustibles fósiles, tratamientos de aguas residuales, el uso de combustibles para transporte, uso de hidrofluorocarbonos (HFCs). Se estima que en próximos años las emisiones crezcan 1,7% anual, lo que se esperaba que en 2030 se generen emisiones de 7,9 Gg de CO<sub>2</sub> -eq /año.

Las acciones que se han tomado para recuperar y conservar las áreas degradadas de bosque se han fortalecido, como el uso de energías alternativas, además, la reducción de precios de paneles solares estimulara la transición a nuevas tecnologías.

## **G. MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN**

Para la adaptación y mitigación al cambio climático, es importante tomar acciones prioritarias en pro de evitar la generación de emisiones, para ello es indispensable tener un inventario o cuantificación de las GEI para las actividades y/o proyectos que se presenten en el área regionalizada, incluyendo la definición de políticas de regulación orientadas a lograr usos óptimos del suelo, el control de la erosión del suelo, acciones de adaptación basadas en ecosistemas tales como restauración y enriquecimiento de bosques para proteger el caudal ecológico, planificación del uso y aprovechamiento del recurso basado en escenarios de cambio climático, construcción de infraestructura para el control de inundaciones, inclusión de variables de riesgo asociadas a las variaciones de precipitación a causa del Cambio Climático en la planificación del proyectos, entre otros, además, de establecer medidas efectivas de mitigación, así como imponer la obligación de cambio climático a proyectos en todas las etapas (construcción, operación y desmantelamiento), principalmente para proyectos de hidrocarburos, los cuales tienen mayor presencia en el área regionalizada Alto Magdalena.



## XVI. ANÁLISIS INTEGRAL DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

Los impactos acumulativos se definen como aquellos que resultan de efectos sucesivos, incrementales, y/o combinados de proyectos, obras y/o actividades, o cuando se suman a los efectos de otros emprendimientos existentes, planificados o razonablemente previsibles (ANLA, 2018). En otras palabras, no es más que el efecto incremental, con respecto a una base de referencia espacial y temporal, experimentada por un componente ambiental de valor (VEC) al considerar, además de los causados por un proyecto en particular, los efectos de otros proyectos pasados, presentes y futuros.

El componente ambiental de valor (también conocido como VEC por sus siglas en inglés) se define como un atributo ambiental o social que ha merecido la calificación de valioso o importante para determinar la forma cómo será modificado al interactuar sobre él varios proyectos ya ejecutados, en proceso de ser implementados o planificados para ser ejecutados en un futuro razonable. Dicho de otra manera, un VEC es un elemento socioambiental que se considera importante para la evaluación y gestión de impactos y riesgos acumulativos.

A continuación, se describe, de forma detallada, la metodología implementada para la definición y delimitación espacial y temporal de los componentes ambientales de valor, así como los lineamientos empleados para la identificación y evaluación de los impactos de carácter acumulativo en el área acotada para el desarrollo del presente análisis de índole regional.

A partir de la sumatoria de impactos ambientales asociados a proyectos existentes y factores ambientales u otras actividades socioeconómicas desarrolladas en la zona de interés, en conjunto con los posibles impactos derivados de proyectos futuros en el área de estudio, se definen los impactos razonablemente previsibles.

### A. IMPACTOS PRESENTES

#### - Proyectos licenciados ANLA

En primera instancia, se tienen en cuenta aquellos impactos ambientales relacionados con los proyectos licenciados por la ANLA, y que cuentan con permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, para los cuales se identifica un total de **233 impactos**, correspondientes a **23 de las 36 categorías estandarizadas (CEI)**. Dicho esto, las categorías de impactos más frecuentes son: Alteración a comunidades de fauna terrestre, Alteración a comunidades de flora, Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, y Alteración de la estructura ecológica del paisaje.

Al hacer una revisión sectorial, se encuentra que el sector de hidrocarburos es el que cuenta con mayor número de impactos, no solo en CEI (**23**), sino también en frecuencia (**160**), lo cual es coherente con la importancia de dicho sector económico en el área de estudio, representado en una alta confluencia en la cantidad de proyectos. Por su parte, los sectores de infraestructura y energía presentan un total de **7 y 13 impactos** a partir de la CEI, respectivamente, y una frecuencia total de **58**. Aquí, vale la pena mencionar la presencia de las hidroeléctricas Quimbo (LAM4090) y Betania (LAM2142), proyectos de importancia a nivel regional, cuya influencia en la región se refleja en **doce (12) impactos negativos**: Alteración a comunidades de fauna terrestre; Alteración a comunidades de flora; Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres; Alteración de la estructura ecológica del paisaje; Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico superficial; Alteración en los niveles de presión sonoras en el agua; Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos; Alteración a la hidrobiota incluyendo



la fauna acuática; Alteración de la geoforma del terreno; Alteración de las condiciones geotécnicas; Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial; y Alteración hidro geomorfológica de la dinámica fluvial lacustre y/o del régimen sedimentológico; de los mencionados, los seis primeros compartidos por ambos proyectos.

Finalmente, y en aras de entender el impacto de los permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en el área de estudio, es importante mencionar que las ocupaciones de cauce son las que se presentan en mayor frecuencia en el área de estudio (1155), seguidas por la captación de aguas superficiales (182); es de relevancia, en tanto tales permisos se relacionan directamente con los impactos de alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico superficial, alteración en los niveles de presión sonoras en el agua, alteración hidro geomorfológica de la dinámica fluvial lacustre y/o del régimen sedimentológico, alteración de la geoforma del terreno, y alteración de las condiciones geotécnicas

### - Actividades fuera de licenciamiento

A partir de la caracterización socioeconómica de la región, se identificaron actividades con impactos ambientales como la agricultura, ganadería, minería, turismo e industria alimentaria. Esta caracterización reveló que dichas actividades predominan en el área y tienen el potencial de generar efectos adversos en el entorno. Para profundizar en los impactos, se realizó una revisión bibliográfica, consultando estudios de impacto ambiental, normativas vigentes y publicaciones académicas, y adaptando los resultados a las categorías de la ANLA.

En cuanto a la minería, la revisión cartográfica del mapa de tierras de la Agencia Nacional de Minería (ANM) indica que en el área de estudio hay un total de 184 polígonos relacionados con títulos mineros activos, tal como se evidencia en el visor cartográfico de dicha entidad. Todos estos títulos se encuentran fuera de la jurisdicción de la ANLA, siendo gestionados por Corporaciones Autónomas Regionales (CAR). Este contexto es clave para evaluar los impactos ambientales asociados.

La agricultura intensiva tiene el potencial de causar una serie de impactos ambientales debido al uso excesivo de agroquímicos y fertilizantes. Esta situación conduce a la aceleración de la erosión del suelo, lo que degrada su estructura y disminuye su capacidad para retener agua y nutrientes (Saavedra Cuenca, 2010). Además, los sedimentos y contaminantes arrastrados por la erosión terminan en los cuerpos de agua cercanos, reduciendo la calidad del agua, lo cual afecta tanto a los ecosistemas acuáticos como a la disponibilidad de agua para consumo humano y agrícola (Vargas Galeano & Maldonado, 2019).

Por otro lado, la ganadería en esta región también genera impactos significativos. La mala gestión de los desechos orgánicos provenientes de esta actividad resulta en la contaminación de cuerpos de agua y contribuye a la degradación del suelo (Gallo Aponte & Sanabria Rodelo, 2019). Según lo encontrado en la caracterización del componente hídrico en la subzona hidrográfica del río Páez, se identificó una sensibilidad moderada en la calidad del agua, debido a la acumulación de vertimientos contaminantes, muchos de los cuales provienen de las actividades ganaderas. Estos vertimientos aportan nutrientes como nitrógeno y fósforo, que favorecen procesos de eutrofización, lo que confirma la relación entre la mala gestión de los desechos orgánicos y la contaminación de los cuerpos de agua. El análisis indica que, aunque el caudal de vertimientos es bajo (0.14 l/s), su acumulación y constancia en el tiempo son suficientes para afectar la calidad del agua.

En cuanto a la deforestación para la creación de pastizales y el sobrepastoreo, estos son factores que agravan la erosión del suelo, reduciendo la productividad de la tierra y afectando los ecosistemas. (Mora Marín, Ríos Pescador, Ríos Ramos, & Almario Charry, 2017). Según lo encontrado en la caracterización, el 59.6% del área de



estudio en la subzona hidrográfica del río Yaguará e Iquira presenta cobertura relacionada con actividades ganaderas, lo cual contribuye significativamente a la degradación del suelo por la pérdida de vegetación nativa.

En relación con la minería, Los impactos generados por la minería en el área de estudio abarcan diversas áreas ambientales. Como se detalla en el diagnóstico regional, los principales efectos incluyen la alteración de la calidad del aire, producto del polvo y partículas suspendidas generadas por las actividades de extracción. Asimismo, se ha registrado una significativa alteración en la percepción visual del paisaje, debido a la modificación de áreas naturales por actividades mineras. La alteración de la cobertura vegetal es otro impacto notable, ya que la remoción de vegetación nativa ha afectado la estabilidad del suelo, incrementando los procesos erosivos. Además, la minería ha contribuido a la alteración de la calidad del recurso hídrico superficial, con el aumento de sedimentos en los ríos y cuerpos de agua, lo que ha disminuido la calidad del agua y exacerbado el riesgo de inundaciones en algunas áreas.

Por otra parte, el turismo no regulado ha tenido efectos ambientales significativos en la región del Huila, específicamente en zonas como el Desierto de la Tatacoa. Según el reporte regional, estas actividades han causado la fragmentación de hábitats naturales, afectando hasta un 20% de los ecosistemas protegidos, y perturbando especies sensibles. Además, el documento sobre turismo en la Tatacoa señala que la falta de regulaciones efectivas en áreas turísticas provoca una presión excesiva sobre los recursos naturales y contribuye a la degradación del suelo y los cuerpos de agua, exacerbando los problemas ambientales en la región (Giraldo Uribe, Sánchez Muñoz, & Ruiz Agudelo, 2020).

Las industrias alimentarias en el Huila generan importantes impactos ambientales, especialmente en la producción panelera y ganadera. En municipios como Isnos, se ha registrado un aumento en la deforestación, debido a la obtención de leña utilizada para la producción de panela. Asimismo, las emisiones de contaminantes al aire, como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, se asocian a la quema de llantas y otros materiales durante los procesos productivos. Además, los vertimientos sin tratar de aguas residuales han contaminado los cuerpos de agua, afectando tanto el recurso hídrico como la salud de las comunidades locales.

En este sentido, de acuerdo con la estandarización de los impactos ambientales, estos corresponden a: Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental, Alteración en el uso socioeconómico del suelo, Generación o alteración de conflictos socioambientales, Alteración a comunidades de flora, Alteración de la estructura ecológica del paisaje, Alteración en las condiciones geotécnicas, Alteración a la calidad del suelo, Alteración de las actividades económicas, Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos, Alteración de la concentración de contaminantes criterio y/o sustancias tóxicas en el aire.

## **B. IMPACTOS FUTUROS**

Finalmente, con el fin de realizar un análisis prospectivo detallado, se contempla el factor de cambio climático y los impactos relacionados con proyectos fotovoltaicos, proyectos de exploración de hidrocarburos, títulos mineros activos, así como la construcción de subestaciones y líneas de transmisión eléctrica.

### **- Cambio climático**

El cambio climático en la región podría generar impactos significativos sobre los recursos hídricos, alterando los ciclos hidrológicos y provocando variaciones en el régimen de lluvias. El aumento de las precipitaciones puede resultar en un aumento de la erosión del suelo, inundaciones, deslizamientos y deterioro de la calidad del agua, afectando tanto el medio ambiente como la economía local. En adición, estas variaciones en la precipitación podrían impactar la generación hidroeléctrica, fundamentales para la sostenibilidad de la región.



(Iglesias, Estrela, & Gallart, 2005). Estos cambios también pueden comprometer la seguridad alimentaria y la salud pública, con un aumento en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue. En el sector agrícola, se prevé una reducción en la productividad de cultivos clave para la región, como el café y el arroz, debido a cambios en las temperaturas y la precipitación, además de un mayor riesgo de plagas. El incremento de la temperatura, a su vez, tiene el potencial de provocar el desplazamiento altitudinal de ecosistemas como páramos y bosques de niebla, afectando su biodiversidad. (Gobernación del Huila & Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), 2014).

Según el modelo de recarga hídrica en el contexto del cambio climático, se proyecta un aumento significativo en la recarga media anual hacia 2040, 2070 y 2100, debido a una mayor frecuencia de precipitaciones intensas. Para el año 2100, se estima una recarga media diaria de 0.625 mm/día, en contraste con valores históricos más bajos como los de 2013 y 2022. Este aumento en la recarga puede generar impactos negativos, tales como avenidas torrenciales e inundaciones, especialmente en áreas vulnerables. Las proyecciones indican que la recarga máxima podría alcanzar hasta 2121.44 mm/día en 2070, lo que incrementa la probabilidad de eventos extremos de inundación, afectando los ecosistemas y las infraestructuras. En consecuencia, será necesario un monitoreo constante y la implementación de medidas de mitigación para manejar estos riesgos. Así pues, dentro de las CEI planteadas por esta Autoridad, se encuentra que los cambios generados por el cambio climático podrían reducirse a 9 categorías, las cuales son:

Alteración de la estructura ecológica del paisaje, Alteración a comunidades de fauna terrestre y/o Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, Alteración a comunidades de flora, Alteración de las actividades económicas, Alteración de la calidad del suelo, Alteración de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial, Generación o alteración de conflictos socioambientales y Alteración en las variables meteorológicas.

### - Proyectos fotovoltaicos

En relación con los proyectos fotovoltaicos, como los que se pretenden desarrollar en el área de interés, varios estudios (Abid, M et al (2023); Tawalbeh et al (2020); Bošnjakovic et al (2023); Yang et al (2023)) realizan un análisis de sus posibles impactos ambientales, desde la manufactura de los paneles fotovoltaicos, hasta su fase de desecho; sin embargo, y dada la naturaleza operativa de los proyectos planteados para el área de estudio, no se abordarán los impactos provenientes de la producción de paneles. Por consiguiente, se encuentra lo siguiente:

En la fase constructiva de sistemas fotovoltaicos se da un cambio en el uso del suelo, lo cual puede repercutir en la economía a nivel local por el cambio de uso de terrenos que estaban destinados a agricultura. Asimismo, la disposición de paneles en grandes extensiones constituiría en sí mismo un cambio en las unidades paisajísticas. Como aspecto a tener en cuenta en cuestiones de seguridad vial y aérea, es importante saber que en ocasiones los paneles fotovoltaicos podrían generar reflejo de la luz solar y afectar, por ejemplo, a conductores de vehículos, dado el caso de que el sistema fotovoltaico se encuentre junto a una carretera, así como el tráfico aéreo, de estar cerca de aeropuertos (FAA, 2018), por lo cual es necesario tomar medidas al respecto, más allá de que esto no constituya propiamente impactos ambientales.

Por otra parte, está la plausible pérdida, degradación y fragmentación de hábitats, reduciendo la riqueza y densidad de especies y desplazando poblaciones de vida silvestre; a esto se sumaría el efecto sombra de los paneles, que podría modificar la composición de especies y diversidad de hábitats subyacentes debido a cambios en los microclimas del aire y del suelo; además, existe la posibilidad de presentarse impactos asociados a los corredores ecológicos en una escala espacial mayor a la del proyecto, lo que se traduciría principalmente en una disminución de la permeabilidad de los corredores y de la fuerza de conexión, relacionada también con





la reducción en la longitud de dichos corredores. Finalmente, la tala de árboles, asociada a la reducción de coberturas vegetales para la instalación de paneles, implicaría en una menor absorción de CO<sub>2</sub> en la región.

Más allá de lo antes expuesto, se entiende que hay varios impactos ambientales asociados a los proyectos fotovoltaicos, dentro de los cuales destacan aquellos relacionados con la flora y fauna. Entonces, y en sintonía con lo realizado en otros apartados de la presente sección, se concluye que tales alteraciones podrían incluirse dentro de trece CEI definidas por esta autoridad: Alteración en la percepción visual del paisaje; Alteración en el uso socioeconómico del suelo; Alteración de las actividades económicas; Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres; Alteración a comunidades de flora; Alteración a comunidades de fauna terrestre; y Alteración de la estructura ecológica del paisaje.

### - **Proyectos de hidrocarburos**

En cuanto a los proyectos prospectivos de hidrocarburos, se encuentra un área disponible, denominada “Disponible Onshore”, y para la cual se toman como base los impactos identificados dentro del ejercicio de Jerarquización de Impactos de esta Autoridad para proyectos del sector de hidrocarburos, los cuales son un total de treinta (30) de las treinta y seis (36) definidas por esta autoridad: en proporción, la mayoría corresponden al medio abiótico (15); el medio socioeconómico le sigue con nueve (9) impactos; finalmente, el medio biótico contempla seis (6) impactos.

Al revisar el Tablero de Control de Jerarquización de Impactos de ANLA al 26 de septiembre del 2024, se evidencia que los impactos más recurrentes del sector de hidrocarburos son: Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial; Alteración de la cobertura vegetal; Generación y/o alteración de conflictos sociales; Alteración de la calidad del suelo; Alteración de la calidad del aire; Alteración en la percepción visual del paisaje; y Alteración a comunidades de fauna terrestre.

### - **Proyectos mineros**

Por su parte, en la prospectiva minera se encuentran 184 polígonos de títulos mineros vigentes al interior del área del presente Reporte de Análisis Regional. Dichos títulos corresponden, en su mayoría, a la explotación de materiales de construcción, como arenas y gravas; en menor medida, se identifican títulos para la explotación de minerales metálicos, como cobre, platino, oro y metales preciosos. Los impactos ambientales asociados a estas actividades estarían relacionados, preponderantemente, con la alteración a la calidad del aire; la alteración en la percepción visual del paisaje; alteración a la cobertura vegetal; alteración en la calidad del recurso hídrico superficial; alteración a comunidades de fauna terrestre; y Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres. Vale la pena mencionar que son un total de veintiséis (26) CEI de las treinta y seis (36) definidas por ANLA.

### - **Proyectos energéticos**

Por último, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) tiene dos áreas a disposición: Subestación Norte 115 kV – 230, y la de la línea de transmisión Altamira - Florencia - Doncello 115 kV. De acuerdo con Folch, Palau y Moresco (2012), las líneas de transmisión eléctrica afectan las unidades paisajísticas, así como la funcionalidad y conectividad ecológica, y la percepción social del territorio. Por su parte, Montoya (s.f.) menciona la afectación de los recursos naturales a partir de su consumo, generación de residuos, contaminación al aire, suelo y agua; asimismo, dice que el impacto más significativo asociado a estos proyectos es, en su etapa constructiva, el movimiento de tierra y la generación de material particulado; a nivel social, se daría afectación del patrimonio



cultural y afectación al uso del suelo, entre otros; con respecto al medio biótico, se señala, por ejemplo, la alteración de las coberturas vegetales, ahuyentamiento de fauna, y la colisión de aves.

En cohesión con lo descrito, y con lo realizado a lo largo de la presente sección, se analizan los impactos basados en la Jerarquización de Impactos realizada por la ANLA, y se encuentra que los impactos de mayor recurrencia serían la alteración a la cobertura vegetal; generación y/o alteración de conflictos sociales; alteración en la percepción visual del paisaje; alteración a comunidades de fauna terrestre; y alteración a la calidad del suelo.

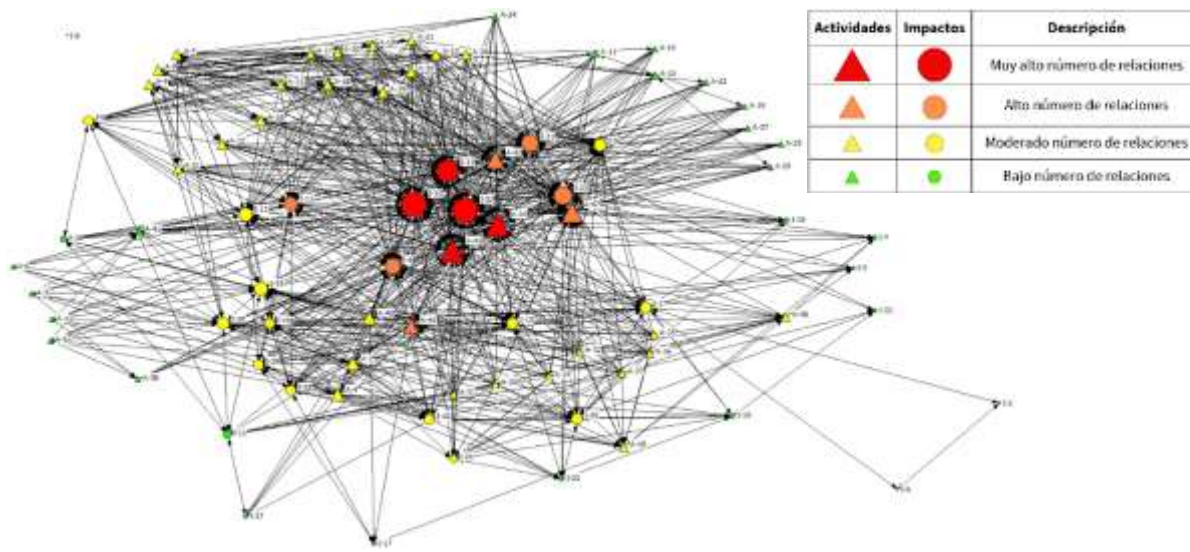
### - Modelación de sistemas complejos

Al margen de lo anterior, y con la finalidad de minimizar la incertidumbre en el proceso de identificación de los impactos de carácter acumulativo en el área de análisis regional, se desarrolló un ejercicio de modelación de sistemas complejos (MSC), el cual se sustenta en un análisis de relaciones de causalidad y permite realizar la priorización de impactos ambientales de acuerdo con su capacidad para interactuar con otros impactos (secundarios, terciarios, etc.) y el número de relaciones que se dan entre un elemento analizado (proyectos o impactos) y el resto los elementos. Dicho ejercicio contempla las siguientes fases, con base en lo planteado por Martínez (2013):

- I. Identificación de los proyectos potencialmente impactantes, tanto presentes y futuros, así como los estresores externos al licenciamiento ambiental, y las actividades socioeconómicas propias de la región de análisis y el cambio climático.
- II. Identificación de los impactos potenciales con base en el instrumento de Jerarquización de Impactos de la ANLA, que categoriza los impactos ambientales (CEI). La matriz de adyacencia elaborada se puede encontrar en el archivo anexo [Anexo\\_MatrizImpactos.xlsx](#)
- III. Priorización de los impactos ambientales de acuerdo con su capacidad para interactuar con otros impactos y el número de relaciones de causalidad que se dan entre los distintos elementos involucrados en el análisis (proyectos licenciados por la ANLA, prospectivas sectoriales, actividades socioeconómicas propias de la región, cambio climático y los impactos ambientales categorizados).

Para facilitar el análisis propuesto fundamentado en el MSC, se empleó el software UCINET 6.0, el cual permite graficar y analizar las redes generadas por las relaciones de causalidad identificadas en el área de estudio, que involucra el estudio de actividad-impacto potencial (análisis convencional), así como el análisis, desde el punto de vista potencial, impacto-impacto. La siguiente figura ilustra los resultados obtenidos, donde se diferencian los proyectos (tanto presentes como futuros), las actividades socioeconómicas fuera del licenciamiento ambiental y los impactos potenciales mediante la forma de los nodos (triángulos para los proyectos y actividades socioeconómicas y círculos para los impactos). Asimismo, el diagrama construido permite discernir la priorización del impacto mediante el color y el tamaño de los nodos (se empleó una escala de colores del verde al rojo, donde el verde señala pocas relaciones entre los elementos involucrados, mientras que, por el contrario, el rojo denota un mayor número de interacciones).

Figura 123. Diagrama de relaciones de causalidad



Fuente: ANLA, 2024.

Como se ilustra en la figura anterior, los nodos más grandes, y que tienden al color rojo, presentan mayor número de relaciones o interacciones y se ubican hacia el centro de diagrama de redes, mientras que los nodos más pequeños, y que tienden al color verde, presentan pocas relaciones y se ubican en la periferia del diagrama.

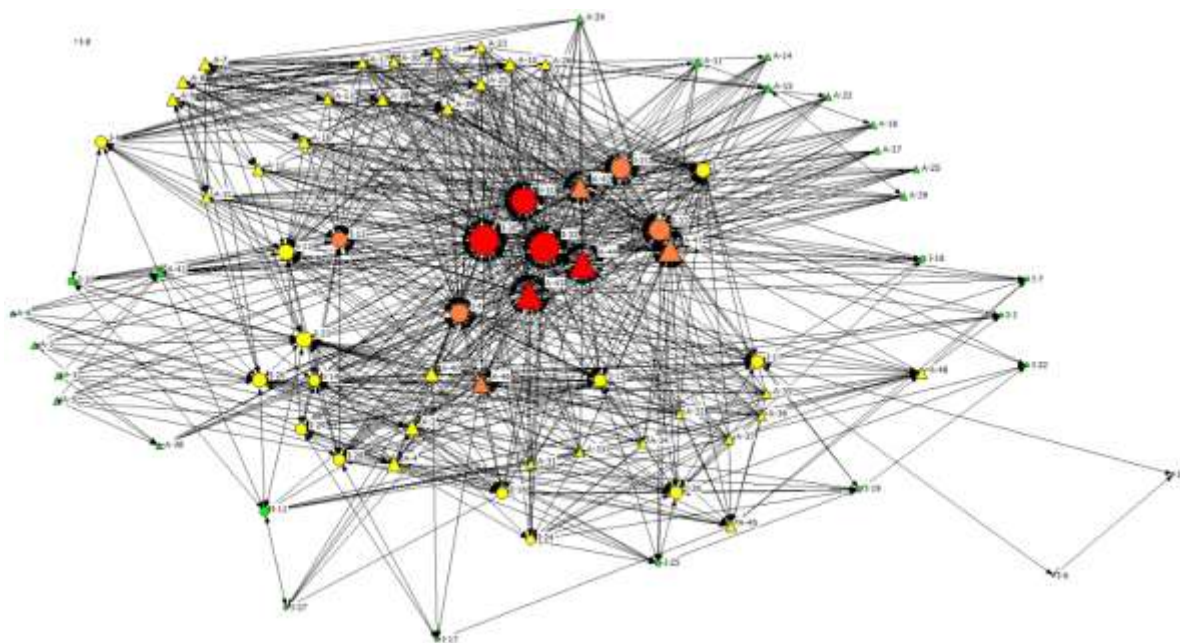
A grandes rasgos, el diagrama de redes construido permite identificar, a partir del número de relaciones de causalidad, los impactos potenciales que tienen un alto grado de importancia por ser consecuencia de varios proyectos presentes, las perspectivas sectoriales, las actividades socioeconómicas que tienen lugar en la región, el cambio climático e incluso derivados de otros impactos ambientales. En este orden de ideas, los impactos potenciales de mayor relevancia corresponden a los identificados como I-30 (Alteración a los ecosistemas y hábitats terrestres), I-31 (Alteración a comunidades de flora), I-32 (Alteración a comunidades de fauna terrestres), I-21 (Alteración en el uso socioeconómico del suelo) y I-23 (generación de conflictos socioambientales).

Conforme a lo expuesto, son estos los impactos de índole acumulativo que se identifican en el área de análisis regional delimitada para el desarrollo del presente reporte, lo cual mantiene coherencia con los componentes ambientales de valor VEC identificados a posteriori (hábitats de especies terrestres y las comunidades locales y acceso a los recursos naturales), en vista de que sobre estos atributos ambientales es donde se manifiestan los efectos agregados e incrementales de la totalidad de los proyectos (presentes y futuros) y las actividades socioeconómicas fuera del licenciamiento ambiental que se desarrollan en la región, además de los efectos potencialmente suscitados por el cambio climático como factor de estrés a largo plazo.

En adición lo descrito, y como se ilustra en el siguiente diagrama de redes, los elementos o atributos ambientales que reciben mayor número de presiones y que, bajo este contexto, tienen una alta probabilidad de sufrir efectos acumulativos, corresponden a los ecosistemas terrestres, la flora, la fauna, el recurso hídrico superficial y, en menor medida, el ámbito sociocultural.



Figura 124. Diagrama de relaciones de causalidad por atributos ambientales.



Fuente: ANLA, 2024.

### C. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO AMBIENTAL DE VALOR (VEC) Y DEFINICIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

A partir de una adaptación de las metodologías consultadas, así como de los ejercicios propios elaborados desde el Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo, los pasos propuestos para efectuar la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA) en una región o zona geográfica para los análisis regionales de la ANLA son:

1. Selección del VEC
2. Determinación de los límites espaciales del VEC
3. Descripción de las condiciones de base del VEC.
4. Selección de proyectos e identificación de actividades y estresores externos.
5. Identificación de impactos acumulativos
6. Evaluación y determinación de significancia de los impactos acumulativos sobre cada VEC
7. Definición de las medidas de gestión y mitigación de los impactos acumulativos sobre cada VEC

A continuación, se detalla la metodología implementada para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA) en el área delimitada para el desarrollo del presente Reporte de Análisis Regional (ver Figura 125).

Figura 125. Metodología de identificación y gestión de impactos acumulativos (EGIA)



Fuente: ANLA, 2024, a partir de BID, 2023.

## Actividad 1. Selección del VEC

La selección de los VEC es, en gran medida, el paso de mayor relevancia dentro del proceso de evaluación de impactos acumulativos, puesto que permite identificar los componentes ambientales y sociales considerados como clave por los distintos actores que tienen injerencia sobre una zona o territorio en particular. Dada esta circunstancia, es de vital importancia reconocer los impactos potenciales que son generados, de forma conjunta, por la totalidad de proyectos, obras o actividades que se reconocen en el área de análisis regional, tanto los existentes como los razonablemente previsibles o prospectivos.

Con la intención de llevar a cabo la selección de los VEC que tiene presencia en el área de estudio, se empleó una metodología basada en una matriz de ponderación que permite establecer las relaciones causa-efecto (actividades – impactos potenciales) que cuentan con el potencial de suscitar impactos incrementales o acumulativos de primer grado sobre distintos atributos ambientales y sociales que se detectan en la zona de interés. Dicha matriz, la cual se incluye como anexo al presente documento, surge de la adaptación de la metodología de diagramas de redes expuesta por el Banco Interamericano de Desarrollo – BID Invest en la “Guía Práctica para la Evaluación de Impactos Acumulativos en América Latina y El Caribe (2023)”.

A partir de la implementación de la citada metodología, además del criterio técnico del panel de expertos del Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo, se determinó que los VEC del área de estudio corresponden a los hábitats de especies terrestres y las comunidades locales y acceso a los recursos naturales, esto último en relación particular con la oferta y regulación del recurso hídrico superficial y el uso del suelo. Dichos resultados se ilustran en la **Tabla 60**:

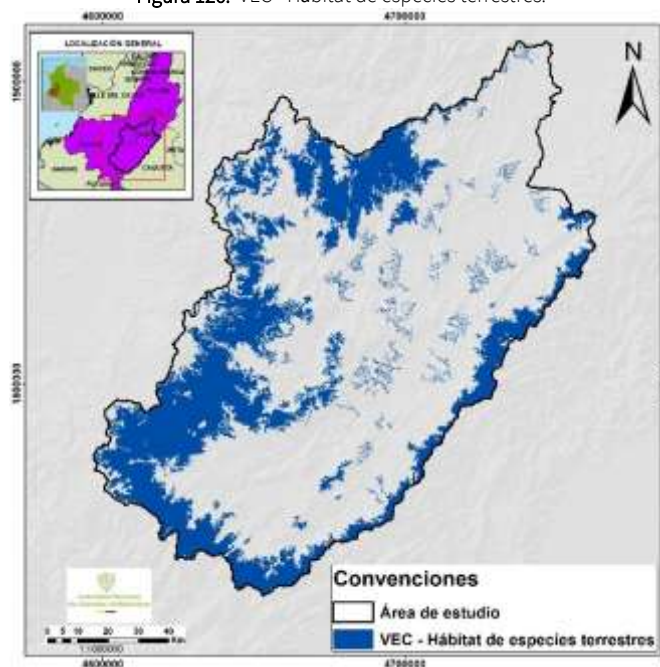


[illegible]

**VEC – Hábitat de especies terrestres:**

181

Figura 126. VEC - Hábitat de especies terrestres.

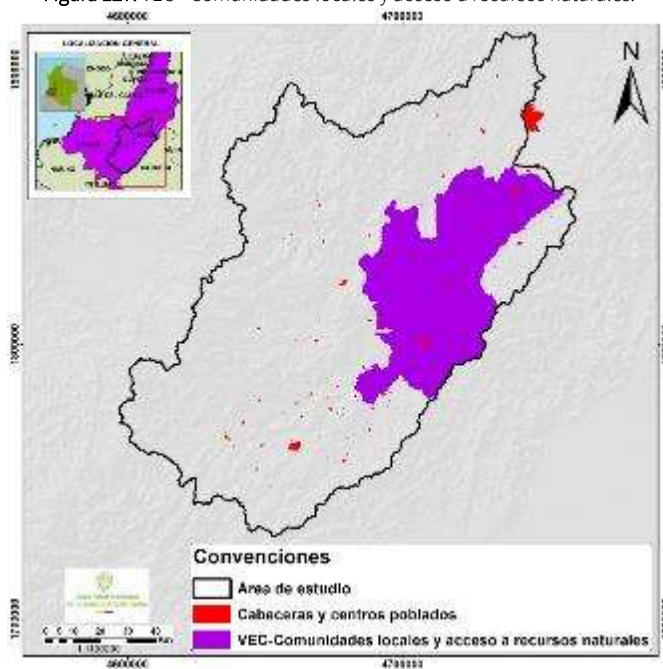


Fuente: ANLA, 2024.

#### **VEC - Comunidades locales y acceso a recursos naturales:**

Los límites espaciales de este VEC se definieron a partir las unidades territoriales (municipios) que integran las áreas de influencia de los proyectos, obras y/o actividades con alertas de conflictividad que corresponden a los expedientes LAM4090 con los municipios de Agrado, Altamira, Garzón, Gigante, Paicol y Tesalia (Huila); el expediente LAM2142 con los municipios de Yaguará, Hobo, Campoalegre y Gigante (Huila), y el expediente LAM1569 con los municipios de Garzón y Gigante (Huila). De igual manera, el reporte de Denuncias por Presuntas Infracciones Ambientales, la lectura territorial de los Gestores Territoriales, destacándose precisamente las manifestaciones de las comunidades locales de estos municipios y la incidencia que tienen estos proyectos a nivel regional, permitió determinar esta limitación. En la siguiente figura, se presentan los límites espaciales para este VEC.

Figura 127. VEC - Comunidades locales y acceso a recursos naturales.



Fuente: ANLA, 2024.

### Actividad 3. Descripción de las condiciones de base del VEC

**VEC - Hábitat de especies terrestres:** Según la modelación biótica para las especies venado de paramo (*Mazama rufina*), el mono cappuccino (*Sapajus apella*) y el ocelote (*Leopardus pardalis*) en el área regionalizada, se identifica que los ecosistemas en el que habitan son vitales, ya que proporcionan recursos, espacios de reproducción, supervivencia y a su vez, son refugios para las mismas. Algunas de estas especies por sus requerimientos ecológicos, se hacen más susceptibles a los cambios dentro de su hábitat, lo que representa un factor altamente sensible. Asimismo, los modelos muestran un alto costo en conectividad funcional, es decir, el movimiento de los organismos de un núcleo a otro se hace mucho más difícil, especialmente para el venado de paramo (*Mazama rufina*) y el Mono maicero (*Sapajus apella*), además, algunos proyectos licenciados se superponen con las áreas núcleo y núcleo - corredor en los tres casos. Estas especies por sus características en términos de nicho ecológico, conectividad funcional, ecología y su hábitat, las hace muy vulnerables a los cambios constantes que se presentan en su hábitat por la ejecución de proyectos, actividades, obras, entre otras.

**VEC - Comunidades locales y acceso a recursos naturales:** en el contexto del área regionalizada, las comunidades locales se encuentran en un entorno caracterizado por una rica diversidad natural, pero también por retos significativos relacionados con el acceso a recursos naturales. La población, compuesta por aproximadamente 1.346.191 habitantes, se distribuye entre un 55,77% en áreas urbanas y un 43,89% en zonas rurales, donde la economía se basa principalmente en la agricultura, la ganadería y la minería. A pesar de la abundancia de recursos hídricos superficiales, solo el 67,47% de la población tiene acceso a agua potable, lo que evidencia un nivel de vulnerabilidad medio. Las actividades agrícolas y ganaderas, que son predominantes en la región, demandan grandes cantidades de agua, y la competencia por este recurso se intensifica con la llegada de los proyectos del sector de hidrocarburos y energía (hidroeléctricas), que requieren grandes volúmenes para su funcionamiento. Esto complica aún más el acceso al agua, lo que puede comprometer no



solo la salud de las comunidades, sino también actividades económicas clave como la pesca y la agricultura, que dependen de un flujo hídrico adecuado.

A nivel general, en relación con el recurso hídrico y las condiciones de oferta, demanda y calidad del agua superficial, se observan varias generalidades. En primer lugar, se destaca una alta vulnerabilidad al desabastecimiento de agua en las subzonas hidrográficas (SZH) de los Ríos Directos al Magdalena, Ríos Directos Magdalena y Río Neiva durante años medios, debido a una elevada demanda hídrica multisectorial y a una moderada a baja capacidad de retención y regulación hídrica. En cuanto a la calidad del recurso, especialmente en el río Magdalena en las áreas de los embalses de Quimbo y Betania, se registran bajas concentraciones de oxígeno disuelto y altos niveles de demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), lo que indica una alta carga de materia orgánica degradable. Además, las concentraciones de fósforo total superan los 0,02 mg/L, lo que sugiere condiciones de eutrofización generalizadas. En relación con los criterios de calidad para uso agrícola establecidos en el Decreto 1076 de 2015, se evidencian excedencias en los valores permitidos para parámetros como cadmio, hierro, manganeso, molibdeno, coliformes fecales y coliformes totales. Por último, el Índice de Calidad del Agua calculado para la zona indica una calidad regular del agua durante las dos temporadas climáticas, seca y húmeda. El análisis hidrobiológico de los sistemas evaluados muestra una clara correlación entre la estructura de las comunidades hidrobiológicas presentes y la calidad del recurso hídrico. En el sistema Páez, la mejor calidad ambiental está reflejada en una estructura comunitaria con una mayor presencia de taxones y grupos especialistas indicadores con una condición adecuada, mientras que el sistema Magdalena presenta una condición menos favorable que se ve reflejada en el predominio de grupos indicadores de condiciones eutróficas, lo cual está en línea con la alta carga de materia orgánica y los niveles de oxígeno disuelto observados. Este patrón es similar al que se presenta en los embalses de Quimbo y Betania en donde la condición del recurso hídrico favorece la presencia de bioindicadores de eutrofia lo cual confirma el avance de este proceso.

Todo esto resalta la relación entre la calidad del recurso hídrico y el recurso edáfico, ya que el uso del suelo en la región no solo depende de la disponibilidad de agua, sino también de la calidad del suelo, que afecta directamente la fertilidad y la capacidad de retención de humedad. Los suelos degradados o mal gestionados disminuyen la producción agrícola y aumentan la vulnerabilidad ante eventos climáticos adversos. El estado del recurso edáfico es fundamental para el desarrollo sostenible, ya que influye en la capacidad de las comunidades para cultivar alimentos y mantener sus medios de vida.

#### **Actividad 4. Selección de proyectos e identificación de actividades y estresores externos.**

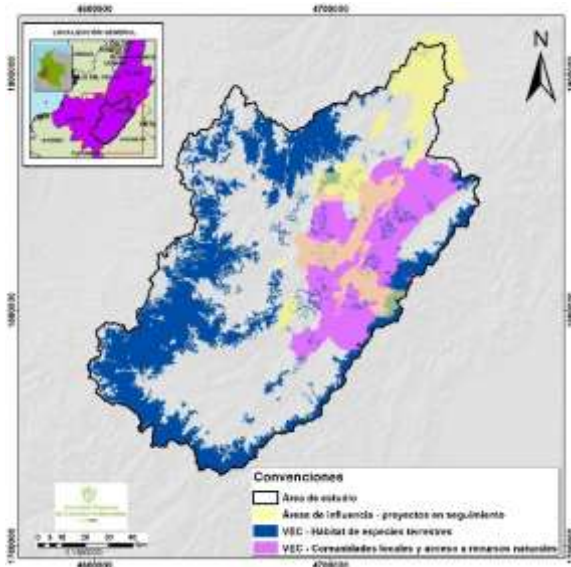
De acuerdo con el análisis espacial realizado, en donde se contrastaron las áreas de influencia de los proyectos en seguimiento y prospectivas sectoriales versus los límites definidos para cada VEC identificado, se determinó que para el VEC – hábitat de especies terrestres, los expedientes LAM0215, LAM1569, LAM1970, LAM2142, LAM2245, LAM2307, LAM2761, LAM3028, LAM3779, LAM4090, LAM4229, LAM5474 y LAV0027-14 son los que presentan una afectación potencial a este VEC. Por otro lado, en cuanto a prospectivas sectoriales, cinco polígonos del sector de hidrocarburos, 11 del sector de minería y uno del sector de energía son los que podrían presentar una afectación potencial sobre el hábitat de especies terrestres (ver Figura 128 y Figura 129).

Frente al VEC – comunidades locales y acceso a recursos naturales, los proyectos en seguimiento que representan una afectación potencial son LAM0989, LAM1659, LAM2142, LAM2245, LAM3028, LAM3703, LAM4090, LAM4229, LAM4919, LAM8821-00, LAM0027-00 y LAV0081-00-2017. En relación con las prospectivas sectoriales,



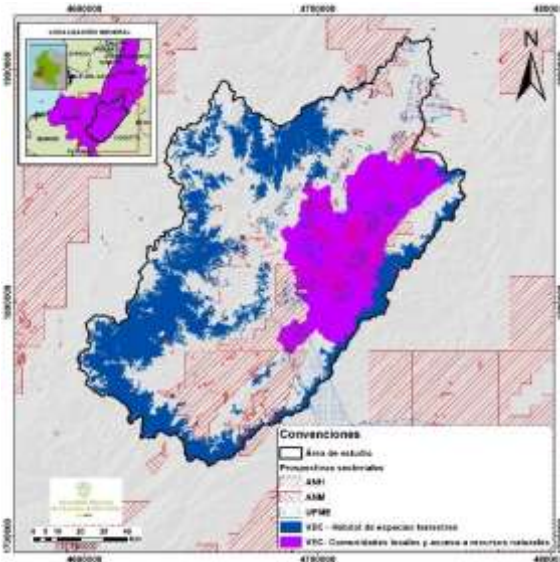
el sector de minería es el que podría presentar una mayor probabilidad de afectación a este VEC, pues espacialmente presenta cruce con 70 polígonos de desarrollo prospectivos, frente a los tres del sector de hidrocarburos y 1 del sector de energía (ver Figura 128 y Figura 129).

Figura 128. Áreas de influencia proyectos en seguimiento - VECs



Fuente: ANLA, 2024.

Figura 129. Prospectivas sectoriales - VECs



Fuente: ANLA, 2024.

## Actividad 5. Identificación de impactos acumulativos

**VEC – Hábitat de especies terrestres:** La **alteración de ecosistemas y hábitats terrestres** es el resultado, parcialmente, del desarrollo de proyectos relacionados con el sector de hidrocarburos, energía, minería e infraestructura, así como la expansión de la agricultura intensiva, entre otros. Estos proyectos, junto con las prospectivas de desarrollo futuro, representan una amenaza potencial al hábitat de especies terrestres al fragmentar o destruir sus entornos naturales, reduciendo significativamente la biodiversidad. Las consecuencias incluyen la pérdida de áreas clave para la supervivencia de diferentes especies, lo que provoca disminuciones en sus poblaciones, migraciones forzadas y, en algunos casos, extinciones. A su vez, la planificación de nuevos proyectos que no integren efectivamente la sostenibilidad ambiental podría incrementar los efectos de estos impactos, alterando aún más los ecosistemas y dificultando procesos ecológicos fundamentales como la polinización o la regeneración del suelo, poniendo en riesgo tanto a las especies como a los propios servicios ecosistémicos que sustentan la vida humana.

Asimismo, la **alteración a comunidades de flora** reduce la disponibilidad de alimento y cobertura para muchas especies, lo que afecta sus ciclos de vida y comportamientos reproductivos naturales. Este impacto se relaciona también con la fragmentación de hábitats, lo cual puede llevar a la reducción de poblaciones y en casos extremos a la desaparición local. Además, al alterar la flora, se debilitan procesos ecológicos importantes como por ejemplo la regulación del microclima y la retención de agua, incrementando así la vulnerabilidad de los ecosistemas y de las especies que dependen de ellos para su subsistencia. Lo anterior se relaciona también con las **alteraciones a comunidades de fauna terrestre**, en donde la interrupción de las interacciones naturales entre





depredadores y presas, así como la reducción de especies clave puede alterar el equilibrio de todo el ecosistema. A largo plazo, la pérdida de biodiversidad hace que se reduzca la capacidad del hábitat para sostener las especies, aumentando así la vulnerabilidad a cambios ambientales.

**VEC - Comunidades locales y acceso a recursos naturales:** de acuerdo con el análisis de integralidad, la interacción entre las comunidades locales y los proyectos de hidrocarburos e hidroeléctricos en el Huila ha generado una serie de factores que fomentan la “**generación y/o alteración de conflictos sociales**”, debido que las comunidades enfrentan dificultades para acceder a recursos vitales como el agua, provocando tensiones entre las poblaciones y las empresas. Este ciclo de conflicto no solo afecta la cohesión social, sino que también puede poner en riesgo la estabilidad económica de la región, desincentivando la inversión y generando incertidumbre. En este contexto, las comunidades locales, al sentirse afectadas, tienden a organizarse y movilizarse, respondiendo con resistencia y buscando alternativas; en este sentido, los conflictos pueden convertirse en catalizadores de cambio social, impulsando a las comunidades a exigir un mayor reconocimiento y participación en la gestión de los recursos naturales. Por ello, es fundamental transformar los conflictos en oportunidades para el diálogo y la colaboración, promoviendo un desarrollo que integre las necesidades y derechos de las comunidades locales.

Por otro lado, la expansión de actividades agropecuarias y la explotación de recursos naturales, ha generado “**alteración en el uso socioeconómico del suelo**”, transformando significativamente las dinámicas económicas de la región, donde la intensificación de la agricultura y la ganadería ha llevado a una alta ocupación del territorio, generando procesos de deforestación y degradación del suelo que afectan tanto la biodiversidad como la calidad del agua. Estas transformaciones impactan directamente a las comunidades locales, que dependen de estos recursos para su sustento. Además, la presión por el uso del suelo para proyectos de hidrocarburos, minería e hidroeléctricos ha desplazado a comunidades, alterando su forma de vida tradicional y transformando los conocimientos tradicionales sobre el manejo sostenible del entorno.

## Actividad 6. Evaluación y determinación de significancia de los impactos acumulativos sobre cada VEC

En la evaluación de efectos acumulativos (EGIA), los impactos no se miden en términos de la intensidad del estrés que una actividad o proyecto determinado puede propiciar sobre el ambiente, sino a la respuesta que el VEC puede tener a dicho estrés y, en última instancia, a la magnitud o significado del cambio ocasionado en la condición o estado final del VEC.

Algunos receptores son más resistentes a las presiones que otros, por lo tanto, es importante incluir dentro del análisis de los impactos acumulativos aspectos asociados a la sensibilidad y la vulnerabilidad de los componentes ambientales valorados. En la siguiente figura se presenta la matriz empleada para determinar el grado de significancia de los impactos acumulativos identificados en el área de análisis regional.

Figura 130. Matriz para la determinación de la significancia en la EGIA



Fuente: ANLA, 2024, a partir de BID, 2023.

### VEC - Hábitat de Especies Terrestres

La **alteración a ecosistemas y hábitats terrestres** representa un impacto ambiental significativo, cuya importancia se clasifica como **“alta”** en este análisis. Este impacto, de naturaleza multidimensional, afecta de manera directa la integridad y funcionalidad de los hábitats que soportan una diversidad de especies terrestres, lo que puede ser crítico para la biodiversidad y la calidad de los ecosistemas. Las alteraciones en el hábitat ya sean provocadas por actividades de explotación de recursos o por infraestructura, conducen a cambios en la cobertura vegetal. Estas modificaciones no solo alteran la composición florística, sino que también afectan la estructura del hábitat, lo que puede tener consecuencias adversas para las especies que dependen de determinados hábitats y de disponibilidad de recursos.

El área de interés presenta una variedad de ecosistemas con diferentes niveles de amenaza. La existencia de corredores de conectividad, bosques, paramos, bosque seco tropical, entre otros resalta la importancia de mantener la integridad de estos hábitats. Los ecosistemas con menor categoría de amenaza son críticos para la resiliencia de las especies, ya que actúan como refugios para la fauna sensible a los cambios ambientales. La fragmentación de estos hábitats debido a la expansión de proyectos licenciados (incluyendo hidroeléctricas, líneas de transmisión y actividades extractivas) y prospectivos puede comprometer la capacidad de las especies para migrar, reproducirse y acceder a recursos vitales.

Por otro lado, en relación con la **alteración de las comunidades de flora**, esta tiene un alto impacto sobre el hábitat de las especies terrestres, ya que la vegetación no solo provee alimento, sino que también desempeña un papel esencial en la provisión de refugios, áreas de reproducción y protección contra depredadores. Cambios en la composición y estructura de las comunidades vegetales, como resultado de actividades humanas o naturales, pueden transformar significativamente la disponibilidad de estos recursos vitales. La desaparición de especies clave de plantas, por ejemplo, puede desencadenar una cascada de efectos en las especies animales que dependen directamente de ellas, generando desbalances ecológicos que amenazan la estabilidad de las cadenas tróficas y la sostenibilidad de los ecosistemas. Además, la pérdida de diversidad florística puede disminuir la capacidad de los hábitats para resistir y adaptarse a cambios ambientales, incrementando así la vulnerabilidad de las especies terrestres a la extinción local. Así mismo, es posible apoyar lo anterior de acuerdo con los resultados del análisis de pérdida de cobertura, en donde se evidenció que la pérdida de bosque en el



área de estudio se concentra en mayor medida sobre los sectores sur y oriental de los municipios de Pitalito, Suaza, Garzón, Gigante y Acevedo, coincidiendo con zonas destinadas a actividades agropecuarias, centros poblados y títulos mineros. Dentro de las causas de la pérdida de bosque es posible destacar las actividades mineras, en su mayoría explotaciones a cielo abierto que no cuentan con licenciamiento ambiental. Finalmente, es de importancia indicar que las actividades agropecuarias son la principal causa de la transformación de las coberturas naturales en la zona. Debido a lo anterior, se considera que el impacto asociado a la alteración de las comunidades de flora tiene una significancia “alta” sobre el hábitat de especies terrestres.

El venado de paramo (*Mazama rufina*) es una especie con una distribución en bosques templados, altoandinos y de paramo, estos ecosistemas cumplen la función de refugio, permitiéndole escapar de depredadores y ocultarse en la vegetación cuando son detectados. Esta especie se encuentra dentro de la categoría de estado vulnerable (VU), debido a que es muy sensible a las alteraciones de las condiciones de su medio natural y dependen totalmente de estos ecosistemas para satisfacer sus necesidades (Mantilla & Perez ); la transformación de su hábitat por avance agropecuario, urbanización, construcción de vías, represas y la minería (ilegal y legal), ha ido reduciendo el área de sus ecosistemas propicios para la existencia de la especie, y con ello, un declive en la dinámica poblacional por cacería. Del mismo modo, el ocelote (*Leopardus pardalis*), felino que habita desde selvas húmedas, zonas montañosas y hasta áreas semidesérticas, es una especie que también se encuentran en un estado de vulnerabilidad (VU), pues se está viendo afectada por pérdida y fragmentación de hábitat, debido a la expansión agrícola, la urbanización, la cacería, tráfico ilegal de la especie, atropellamientos y, a esto se suma, la ejecución y expansión de proyectos licenciados, prospectivos, obras y/o actividades, que comprometen la capacidad de acceder a recursos vitales para su supervivencia, dispersión de las poblaciones entre hábitats, reproducción, etc. Por último, el mono cappuccino (*Sapajus apella*) se distribuye por el piedemonte amazónico de la cordillera oriental, frecuenta los estratos medios, sotobosque, y bosques secundarios altos; es una especie que no se encuentra dentro de los criterios y categorías de la lista roja, sin embargo, se ha visto afectada por deforestación, tráfico ilegal y destrucción de su hábitat. Teniendo en cuenta lo anterior, la **alteración a la fauna terrestre** tiene una significancia “alta”, por el impacto que se ejerce sobre la misma.

#### **VEC - Comunidades locales y acceso a recursos naturales:**

El impacto **generación y/o alteración de conflictos sociales** representa un impacto ambiental significativo, cuya importancia se clasifica como “sustancial” en este análisis. Este impacto, de naturaleza multidimensional a menudo originado por la competencia por recursos naturales y la falta de inclusión en la toma de decisiones, fomentan un clima de desconfianza entre las comunidades locales, las empresas y demás actores estratégicos del territorio, que puede afectar la cohesión social, desincentivar la inversión y el desarrollo económico; los conflictos sociales interrumpen las actividades productivas (agricultura, ganadería y pesca) esenciales para la económica local. Además, los conflictos generan desplazamientos forzados y alteran las estructuras comunitarias, incrementando la dependencia de ayudas externas y debilitando la autosuficiencia. En resumen, estos conflictos no solo deterioran la calidad de vida de las comunidades locales, sino que representan un desafío significativo para el crecimiento económico y la paz social, resaltando la necesidad de enfoques proactivos para su resolución e inclusión comunitaria en el desarrollo.

Por otro lado, en relación con la **alteración del uso socioeconómico del suelo**, también representa un impacto ambiental significativo, cuya importancia se clasifica como “alta”, considerando los cambios en el suelo impulsados por proyectos industriales y extractivos, que han transformado de manera significativa el paisaje económico del área regionalizada. La conversión de tierras agrícolas en áreas para la explotación de hidrocarburos o hidroeléctricos no solo reduce la disponibilidad de recursos para la agricultura familiar, sino que también afecta la seguridad alimentaria de las comunidades locales. Esta situación exacerba la



vulnerabilidad económica, ya que muchas familias dependen directamente de la producción local para su sustento. La presión por el uso del suelo también puede provocar desplazamientos forzados, lo que impacta la estructura social y cultural de las comunidades. Además, la presión sobre el uso del suelo puede resultar en desplazamientos forzados, afectando la estructura social y cultural de las comunidades. La pérdida de tierras agrícolas no solo implica una reducción en la producción alimentaria, sino que también desestabiliza las dinámicas comunitarias, generando tensiones y conflictos en el tejido social.

A esta problemática se suman las dificultades en la adquisición de predios para los procesos de compensación e inversión del 1% en el contexto de los proyectos hidroeléctricos de la región bajo la competencia de la autoridad ambiental. Estas dificultades complican aún más el acceso al recurso suelo, ya que muchos terrenos no cumplen con las características necesarias para su conservación y persisten problemas en las negociaciones, lo que retrasa la implementación de las medidas compensatorias. Este escenario no solo limita las oportunidades de conservación y restauración, sino que también perpetúa los problemas en el acceso a la tierra, afectando directamente a las comunidades que dependen de ella.

## **Actividad 7. Definición de las medidas de gestión y mitigación de los impactos acumulativos sobre cada VEC**

### **VEC – Hábitat Especies Terrestres**

#### **a) Evoluciones de Impacto Ambiental (EIA)**

- ✓ Descripción: Los EIA deben ser exhaustivos, considerando no solo los impactos directos inmediatos de un proyecto, sino también los efectos acumulativos a lo largo del tiempo. Esto incluye el análisis de interacciones complejas entre diferentes proyectos y su impacto combinado sobre el hábitat.
- ✓ Metodología: Implementar métodos de modelado predictivo como el Análisis de redes de conectividad, que evalúe cómo la fragmentación afecta a la conectividad del hábitat. Utilizar índices de calidad del hábitat (por ejemplo, Índice de Diversidad de Shannon) para identificar áreas críticas.

#### **b) Establecimiento de Corredores Ecológicos**

- ✓ Descripción: La creación de corredores ecológicos es fundamental para mantener la conectividad entre parches de hábitat fragmentados, lo que permite el movimiento y la dispersión de especies.
- ✓ Estrategia: Identificar corredores potenciales utilizando técnicas de análisis espacial (GIS) y modelado de nicho ecológico. Implementar medidas de mitigación en proyectos de infraestructura (por ejemplo, pasos de fauna, túneles) que faciliten la migración de especies. Así mismo, se deberán incluir en los planes de manejo áreas de recuperación que promuevan la conectividad y mejoramiento del hábitat.

#### **c) Restauración de Hábitats Degradados**

- ✓ Descripción: La restauración ecológica implica la recuperación de la funcionalidad y estructura de hábitats que han sido alterados o degradados.
- ✓ Prácticas: Emplear la reforestación con especies nativas que promuevan la restauración de la biodiversidad y la recuperación del suelo. Incluir prácticas de restauración ecológica basadas en la ecología del paisaje, como la remediación de suelos contaminados y el control de especies invasoras mediante métodos biológicos y mecánicos que tengan como finalidad promover el mejoramiento y conectividad.



#### **d) Monitoreo Ecológico Continuo**

- ✓ **Descripción:** Generar estrategias que permitan evaluar la efectividad de las medidas de gestión con la finalidad de detectar cambios y/o efectos.
- ✓ **Métodos:** Implementar lineamientos estandarizados de monitoreo largo plazo utilizando tecnologías como sensores remotos y cámaras trampa. Evaluar indicadores de salud del ecosistema, como la diversidad de especies, la composición de la vegetación y la calidad del suelo, mediante la utilización de índices de integridad biótica.

#### **e) Gestión Adaptativa**

- ✓ **Descripción:** La gestión adaptativa implica un enfoque dinámico y flexible que permite ajustar las estrategias de conservación basándose en la retroalimentación y los resultados obtenidos.
- ✓ **Estrategia:** Establecer un ciclo de planificación, implementación, monitoreo y revisión. Usar metodologías de evaluación de riesgos para identificar y mitigar incertidumbres en la gestión del hábitat.

#### **f) Regulación de Actividades Extractivas**

- ✓ **Descripción:** Establecer regulaciones estrictas que limitan el impacto de las actividades extractivas en hábitats sensibles.
- ✓ **Políticas:** Implementar zonas de exclusión o áreas protegidas alrededor de hábitats críticos. Utilizar técnicas de evaluación de impacto ambiental estratégico para considerar los efectos de múltiples proyectos en la región y promover prácticas extractivas sostenibles, como la minería responsable y la gestión forestal sostenible.

#### **g) Incorporación de Indicadores de Biodiversidad**

- ✓ **Descripción:** Implementar estrategias específicas de biodiversidad como una herramienta clave para guiar la toma de decisiones en la gestión de hábitats naturales. Estos indicadores permiten ajustar y mejorar las estrategias de manejo para asegurar la conservación efectiva de los ecosistemas.
- ✓ **Aplicaciones:** Desarrollar un conjunto de indicadores biológicos y ecológicos (como la riqueza de especies, la densidad poblacional de especies clave y la estructura del hábitat) que se integren en el monitoreo continuo y las evaluaciones de impacto.

#### **h) Educación y Conciencia Comunitaria**

- ✓ **Descripción:** Fomentar la participación de las comunidades locales en la conservación de hábitats y biodiversidad.
- ✓ **Estrategia:** Desarrollar programas de educación ambiental basados en la ciencia que informen sobre la importancia de los hábitats y las especies. Implementar talleres prácticos y proyectos de conservación comunitaria que involucren a la población local en la vigilancia y restauración de ecosistemas.

#### **i) Colaboración Multisectorial**

- ✓ **Descripción:** La colaboración entre diferentes actores es crucial para abordar los desafíos ambientales de manera integral.





- ✓ Enfoque: Establecer plataformas de colaboración que incluyan a gobiernos locales, ONGs, Corporaciones y Autoridades ambientales, comunidades locales y el sector privado. Fomentar la co-creación de políticas y prácticas de conservación basadas en el conocimiento tradicional y la ciencia, y promover proyectos conjuntos de conservación que integren objetivos económicos y ecológicos.

La alteración a ecosistemas y hábitats terrestres, si no se gestiona adecuadamente, puede conducir a la pérdida irreparable de biodiversidad y a la degradación de los servicios ecosistémicos. Las medidas propuestas buscan no solo mitigar los impactos actuales y asegurar la viabilidad a largo plazo de las especies que dependen de estos hábitats. La implementación de estas estrategias requiere un compromiso continuo y la integración de múltiples actores en la gestión ambiental.

### **VEC - Comunidades locales y acceso a recursos naturales**

#### **a) Generación y/o alteración de conflictos sociales:**

- ✓ Fortalecimiento del diálogo comunitario: Establecer mesas de diálogo permanentes que busque la participación entre las comunidades locales, las empresas, el gobierno y demás actores estratégicos del territorio, donde se brinde atención oportuna a las quejas y preocupaciones y se busquen soluciones conjuntas.
- ✓ Transparencia en la información: Garantizar que las comunidades locales cuenten con información accesible y comprensible acerca de los proyectos, obras y actividades, así como de sus impactos y beneficios para disminuir la desconfianza hacia las empresas y las autoridades gubernamentales.
- ✓ Programas de capacitación: Desarrollar programas de formación que fortalezcan las habilidades de las comunidades en gestión de recursos, negociación y defensa de sus derechos.
- ✓ Monitoreo participativo: involucrar a las comunidades en el monitoreo de los impactos de los proyectos, obras y actividades, aprovechando su conocimiento local; esto no solo facilita la identificación de posibles problemas, sino que también empodera a las comunidades al fomentar su participación en el proceso de toma de decisiones y garantizar que sus preocupaciones sean escuchadas y atendidas. Adicionalmente, se pueden establecer mecanismos de retroalimentación que permitan ajustar las acciones en función de los hallazgos del monitoreo.
- ✓ Fomento de la mediación y resolución de conflictos: identificar y capacitar a mediadores locales para que puedan abordar y resolver conflictos antes de que se intensifiquen, implementando técnicas de resolución pacífica; este enfoque no solo previene la escalada de los conflictos, sino que también promueve el diálogo y entendimiento al establecer redes de apoyo entre mediadores y líderes comunitarios, facilitando la comunicación y el intercambio de buenas prácticas en la resolución de conflictos.
- ✓ Protección de derechos humanos: Garantizar la protección de los derechos humanos de las comunidades locales, mediante la creación de protocolos claros que regulen la intervención de las fuerzas del orden en situaciones de protesta. Estos protocolos deben incluir directrices que fomenten la mediación y el diálogo antes de recurrir a la fuerza, garantizando la no criminalización de la disidencia.

#### **b) Alteración del uso socioeconómico del suelo:**

- ✓ Planificación territorial participativa: Implementar planes de ordenamiento territorial que integren de manera activa a las comunidades locales en el proceso de toma de decisiones sobre el uso del suelo, con el objetivo de que las necesidades, conocimientos y perspectivas sean debidamente considerados.
- ✓ Restauración de tierras degradadas: Implementar iniciativas de restauración ecológica en áreas afectadas por la explotación de recursos, con el objetivo de recuperar la biodiversidad y mejorar la



calidad del suelo. De igual manera, incluir prácticas sostenibles que favorezcan la regeneración de los ecosistemas y que cuenten con la participación de las comunidades locales en el proceso, asegurando que se integren conocimientos tradicionales.

- ✓ Compensaciones por cambio de uso del suelo: Establecer un sistema integral de compensación para las comunidades que pierden acceso a tierras agrícolas debido a proyectos, obras y/o actividades, donde se ofrezca apoyo en la transición hacia nuevas actividades económicas sostenibles, como la agricultura alternativa o el emprendimiento local. La implementación de este sistema debe ser participativo.
- ✓ Educación y capacitación: Desarrollar programas de formación en manejo sostenible del suelo y gestión de recursos naturales, que fortalezcan las capacidades de las comunidades locales. Estos programas deben incluir talleres prácticos y capacitación en técnicas modernas, así como en el uso de conocimientos tradicionales, para que las comunidades puedan gestionar sus territorios de manera efectiva y resiliente ante cambios ambientales.
- ✓ Capacitación en técnicas de conservación del agua: Formar a los agricultores en métodos de riego eficiente y manejo sostenible del agua.
- ✓ Campañas de Conciencia sobre el Agua: Implementar campañas de educación para sensibilizar a las comunidades sobre la importancia de conservar el recurso hídrico y adoptar prácticas responsables de uso.
- ✓ Involucramiento de Comunidades Locales: Facilitar la participación de las comunidades en la planificación y gestión de recursos hídricos, asegurando que sus necesidades y conocimientos sean considerados en la toma de decisiones.
- ✓ Incentivos para prácticas sostenibles: Proporcionar incentivos económicos y técnicos a agricultores y ganaderos que adopten prácticas de conservación del suelo y del agua. Estos incentivos pueden incluir subsidios, acceso a tecnologías sostenibles y formación en técnicas agroecológicas, promoviendo así un uso más responsable y eficiente de los recursos naturales.
- ✓ Monitoreo participativo: Establecer sistemas de monitoreo participativo que permitan a las comunidades evaluar continuamente los impactos de los proyectos en el uso del suelo, el cual involucre a los habitantes locales en la recolección y análisis de datos.
- ✓ Promoción del ecoturismo: Fomentar el ecoturismo como una alternativa económica viable que no solo genera ingresos para las comunidades, sino que también promueve la conservación de los territorios, incentive la protección de la biodiversidad y la cultura local.

## XVII. CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES PARA LA GESTIÓN

### A. CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES DIRIGIDOS A SELA

Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
Medio Socioeconómico	El área regionalizada se caracteriza por su oferta de recursos hídricos y porque ha sido históricamente un área clave para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos. Sin embargo, aunque estos proyectos contribuyen significativamente a la generación de energía y al desarrollo económico, también plantean desafíos considerables en términos de impacto ambiental y social. La presión sobre los ecosistemas acuáticos, la afectación de comunidades locales, los cambios en el uso del suelo y la generación de conflictos sociales son algunas de las consecuencias latentes.	Se recomienda para nuevos procesos de licenciamiento ambiental fortalecer los procesos de consulta y participación ciudadana que permitan a las comunidades expresar sus inquietudes desde las etapas iniciales de los nuevos proyectos, obras y/o actividades. Asimismo, establecer mecanismos de compensación que ofrezcan beneficios tangibles, como inversiones en infraestructura, salud y educación, para mitigar los impactos negativos. Además, se recomienda promover la inclusión de programas de capacitación que empoderen a las comunidades en gestión ambiental y desarrollo sostenible, fomentando su participación en la toma de decisiones y una cultura de responsabilidad compartida en la conservación de los recursos naturales.	Fomentar la transparencia y la confianza entre las empresas y las comunidades locales, asegurando que la información sobre los proyectos y sus impactos sea accesible y comprensible.
Medio Socioeconómico	Considerando los resultados del ejercicio de identificación y evaluación de impactos acumulativos, se identificó el VEC Comunidades locales y acceso a recursos naturales, el cual asocia dos impactos que pueden ser acumulativos y que corresponden a: Generación y/o alteración de conflictos sociales y alteración en el uso socioeconómico del suelo.	Respecto al impacto generación y/o alteración de conflictos sociales, se recomienda fomentar la implementación de programas y medidas de manejo enfocadas en: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecimiento del Diálogo Comunitario</li> <li>- Transparencia en la Información</li> <li>- Capacitación</li> <li>- Monitoreo Participativo</li> <li>- Mediación y Resolución de Conflictos</li> <li>- Protección de Derechos Humanos</li> <li>- Creación de Espacios de Aprendizaje</li> </ul> Respecto al impacto Alteración del uso socioeconómico del suelo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación territorial participativa</li> <li>- Restauración de tierras degradadas</li> <li>- Compensaciones por cambio de uso del suelo</li> <li>- Educación y capacitación</li> <li>- Incentivos para prácticas sostenibles</li> <li>- Monitoreo participativo</li> <li>- Promoción del ecoturismo</li> <li>- Capacitación en técnicas de conservación del agua</li> <li>- Campañas de conciencia sobre el agua</li> <li>- Involucramiento de las comunidades locales</li> </ul>	Reducir la desconfianza, prevenir conflictos sociales, asegurar la transparencia y proteger los derechos humanos, contribuyendo a un desarrollo sostenible que respete las necesidades comunitarias.



Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
Hídrico Superficial	<p>De acuerdo con los resultados de índices que evalúan oferta y demanda del recurso hídrico superficial (IRH, IUA e IVH), se identifica una alta sensibilidad al desabastecimiento y, por ende, conflictos por uso y disponibilidad para el desarrollo de las actividades propias de la región. Concretamente, se evidencian para el índice de uso de agua (IUA) categorías de muy alto y crítico en diferentes subzonas hidrográficas, como se describe a continuación:</p> <p><b>Año Seco:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Muy alto:</b> 2102 Río Timaná y otros Directos al Magdalena y 2112 Río Baché.</li> <li><b>Crítico:</b> 2104 Ríos Directos al Magdalena (mi), 2106 Ríos Directos Magdalena (md), 2110 Río Neiva, 2108 Río Yaguará y río Iquira y 2109 Juncal y otros ríos Directos al Magdalena.</li> </ul>	<p>Ante permisos de concesión de aguas se recomienda realizar análisis de oferta y demanda del recurso hídrico que incluya escenarios de caudales mínimos y de variabilidad climática (El Niño), y articular con las medidas de manejo correspondientes en caso de ser necesario.</p> <p>Restringir los permisos de concesión de aguas en épocas de baja precipitación, teniendo en cuenta que en los meses de enero a febrero se presenta una disminución de la precipitación y que el periodo seco marcado corresponde a los meses de mayo a septiembre.</p> <p>Establecer monitoreos de caudales líquidos y niveles a escala diaria y horaria antes y después del sitio donde se localice el punto de aprovechamiento del recurso hídrico.</p>	<p>Minimizar el riesgo al desabastecimiento del recurso hídrico superficial y por ende los conflictos por uso y disponibilidad asociados, principalmente en época seca.</p>
Hídrico Superficial	<p>Se evidencia la existencia de presiones por carga contaminante ejercida sobre los sistemas hídrico, identificado a partir de los resultados del Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL), que presenta categorías de alta y muy alta para algunas subzonas hidrográficas, como se detalla a continuación:</p> <p><b>Año seco:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Alta:</b> 2101 Alto Magdalena, 2102 Río Timaná y otros Directos al Magdalena, 2104 Ríos Directos al Magdalena (mi) y 2112 Río Baché.</li> <li><b>Muy alta:</b> 2106 Ríos Directos Magdalena (md) y 2110 Río Neiva.</li> </ul>	<p>Condicionar los permisos de vertimientos sobre las fuentes hídricas localizadas en las SZH relacionadas, a las épocas del año de máxima asimilación (febrero a abril y octubre a diciembre).</p> <p>Implementar un programa de monitoreo continuo que incluya muestreos regulares de calidad de agua antes y después del punto de vertimiento.</p>	<p>Evitar el deterioro de calidad de agua y a su vez no limitar la utilización del recurso para el desarrollo de las actividades propias de la región.</p>
Atmosférico	<p>Se ha evidenciado que algunos proyectos no realizan los monitoreos de PM<sub>2.5</sub> de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017, lo cual, puede generar incertidumbre en los análisis de la afectación sobre la calidad del aire y de los potenciales impactos acumulativos de los proyectos en evaluación; por tanto y atendiendo lo dispuesto en el acto administrativo previamente mencionado, se tiene el aval técnico para solicitar monitoreos a los proyectos objeto de licencia que logre un fortalecimiento de los monitoreos de calidad del aire en la región. Por otra parte, se observa que los monitoreos de los gases contaminantes no cuentan con los registros en los tiempos de exposición definidos en la Resolución 2254 de 2017, implicando un incumplimiento de la normatividad nacional de calidad del aire, y por ende, el desconocimiento de los niveles de contaminación que pueden afectar la salud humana y el bienestar de la población en el marco del desarrollo sostenible.</p>	<p>En el marco de las evaluaciones, los contaminantes a monitorear deben corresponder a los normalizados actualmente de conformidad con los tiempos de exposición establecidos en la Res. 2254 de 2017, los determinados en los términos de referencia específicos e incluir los que estén en el inventario de emisiones atmosféricas de cada proyecto y cumpliendo con los lineamientos establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire. Si los contaminantes monitoreados no cumplen los criterios relacionados, se debe solicitar como información adicional el complemento de la caracterización de línea base.</p>	<p>Se establece con el fin de adaptar la evaluación y análisis de los monitoreos de línea base con la norma de calidad del aire actualizada y vigente, que corresponde a la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.</p>
Atmosférico	<p>Las campañas de monitoreo de línea base de ruido ambiental de los proyectos licenciados por la ANLA no suelen establecer una metodología de medición representativa, que permita determinar la caracterización y comportamiento de las fuentes existentes en el área en evaluación.</p>	<p>Los proyectos deben establecer los lineamientos para el monitoreo de ruido ambiental, conforme a la normativa nacional y considerando las fuentes de emisión de ruido presentes en el área de interés. La metodología asociada al monitoreo debe permitir la caracterización del ruido ambiental, teniendo en cuenta la estimación de la cantidad de puntos de monitoreo, los tiempos de medición representativos para</p>	<p>Se determina, con la finalidad de identificar las principales fuentes de ruido existentes, sus condiciones operativas y sus características sonoras, que permitan representar adecuadamente el comportamiento acústico del área en evaluación.</p>



Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
		los horarios diurnos y nocturnos, y la aplicación de ajustes correspondientes.	
Atmosférico	La información geográfica radicada por los proyectos licenciados por la ANLA en el Modelo de Almacenamiento Geográfico, para la evaluación, no se encuentra completa en la totalidad de sus registros y no se presentan las fechas y horas exactas para las diferentes mediciones según el tiempo de exposición, que permita la diferenciación de los datos.	Asegurar que se realice el diligenciamiento adecuado del Modelo de Almacenamiento Geográfico de los datos de manera individual, con fechas y horas de inicio y fin, coherentes con la normatividad y con los reportes de laboratorio, esto considerando que es una obligación de los proyectos licenciados.	Se establece con el objetivo de registrar toda la información requerida y acorde al Modelo de Almacenamiento Geográfico, que permita georreferenciar, facilitar el acceso de la información y realizar los análisis pertinentes conforme a las condiciones espaciotemporales expuestas en las normatividades vigentes.
Atmosférico	En la mayoría de los casos, los permisos de emisiones otorgados en las licencias ambientales y descritos en los conceptos técnicos no presentan claridad en la ubicación de las fuentes, la cantidad de estas y sus respectivas tasas de emisión autorizadas.	Asegurar que los permisos de emisiones otorgados cumplan con los criterios definidos en el Decreto 1076 de 2015, especialmente que se pueda evidenciar la ubicación geográfica de las fuentes, la cantidad de las fuentes, sus horas de operación, sus características físicas y las tasas de emisión autorizadas. En aquellos sectores industriales donde no es posible precisar inicialmente las características específicas y ubicación de las fuentes, se recomienda mencionar las proyecciones, el manejo y los diseños básicos preliminares de las fuentes a instalar y operar en el futuro.	Es de interés establecer en el área de los reportes los permisos de uso y aprovechamiento otorgados, para que de esta manera sea posible ubicar geográficamente las fuentes de emisión con el fin de evidenciar presiones significativas sobre el medio y establecer la posible existencia de impactos acumulativos.
Biótico	Alta presencia de permisos de aprovechamiento forestal de proyectos desarrollados previamente en el área de estudio	Se recomienda ser exhaustivos en la priorización de la jerarquía de la mitigación a la hora de otorgar permisos de aprovechamiento forestal para proyectos futuros sobre coberturas naturales y seminaturales.	Reducir lo máximo posible la afectación sobre comunidades de flora de vegetación natural y seminatural.
Biótico	Se ha evidenciado la superposición o influencia de proyectos licenciados sobre áreas de conectividad para especies clave dentro de áreas de importancia ecológica.	Se recomienda imponer medidas de protección y conservación de áreas donde se distribuye la especie y de áreas con mayor probabilidad de conectividad, asimismo, se recomienda tener planes de manejo dirigidos a proyectos prospectivos de mejoramiento de hábitat y conectividad ecológica dentro de ecosistemas claves y, por último, se debe considerar el otorgamiento de permisos de aprovechamiento forestal en zonas de alta importancia para las especies.  Así mismo, la selección de áreas para la reubicación de fauna debe garantizar la supervivencia y viabilidad de los individuos traslocados, haciendo énfasis en los requerimientos de hábitat específicos para cada especie.  Se recomienda contar con protocolos de atención veterinaria para la atención de individuos que lo requieran, en los eventos de reubicación y ahuyentamiento de fauna.	Prevenir la fragmentación y pérdida de hábitat de especies clave en los ecosistemas y con ello, mantener y mejorar la conectividad funcional. Así como garantizar la supervivencia y viabilidad de los individuos que serán traslocados durante las fases de construcción de los proyectos.
Cambio Climático	Teniendo en cuenta los escenarios de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para el área de estudio, así como los Planes Integrales de Gestión al Cambio Climático (PIGCCT) y los Planes Nacionales de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) de los departamentos del Huila y Cauca (subregión oriente), existe una tendencia al aumento de temperatura, así como un aumento en las precipitaciones y de la subsecuente ocurrencia de eventos climatológicos, como las inundaciones, deslizamientos, los vendavales y los incendios forestales, que pueden afectar los proyectos, los sistemas socio ecológicos y la biodiversidad.	Identificar y analizar el grado de amenaza, riesgo y vulnerabilidad por cambio climático, así como las fuentes generadoras de emisiones de gases de efecto invernadero para cada proyecto, con el fin de establecer medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, por medio de la imposición de la obligación al cambio climático.	Incorporar la obligación de cambio climático en los proyectos de la región, con el fin de prevenir o minimizar los impactos y/o efectos asociados a la variabilidad y al cambio climático mediante la implementación de medidas de mitigación de GEI, para evitar cambios abruptos en condiciones climáticas y medidas de adaptación y permitan hacer frente a los diferentes escenarios esperados.





Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
	Eventos de precipitación y temperatura extremos más intensos, ante un escenario de cambio climático pesimista, donde la vulnerabilidad es alta en biodiversidad, recurso hídrico y hábitat humano; el riesgo es alto en seguridad alimentaria, recurso hídrico y biodiversidad; y amenaza es alto en seguridad alimentaria.	Los proyectos deben definir estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático acorde con el IPCC. Asimismo, es importante que se establezca planes de contingencia relacionados a escenarios extremos contemplando la amenaza, vulnerabilidad y riesgo al cambio climático.	Mitigar y prevenir los efectos del cambio climático sobre los sistemas socio ecológicos, socioeconómicos y los ecosistemas.
	Municipios como Palermo, Palestina, Pitalito, Rivera, San Agustín, Tello, Yaguará se encuentran en zonas especialmente críticas por valores altos en amenaza y riesgo, y bajas en capacidad adaptativa, lo cual los hace más susceptibles a la variabilidad y cambio climático.	Los proyectos situados sobre estos municipios deben incluir la obligación de cambio climático de acuerdo con las condiciones particulares de cada expediente con respecto a las condiciones de cada municipio.	Prevenir escenarios extremos de variabilidad y cambio climático en zonas especialmente críticas o en situaciones particulares.
Biótico	Se observó que para todas las comunidades hidrobiológicas se reportan las densidades en unidades de medida que no corresponden a las correctas para cada comunidad (eg. Zooplancton reportado en ind/cm2, macroinvertebrados reportados en ind/mL). Se recomienda estandarizar las unidades de reporte según corresponda	Se sugiere solicitar, por parte del grupo SELA a las sociedades, el correcto uso y la estandarización de las unidades para las comunidades hidrobiológicas al momento de diligenciar la GDB desde su licenciamiento. Se recomienda lo siguiente:  Fitoplancton y zooplancton se reporten en ind/mL Perifiton ind/cm2 Macroinvertebrados Acuáticos ind/m2 Peces (macrofauna) unidades Macrófitas unidades (aclarar si se estiman % de cobertura)	Mejorar la calidad y la precisión de la información en los reportes hidrobiológicos desde el licenciamiento de los proyectos licenciados, asegurando la correcta correspondencia entre las unidades y las comunidades evaluadas, con el fin de mejorar la comparabilidad y la integridad de los datos. Evitar pérdida de información en futuros análisis.

## B. CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES DIRIGIDOS A SSLA

Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
Medio Socioeconómico	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM2307, las cuales se relacionan con preocupaciones sobre una estructura cerca de la desembocadura de la quebrada Guamal en el río Magdalena, que funciona como represa para controlar derrames de hidrocarburos.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento, la ejecución del estudio integral de la quebrada El Guamal que abarque la caracterización hidrológica e hidráulica, la modelación del transporte de sedimentos y su impacto en la morfología del lecho, así como la implementación de medidas para mitigar alteraciones en la dinámica fluvial. También se requiere verificar la entrega del análisis multitemporal de la cobertura vegetal y el modelo de nicho ecológico de las especies vegetales en relación con variables climáticas a lo largo de 50 años, presente y futura.	Evaluar y comprender el comportamiento hidrológico, hidráulico y sedimentológico de la quebrada El Guamal para identificar y mitigar posibles impactos ambientales e informar a la comunidad y a las autoridades sobre los cambios y necesidades de manejo en el área.
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM2307, las cuales se relacionan con la generación de olores fuertes en la noche en la batería de Santa Clara y solicitud de mejoramiento de la iluminación.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento, los soportes de atención y gestión de la queja interpuesta por la Junta de Acción Comunal de Cuisinde Sector Santa Clara, en Palermo – Huila, relacionada con la presunta emisión de olores fuertes por las noches.	Asegurar la correcta atención y gestión de la queja de la comunidad sobre olores fuertes, promoviendo la transparencia y responsabilidad en la gestión de sus inquietudes.



Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM3028, las cuales se relacionan con los Planes de Compensación e Inversión del 1%.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento, los soportes documentales que respalden la atención dada por el operador al conflicto social, evidenciando cómo se manejaron las quejas sobre los Planes de Compensación e Inversión del 1% con los líderes comunales del AID.	Verificar la gestión de quejas sobre los Planes de Compensación e Inversión del 1%, asegurando la adecuada atención a los conflictos sociales y la transparencia con los líderes comunales.
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM4229, las cuales se relacionan con la generación de material particulado por el mal estado de las vías y la velocidad de los vehículos.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento los documentos que respalden la ejecución de un plan de mejora para controlar la emisión de material particulado cerca de las viviendas y regular la velocidad en la vía de acceso al proyecto.	Asegurar la implementación de un plan que reduzca la emisión de material particulado y controle la velocidad de vehículos.
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM4419, las cuales se relacionan con deslizamientos en los terrenos y un saldo pendiente por servidumbre.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento, los documentos que respalden las acciones de seguimiento a la queja de las Juntas de Acción Comunal (JAC) de San Isidro y El Tablón sobre el Plan de Compensación aprobado.	Asegurar la transparencia y efectividad en la gestión del Plan de Compensación, garantizando que se tomen en cuenta y se responda adecuadamente a las quejas de las JAC de San Isidro y El Tablón.
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM5474, las cuales se relacionan con presunta mortandad de árboles sembrados bajo el Plan de Inversión del 1%.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento, los documentos que respalden la atención y gestión de la queja de la Junta de Acción Comunal (JAC) de San José Bajo, Aipe – Huila, sobre la presunta mortandad de árboles sembrados bajo el Plan de Inversión del 1%.	Asegurar una adecuada respuesta y gestión a la queja de la JAC sobre la mortandad de árboles, garantizando la transparencia en el proceso y el cumplimiento del compromiso de inversión del 1%.
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM5868, las cuales se relacionan con la falta de información para decidir entre el desmantelamiento o la conservación de la vía de acceso al pozo Goliat 1.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento, los documentos que respalden la respuesta a la queja, para decidir sobre el desmantelamiento o conservación de la vía de acceso al pozo Goliat 1.	Garantizar la transparencia y la adecuada gestión de la queja sobre la vía de acceso al pozo Goliat 1, asegurando que se considere la opinión de la ciudadanía al tomar decisiones sobre su desmantelamiento o conservación.
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM821-00, las cuales se relacionan con problemas en predios de Yaguará afectados por el sistema de transporte Yaguará-Tenay en 2022-2023 y posibles conflictos en la vereda Nazareth de Perdomo.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento, el desarrollo de las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"><li>- Acciones con la Administración municipal de Yaguará para atender quejas sobre predios afectados por el sistema de transporte Yaguará-Tenay en 2022-2023.</li><li>- Relacionamiento con la Oficina de Gestión del Riesgo y la Secretaría de Planeación en la vereda Nazareth para identificar conflictos y proponer soluciones conjuntas.</li><li>- Socialización del estado legal de las servidumbres del oleoducto Yaguará-Tenay en la vereda Nazareth.</li><li>- Recorrido para verificar la localización del sistema en la vereda San Andrés de Burisaco con representantes de JAC y propietarios.</li></ul>	Atender quejas sobre el sistema de transporte Yaguará-Tenay, fomentar la colaboración para resolver conflictos y asegurar la comprensión de las servidumbres, promoviendo así el bienestar de las comunidades afectadas.
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAV0080-00-2017, relacionadas con posibles daños a viviendas y negocios, incumplimientos del concesionario y afectaciones a redes eléctricas por la "piloteadora".	Solicitar y/o verificar vía seguimiento los respectivos soportes documentales <ul style="list-style-type: none"><li>• Atención a quejas sobre daños a viviendas y negocios por maquinaria pesada en la nueva vía.</li><li>• Respuesta a solicitudes de mesas de trabajo, comprometida para el 26 de marzo de 2023.</li></ul>	Garantizar la atención adecuada a las quejas de la comunidad, asegurando la reparación de daños, el cumplimiento de compromisos por parte del concesionario y la protección de las infraestructuras afectadas durante las obras.



Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Atención a queja sobre afectaciones a redes eléctricas por la movilización de la piloteadora en la vía nacional.</li> </ul>	
	Inconformidades por parte del propietario del predio 39 asociado al proyecto LAV0081-00-2017, las cuales se relacionan con presuntos daños en la piscina y casa debido a las obras de la segunda calzada.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento, la entrega del informe sobre la atención a la queja del propietario del predio 39 por daños en la piscina y vivienda, incluyendo evidencias documentales como actas, registros de visita, fotos y correspondencia que respalden la recepción, trámite y solución de la queja.	Garantizar la correcta atención de la queja del propietario del predio 39, asegurando transparencia en el proceso y evidencia de las acciones tomadas para resolver el problema de afectación.
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM2142, las cuales se relacionan con afectaciones a la pesca debido al bajo nivel del embalse y la sedimentación, que impiden el acceso a los puertos y afectan la fauna íctica.	Solicitar y/o verificar vía seguimiento, los documentos que verifiquen las gestiones de EMGESA S.A. E.SP., con grupos y actores de interés, como asociaciones de pescadores, administraciones municipales y personería, para abordar la denuncia ambiental sobre la afectación a la pesca artesanal debido a los bajos niveles del embalse en la Central Hidroeléctrica de Betania.	Asegurar la coordinación entre la empresa y entidades relevantes para abordar la denuncia ambiental y mitigar el impacto de los bajos niveles del embalse en la pesca artesanal.
	Inconformidades por parte de las comunidades asociadas al proyecto LAM4090, las cuales se relacionan con dificultades para la compra de predios.	Solicitar la implementación de una estrategia integral de gestión de conflictos y compensación territorial que incluya mesas de diálogo multisectoriales con representantes de comunidades, ganaderos, el sector turístico y pescadores artesanales, así como consultas participativas para abordar las áreas de compensación. De igual manera, desarrollar un plan de compensación, junto con programas de educación sobre la gestión de estos territorios y en lo posible designar mediadores capacitados para resolver conflictos y establecer un sistema de monitoreo y evaluación que involucre a la comunidad.	Reducir la conflictividad social, mejorar la aceptación de las áreas de compensación y garantizar que los procesos de compra de predios sean justos, transparentes y participativos.
Hídrico Subterráneo	Los registros de conductividad eléctrica en monitoreos del expediente LAM0989 indican el sobrepaso del límite máximo permisible establecido en el Decreto 1076 del 2015, con mediciones de hasta 11086 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .	Se recomienda al ESA realizar una revisión específica de los valores de conductividad eléctrica medidos en los monitores del expediente LAM0989, realizando un análisis tendencial del estado de mineralización del recurso hídrico subterráneo.	Entender los posibles factores causantes de los altos valores de conductividad eléctrica en monitoreos del expediente LAM0989
	Se registraron valores altos en la medición de parámetros microbiológicos, y que superan los límites permisibles enmarcados en el Artículo 2.2.3.3.9.3. del Decreto 1076 del 2015. Esto se da de la siguiente manera:  - En el expediente LAM2307 se encontraron valores de hasta 211 E. Coli en NMP/100ml  - En el expediente LAM0989 se hallaron valores de 2.143 - 61.310 Coliformes Fecales en NMP/100ml, y 24.196 - 104.620 Coliformes Totales en NMP/100ml	Se recomienda al ESA revisar específicamente tendencias en la concentración de parámetros bacteriológicos en muestras de agua subterránea de los expedientes LAM2307 y LAM0989.  Además, se recomienda realizar una verificación durante la visita de seguimiento, que permita identificar si las situaciones evidenciadas se deben a actividades propias del proyecto o a actividades de la comunidad.	Entender las posibles tendencias con relación a E. Coli, Coliformes Totales y Fecales, en monitoreos hidrogeológicos de los expedientes LAM2307 y LAM0989, así como sus posibles causas, relacionadas o no con los proyectos en mención.
Atmosférico	La información geográfica radicada por los proyectos licenciados por ANLA en el Modelo de Almacenamiento Geográfico,	Es una obligación de los proyectos licenciados diligenciar el Modelo de Almacenamiento Geográfico,	Se establece con el objetivo de registrar toda la información requerida y acorde al Modelo de



Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
	para el seguimiento, no es completa en la totalidad de los registros de los monitoreos de calidad del aire y no se presentan las fechas y horas exactas para las diferentes mediciones según el tiempo de exposición, que permita la diferenciación de los datos. Se identifica que todos los expedientes no presentan la hora exacta de medición para cada registro de nivel de concentración.	presentando los datos de manera individual, con fechas y horas de inicio y fin coherentes con los tiempos de exposición normativos y con los reportes de laboratorio.	Almacenamiento Geográfico, que permita georreferenciar, facilitar el acceso de la información y realizar los análisis pertinentes conforme a las condiciones espaciotemporales expuestas en las normatividades vigentes.
Atmosférico	Basado en la información contemplada en el Modelo de Almacenamiento Geográfico radicado por cada uno de los proyectos del área de estudio, los expedientes LAM3028, LAM3733 y LAM4229 no presentan mediciones asociadas al material particulado PM <sub>2.5</sub> en sus respectivas campañas de monitoreo durante el periodo de análisis.	En el marco del seguimiento, los contaminantes a monitorear deben corresponder a los normalizados actualmente y de conformidad con los tiempos de exposición establecidos en la Res. 2254 de 2017 y cumpliendo con los lineamientos establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.	Se establece con el fin de adaptar los análisis de los monitoreos en el proceso de seguimiento ambiental con la norma de calidad del aire actualizada y vigente, que corresponde a la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Atmosférico	Las campañas de monitoreo de ruido, tanto ambiental como de emisión, de todos los proyectos licenciados en el área de estudio no presentan una metodología de medición representativa que permita registrar el comportamiento acústico de la fuente específicamente.	Los proyectos del área regionalizada que realizan las campañas de monitoreo de ruido, tanto ambiental como de emisión de ruido deben aplicar los lineamientos respecto al monitoreo de ruido ambiental y emisión de ruido determinados en la Resolución 627 de 2006 del MADS; en donde la metodología asociada al monitoreo permita la caracterización de la fuente específicamente, lo relacionado con estimación de cantidad de puntos de monitoreo, tiempos de medición representativos para los horarios diurnos y nocturnos, y aplicación de ajustes correctivos de los niveles de ruido.	Se determina con la finalidad de identificar las principales fuentes de ruido existentes, sus condiciones operativas y sus características sonoras, que permitan representar adecuadamente el comportamiento acústico del área.
Atmosférico	En los análisis del cumplimiento normativo de las campañas de monitoreo de ruido ambiental y de emisión de ruido, no se presentan los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial expedidos por las autoridades competentes que permitan verificar el uso de suelo vigente en cada punto de monitoreo al momento de comparar con los límites máximos de los sectores y subsectores establecidos en la Resolución 0627 del 07 de abril de 2006 del MADS.	Los puntos evaluados durante las campañas de monitoreo de ruido deben ser comparados con los límites máximos permisibles decretados en la Resolución 0627 del 07 de abril de 2006 del MADS y deben corresponder a los usos de suelo determinados en el instrumento de planificación vigente del territorio que haya expedido la autoridad competente (POT, PBOT o EOT), el cual tiene incorporados los criterios de protección y ordenamiento territorial.	Asegurar la evaluación precisa del cumplimiento normativo con el respectivo uso de suelo teniendo en cuenta la definición de los sectores y subsectores de la Resolución 0627 del 07 de abril de 2006 del MADS.
Atmosférico	Se evidencia que se presenta la condición regional alta de manera reiterada en los registros de ruido ambiental diurno y nocturno, en donde no se puede establecer con certeza si estos resultados obedecen a condiciones naturales o antrópicas las cuales necesariamente no son aporte de los proyectos. Los expedientes que presentaron una condición ambiental alta de manera reiterada en ruido ambiental	Establecer la obligación temporal vía seguimiento para la realización de modelación de ruido a los proyectos que presenten la condición ambiental alta de manera reiterada o cuando se evidencie actualización alguna de los inventarios de emisiones que no requieran modificación de licencia, en donde se permita diferenciar los aportes del proyecto con respecto a los demás elementos que influyen en	Se determina con el propósito de verificar la trascendencia y alcance del impacto acústico ocasionado por las fuentes de emisión de ruido de los proyectos, y así, visualizar su aporte neto en los niveles de ruido ambiental registrados en los monitoreos. Asimismo, permite realizar un seguimiento adecuado a las medidas de manejo establecidas o evaluar la



Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
	son LAM2307, LAM1569, LAM0989, LAM4229 y LAM0215.	el ambiente acústico del área de interés. De igual manera, con los resultados de la modelación se puede redefinir los puntos de interés para el monitoreo de ruido ambiental y de emisión de ruido. También, es importante verificar que los proyectos entreguen los archivos de entrada, de procesamiento y de salida que permitan confirmar los resultados de la modelación.	posibilidad de imposición de obligaciones adicionales.
Cambio Climático	Eventos de precipitación y temperatura extremos más intensos, ante un escenario de cambio climático pesimista, donde la vulnerabilidad es alta en biodiversidad, recurso hídrico y hábitat humano; el riesgo es alto en seguridad alimentaria, recurso hídrico y biodiversidad; y amenaza es alto en seguridad alimentaria.	Se recomienda verificar y en caso de que se considere, modificar la obligación de cambio climático y los planes de contingencia para cada uno de los proyectos teniendo en cuenta las condiciones de escenarios extremos donde la amenaza, el riesgo y vulnerabilidad cambian de manera abrupta en un futuro.	Mitigar y prevenir los efectos del cambio climático sobre los sistemas socio ecológicos, socioeconómicos y los ecosistemas.
Biótico	Se observó que para todas las comunidades hidrobiológicas se reportan las densidades en unidades de medida que no corresponden a las correctas para cada comunidad (eg. Zooplankton reportado en ind/cm2, macroinvertebrados reportados en ind/mL). Se recomienda estandarizar las unidades de reporte según corresponda	Se sugiere solicitar, por parte del grupo de seguimiento a las sociedades, el correcto uso y la estandarización de las unidades para las comunidades hidrobiológicas al momento de diligenciar la GDB. Se recomienda lo siguiente:  Fitoplancton y zooplancton se reporten en ind/mL Perifiton ind/cm2 Macroinvertebrados Acuáticos ind/m2 Peces (macrofauna) unidades Macrófitas unidades (aclarar si se estiman % de cobertura)	Mejorar la calidad y la precisión de la información en los reportes hidrobiológicos de los proyectos licenciados por la ANLA, asegurando la correcta correspondencia entre las unidades y las comunidades evaluadas, con el fin de mejorar la comparabilidad y la integridad de los datos. Evitar pérdida de información
Biótico	Se identificó que algunos taxones han sido reportados en comunidades que no corresponden a su naturaleza o características ecológicas (especies de peces reportadas en perifiton o taxones de fitoplancton reportados en zooplancton).	Se sugiere solicitar, por parte del grupo de seguimiento a las sociedades revisar las asignaciones de taxones a comunidades específicas y asegurar que los taxones reportados se ajusten a las comunidades ecológicas documentadas	Mejorar la calidad y precisión de la información y que esta refleje adecuadamente las características ecológicas de los hábitats. Esto asegurará la correcta interpretación y comparabilidad de los datos.
Biótico	Se identificaron diferencias e inconsistencias taxonómicas entre expedientes para todos los grupos en ecosistemas terrestres y acuáticos.	Se recomienda realizar una revisión exhaustiva de la taxonomía reportada, utilizando las guías taxonómicas actualizadas y consultando con expertos en cada grupo. Es fundamental asegurar que las identificaciones taxonómicas sean precisas y estén actualizadas para evitar errores en la interpretación	Asegurar la precisión y la consistencia en la identificación de grupos de organismos, minimizando las incongruencias que puedan afectar la interpretación de los datos principalmente en el grupo de hidrobiológicos.
Biótico	Disponibilidad limitada de áreas de aprovechamiento forestal proveniente de proyectos	Se recomienda generar capas con información cartográfica que relacionen el área de aprovechamiento forestal acumulado por año en cada proyecto con el fin de identificar áreas con pérdida de hábitat disponible para la fauna provenientes de forma directa de los proyectos seguimiento de la ANLA.	Incluir información espacial más precisa referente a los permisos de aprovechamiento forestal en los modelos de conectividad funcional, ecológica de especies y modelos tendenciales.
Biótico	Disponibilidad de información limitada en relación con la espacialización de las áreas de monitoreo para fauna terrestre.	Se recomienda consolidar la información espacial para los monitoreos de fauna terrestre.	Fortalecer los análisis regionales, en especial los ejercicios de modelación biótica dirigidos a especies focales, así como la





Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
			información geográfica de los monitoreos periódicos de fauna silvestre y de los individuos de fauna reubicados y sus áreas de liberación.

## C. RECOMENDACIONES DE CARÁCTER REGIONAL PARA EXTERNOS

Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
Medio Socioeconómico	Considerando la revisión documental en cuanto a la identificación de actores estratégicos en el área regionalizada y la lectura territorial de los Gestores Ambientales de la ANLA, es relevante continuar con la articulación interinstitucional, fortalecer y visibilizar el trabajo en territorio de dichos actores.	<p>Se recomienda a las entidades identificadas para el departamento del Cauca, lo siguiente:</p> <p><b>Gobernación del Cauca:</b> Fortalecer la coordinación interinstitucional para implementar políticas de desarrollo que integren la sostenibilidad ambiental y el bienestar social, garantizando la participación de comunidades locales.</p> <p><b>Corporación Autónoma del Cauca (CRC):</b> Aumentar la ejecución de proyectos de conservación de recursos naturales, priorizando la protección de ecosistemas críticos y la gestión sostenible de cuencas.</p> <p><b>Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC):</b> Promover la inclusión activa de las comunidades indígenas en la toma de decisiones sobre el uso de recursos naturales, asegurando que sus derechos sean respetados.</p> <p><b>ONG's:</b> Fomentar alianzas con organizaciones como CORDEMI, AFRODES, PAZDES y ONAFRO para implementar proyectos que impulsen el desarrollo sostenible y el empoderamiento de comunidades vulnerables.</p> <p><b>Organizaciones Afrodescendientes:</b> Reconocer y apoyar el trabajo de asociaciones como AFROPACÍFICO SUR y FUNDAAFRO en la defensa de los derechos territoriales y la promoción cultural.</p> <p><b>Consejo Regional Indígena del Cauca (CRIC):</b> Reforzar su papel en la defensa de los derechos y territorios de las comunidades indígenas, facilitando el diálogo y la colaboración con el gobierno.</p> <p><b>Pueblos Indígenas:</b> Valorar y preservar la diversidad cultural y los conocimientos tradicionales de grupos como Nasa, Guambía y Misak en la gestión del territorio.</p>	El objetivo principal de las recomendaciones formuladas en el marco del licenciamiento ambiental es garantizar la participación activa y efectiva de las comunidades locales y grupos estratégicos en la toma de decisiones relacionadas con proyectos de desarrollo, promoviendo la sostenibilidad ambiental y el respeto por los derechos humanos. Esto implica fomentar un enfoque inclusivo que permita abordar los impactos ambientales, sociales y económicos de manera colaborativa, asegurando así un desarrollo que beneficie a las comunidades y proteja el entorno natural.



		<p><b>Organizaciones Defensoras de Derechos Humanos:</b> Apoyar iniciativas de CAJAR y la Red de Derechos Humanos "Francisco Isaías Cifuentes" para garantizar la protección y promoción de los derechos humanos en la región.</p> <p>Para el Departamento del Huila</p> <p><b>Gobernación del Huila:</b> Implementar programas que mejoren la infraestructura y el bienestar de la población, priorizando la sostenibilidad ambiental en la gestión de recursos.</p> <p><b>CAM (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena):</b> Intensificar esfuerzos en la conservación de recursos hídricos y biodiversidad, promoviendo proyectos de manejo sostenible.</p> <p><b>ONIC:</b> Asegurar la representación y participación efectiva de comunidades indígenas en las decisiones sobre recursos naturales y gestión ambiental.</p> <p><b>Comunidades Locales y Organizaciones de Base:</b> Fortalecer la participación de Juntas de Acción Comunal y organizaciones agropecuarias en la planificación y gestión de recursos locales.</p> <p><b>Universidades y Centros de Investigación:</b> Impulsar investigaciones que aborden desafíos ambientales y de desarrollo regional, promoviendo la colaboración con comunidades.</p> <p><b>ONG's:</b> Continuar el trabajo de Fundación Natura y Fondo Acción en la conservación y desarrollo sostenible, garantizando la participación de las comunidades.</p> <p><b>Pueblos Indígenas:</b> Respetar y apoyar la labor de los Nasa y Pijao en la preservación cultural y la administración de sus territorios.</p> <p><b>Organizaciones Defensoras de Derechos Humanos:</b> Potenciar el trabajo del Comité de Derechos Humanos del Huila y FUNDEHUM en la defensa de comunidades vulnerables y promoción de justicia social.</p> <p><b>Agencia Nacional de Tierras (ANT):</b> Acelerar la restitución de tierras a comunidades despojadas y promover la formalización de predios para garantizar la seguridad jurídica.</p> <p><b>ASOQUIMBO:</b> Apoyar la defensa de la autonomía territorial y los derechos de las comunidades afectadas por el extractivismo, fomentando modelos alternativos de Soberanía Energética y Alimentaria.</p>	
--	--	--	--





Hídrico Subterráneo	Poca información hidrogeológica en el sector sur del área de estudio.	Se recomienda a las entidades nacionales y regionales competentes con el conocimiento del recurso hídrico subterráneo en el territorio, tales como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), fortalecer los estudios hidrogeológicos y el monitoreo de niveles freáticos y parámetros In Situ, en el área regionalizada.	Robustecer el conocimiento y la información disponible tanto local como regional del comportamiento, distribución y características de las aguas subterráneas.
Atmosférico	Poca información relacionada con los permisos de emisiones atmosféricas otorgados por parte de las Autoridades Ambientales Regionales. No se contó con registros de monitoreos de calidad del aire, fuentes fijas, ruido ambiental y emisión de ruido.	Asegurar que los permisos de emisiones otorgados presenten como mínimo la ubicación de las fuentes, su descripción física, sus horas de operación y sus tasas de emisión permitidas; y se recomienda llevar un control de los permisos otorgados a través de una base de datos de manera digital. De igual manera, continuar con la verificación del cumplimiento de las obligaciones de monitoreo y seguimiento asociado con este tipo de permisos.	Es de interés de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales establecer en el área de los reportes, los permisos de uso y aprovechamiento otorgados por las Autoridades Regionales, para de esta manera ubicar geográficamente las fuentes con sus condiciones de emisión con el fin de evidenciar las posibles presiones sobre el medio y establecer la posible existencia de impactos acumulativos.
Paisaje - Valoración económica	La construcción de infraestructura como represas, líneas de transmisión eléctrica, puentes entre otros, produce un impacto visual del paisaje sobre las comunidades que habitan el territorio al alterar su entorno natural.	Para los desarrolladores de proyecto se recomienda implementar el estudio del impacto al paisaje mediante el método de análisis de cuenca visual, basado en datos de percepción de las comunidades locales.	Cuantificar el impacto "Alteración a la percepción visual del paisaje" basado en análisis de cuenca visual de acuerdo con las comunidades del territorio.
Biótico	No se cuenta con información relacionada con permisos otorgados por la autoridad ambiental regional competente.	Se recomienda elaborar un consolidado de información en relación con los permisos de aprovechamiento forestal otorgados por parte de la autoridad ambiental regional competente	Cuantificar y fortalecer los análisis regionales en relación con el impacto sobre las comunidades de flora, lo cual se deriva también en aportes a los análisis sobre las afectaciones a comunidades de fauna y hábitats relacionados.

## XVIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- » Abid, M. K., Kumar, M. V., Raj, V. A., Dhas, M. D. K. (2023). Environmental Impacts of the Solar Photovoltaic Systems in the Context of Globalization. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(2), 231-240. <https://doi.org/10.12912/27197050/157168>
- » Agencia de Desarrollo Rural. Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con enfoque territorial, departamento del Huila. (2019). <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/Huila-Tomo-II.pdf>
- » Agencia Nacional de Tierras. (2024). <https://www.ant.gov.co/wp-content/uploads/2023/02/ACUERDO-243-ZRC-LA-TUNA.pdf>
- » Agudelo, C., et al. (2020). "Efectos estacionales en la abundancia de peces en el río Magdalena, Colombia." *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 123-136.
- » Albert, J. S., & Reis, R. E. (2011). *Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes*. University of California Press.
- » Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. (2023). Manual para la estimación de la cuenca visual del paisaje y su valoración económica ambiental.
- » Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. (2024). Tableros de control de la Subdirección de Mecanismos de Participación. <http://portal.anla.gov.co:81/analitica-datos>
- » Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. (2024). Análisis regional - Segundo año de monitoreo. Estrategia de monitoreo regional de agua subterránea en la cuenca del Valle Superior del Magdalena - VSM.
- » Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. (2023). Instrumento de Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales.
- » Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2024). Proyectos de Interés en Seguimiento 2024. [https://www.anla.gov.co/01\\_anla/proyectos/proyecto-de-interes-en-seguimiento-proyecto-hidroelectrico-el-quimbo/acuerdos-de-cooperacion-proyecto-hidroelectrico-el-quimbo](https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos/proyecto-de-interes-en-seguimiento-proyecto-hidroelectrico-el-quimbo/acuerdos-de-cooperacion-proyecto-hidroelectrico-el-quimbo)
- » Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., & Stribling, J. B. (1999). Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water.
- » Black-Décima, P. (2000). Home range, social structure, and scent marking behavior in brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) in a large enclosure. *Mastozoología Neotropical / J. Neotrop. Mammal*, 7(1), 5-14.
- » Bošnjakovic, M., Santa, R., Crnac, Z., Bošnjakovic, T. (2023). Environmental Impact of PV Power Systems. *Sustainability*, 15, 11888. <https://doi.org/10.3390/su151511888>
- » Caicedo & Bonilla. (2023). Recuadro 2 Caracterización del fenómeno de El Niño en Colombia. Informe de Política Monetaria (BANREP). <https://repositorio.banrep.gov.co/server/api/core/bitstreams/0246ddd2-58c9-4ad2-b0e9-89fc3170d395/content>
- » Carpenter, S. R., Kitchell, J. F., & Hodgson, J. R. (1999). Cascading Trophic Interactions and Lake Productivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(5), 255-263.
- » Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Mediano Plazo – ECMWF. (2022). Reanálisis del modelo meteorológico ERA5. <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>
- » Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del Departamento de Cauca. UT CAEM-E3 (consultor). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/planes-integrales-de-gestion-del-cambio-climatico-territorial/>
- » Contraloría General de la República (CGR). Cumplimiento al Objeto de Control – Licencia Ambiental Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo -PHEQ. Diciembre 2023. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/12/202302031-Informe-Auditoria-Cumplimiento-PHEQ-Quimbo.pdf>



- » Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2017). Estudio hidrogeológico, aprestamiento, diagnóstico y formulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA) en el sector centro, noroccidental y nororiental de la cuenca del Río Magdalena en el departamento del Huila, de acuerdo con lo estipulado en el decreto 1640 de 2012. Informe fase diagnóstico.
- » Crisp, D. T., L. E. G. de L. Williams, M. A. Fox, A. L. O'Connor, and A. W. P. Harvey. (1993). Effects of changes in the flow regime on aquatic macroinvertebrate communities in streams. *Freshwater Biology*, 29(3), 357-369.
- » Defensoría del Pueblo- Departamento de Cauca. [www.defensoria.gov.co/documents/20123/1255298/directorio-organizaciones-sociales2017.pdf/6dc33606-c8e0-2cae-f628-94f616d1d619?t=1650907871062](http://www.defensoria.gov.co/documents/20123/1255298/directorio-organizaciones-sociales2017.pdf/6dc33606-c8e0-2cae-f628-94f616d1d619?t=1650907871062)
- » Del Huila, G. (2014). Plan de cambio climático Huila 2050: preparándose para el cambio climático. Neiva, Colombia
- » De Smet, W. H., & Van Grembergen, D. (2008). Rotifer Communities as Indicators of Water Quality. In *Freshwater Rotifers: Ecology, Biology and Taxonomy* (pp. 87-110). Springer.
- » Ehrlich, R. (1976). The Ecology of Periphytic Algae. In *Periphyton of Freshwater Ecosystems* (pp. 51-78). Springer.
- » Eschmeyer, W. N., Fricke, R., & van der Laan, R. (2019). Catalog of Fishes: Genera, Species, References. California Academy of Sciences.
- » European Commission, Joint Research Centre (JRC)/Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL). Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), release version 4.3.1 <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=431>, 2022.
- » Folch, R., Palau, J., Moresco, A. (2012). El transporte eléctrico y su impacto ambiental. Reflexiones y propuestas para la mejora de la evaluación ambiental. Estudi Ramon Folch i Associats S.L. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental.
- » García, A., et al. (2015). "Variación estacional en la dinámica de los peces del alto Magdalena: un análisis longitudinal." *Ecología Aplicada*, 23(2), 45-58.
- » Gallo Aponte, W. I., & Sanabria Rodelo, A. (2019). Evaluación de Impacto Ambiental y ganadería extensiva en Colombia. Bogotá D.C: Universidad Externado de Colombia. doi:10.57998/bdigital.handle.001.2715
- » Givnish, T. J., Vermeij, G. J., & Pires, J. C. (2014). Ecology and Evolution of Tropical Plant Diversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 227-249.
- » Gilbert, J. J., et al. (2005). The Ecology of Protozoa in Aquatic Ecosystems. In *Protozoan Ecology* (pp. 45-77). Oxford University Press.
- » Gómez, M., López, A., & Silva, R. (2019). "Efectos del caudal estacional en la dinámica del ictioplancton en ríos tropicales." *Revista de Biología Tropical*, 67(3), 675-688.
- » Gobernación del Huila & Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM). (2014). Plan de Cambio Climático Huila 2050: Preparándose para el Cambio Climático. Neiva, Huila: Gobernación del Huila y CAM.
- » Han, S., et al. (2008). Valuing environmental impacts of large dam construction in Korea: An application of choice experiments. *Environmental Impact Assessment Review* 28:256 – 266.
- » Hernández, J., Martínez, F., & Rodríguez, L. (2021). "Impacto de la calidad del agua en las comunidades de ictioplancton del Alto Magdalena." *Boletín de Ecología Acuática*, 45(2), 123-137.
- » Huskin, I., & Maberly, S. C. (1999). *Algae and the Structure of Aquatic Ecosystems*. Springer.
- » IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.
- » IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS