



Autoridad Nacional
de Licencias Ambientales

Actualización Reporte de Análisis Regional del *Putumayo*



DICIEMBRE
2025



Irene Vélez Torres
Director General

Tomás Restrepo Rodríguez
**Subdirector Instrumentos Permisos
y Trámites Ambientales**

Jorge Alberto Sanabria Morales
**Coordinador Grupo de
Regionalización
y Centro de Monitoreo**

Oscar Alexander Varila Quiroga
Líder de Análisis Regional

Luisa Fernanda Valencia Casas
**Líder de Centro de Monitoreo de los
Recursos Naturales**

**Caracterización general del
área de estudio**

Yeimi Lorena Amazo Ramírez
Medio Socioeconómico

Martha Patricia Montenegro Carrillo
Clima y Cambio Climático

Zulma Lizeth Valenzuela Bustacara
Componente Hídrico Superficial

Juan Sebastián Ramírez Garzón
Componente Hidrogeológico

Jaime Andrés Fajardo Rodríguez
Componente Atmosférico

Derly Johana Londoño Hernández
Laura Valentina Huertas Amaya
Medio Biótico

Guillermo Villamil Mora
**Evaluación Económica
Ambiental**

Sebastián Cortes Mayorga
**Jerarquización de Impactos
Ambientales**

Wilfredo Marimon Bolívar
Leyner Cárdenas Mercado
Mariana Carreño Bernal
Componente Hídrico Superficial

Gabriel Ignacio Urrego Montero
Componente Hídrico Subterráneo

Jaime Andrés Fajardo Rodríguez
Componente atmosférico

Marco Alejandro Tellez Salas
Componente ruido

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

Yuli Carolina Velandia
Componente Hídrico Superficial

Leonardo Malagón
Medio Biótico

Luisa Fernanda Valencia Casas
Componente Hidrogeológico

Juan Pablo Ayala
Componente Atmosférico

Angélica María Becerra Paipa
**Profesionales Cambio Climático
Líderes Temáticos (Revisión)**

**Diseño de plantilla
Grupo de Comunicaciones**

Artur Tomaszek
Fotografía portada



Tabla de contenido

I. INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	9
A. CRITERIO DE DEFINICIÓN	9
II. UNIDADES TERRITORIALES.....	10
III. ESTADO DE LICENCIAMIENTO	11
IV. PROSPECTIVA SECTORIAL.....	13
V. SENSIBILIDAD AMBIENTAL	14
A. OBSERVACIONES POR COMPONENTE	16
B. SENSIBILIDAD AMBIENTAL FINAL	18
VI. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS	19
VII. INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN.....	25
VIII. DEMANDA DE RECURSOS NATURALES - PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES	26
A. CANTIDAD DE PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO – ANLA Y AUTORIDADES AMBIENTALES REGIONALES.....	26
B. ANEXO PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO	30
IX. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA CON ENFOQUE TERRITORIAL Y DE DERECHOS HUMANOS	31
B. COMPOSICIÓN DEMOGRÁFICA.....	31
C. ECONOMÍA REGIONAL Y MEDIOS DE VIDA.....	34
D. CONDICIONES DE VIDA Y ACCESO A DERECHOS	35
E. PARTICIPACIÓN Y GOBERNANZA TERRITORIAL	36
F. PRESIONES SOCIOAMBIENTALES Y CONFLICTIVIDAD EN EL TERRITORIO.....	38
G. PROCESOS JUDICIALES Y SANCIONATORIOS AMBIENTALES ASOCIADOS A POA'S DE COMPETENCIA DE LA ENTIDAD	47
H. SENTENCIAS PROFERIDAS POR LA CORTE CONSTITUCIONAL EN JURISDICCIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS/MUNICIPIOS DEL ÁREA REGIONALIZADA	50
X. PAISAJE Y VALORACIÓN ECONÓMICA	51
A. PAISAJE	51
B. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL- CUENCA VISUAL DEL PAISAJE.....	51
C. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE ALMACENAMIENTO DE CARBON.....	55
XI. CARACTERIZACION CLIMA	57



A.	CLIMA HISTÓRICO	57
B.	PROYECCIONES CLIMÁTICAS FUTURAS BAJO ESCENARIOS SSP	62
XII.	AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO	66
A.	AMENAZA (CAMBIO CLIMÁTICO COMO DETONANTE)	66
B.	VULNERABILIDAD	69
C.	RIESGO (CAMBIO CLIMÁTICO COMO DETONANTE)	72
XIII.	MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN A EVENTOS EXTREMOS Y CAMBIO CLIMÁTICO	73
A.	MITIGACIÓN	73
B.	ADAPTACIÓN	75
XIV.	CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL.....	79
A.	CONDICIÓN REGIONAL – INDICADORES HIDROLÓGICOS.....	79
B.	CONDICIÓN REGIONAL- CALIDAD DE AGUA	81
C.	ESTRATEGIA DE MONITOREO PARA EL ALTO RÍO PUTUMAYO	89
D.	MODELACIÓN HÍDRICA SUPERFICIAL - CANTIDAD DE AGUA	90
E.	MODELACIÓN HÍDRICA SUPERFICIAL – CALIDAD DEL AGUA.....	102
XV.	DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES	116
XVI.	CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO	118
A.	CONDICIÓN REGIONAL DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO	120
B.	ANÁLISIS DE TENDENCIA HIDROGEOLÓGICA.....	124
C.	MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA	130
XVII.	CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO	140
A.	CALIDAD DEL AIRE	140
B.	MODELO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES – PM ₁₀ , PM _{2.5} y NO ₂	143
C.	RUIDO AMBIENTAL.....	150
D.	MODELO DE RUIDO AMBIENTAL.....	154
XVIII.	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO	166
A.	BIOMAS	166
B.	COBERTURAS	167
C.	ÁREAS PROTEGIDAS	168
D.	FAUNA.....	171
E.	FLORA	174
F.	HIDROBIOTA.....	175
G.	PRESIONES Y AMENAZAS	181



H.	COMPENSACIONES E INVERSIÓN FORZOSA DE NO MENOS DEL 1%	183
I.	MODELACIÓN BIÓTICA	188
XIX.	ANÁLISIS DE INTEGRALIDAD	195
A.	IMPACTOS PRESENTES	195
B.	IMPACTOS FUTUROS	203
C.	MODELO DE SISTEMA COMPLEJOS (MSC)	206
XX.	METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE AMBIENTAL DE VALOR (VEC) Y DEFINICIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS	211
A.	ACTIVIDAD 1. SELECCIÓN DEL VEC.....	211
B.	ACTIVIDAD 2. DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES ESPACIALES DEL VEC.....	213
C.	ACTIVIDAD 3. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES BASE DEL VEC	216
D.	ACTIVIDAD 4. SELECCIÓN DE PROYECTOS E IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y ESTRESORES EXTERNOS.....	218
E.	ACTIVIDAD 5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS	222
F.	ACTIVIDAD 6. EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS ACUMULATIVOS SOBRE CADA VEC	224
G.	ACTIVIDAD 7. DEFINICIÓN DE LAS MEDIDAS DE GESTIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS ACUMULATIVOS SOBRE CADA VEC	226
XXI.	CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES PARA LA GESTIÓN	233
A.	CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES DIRIGIDOS A SELA.....	233
B.	CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES DIRIGIDOS A SSLA.....	237
C.	RECOMENDACIONES DE CARÁCTER REGIONAL PARA EXTERNOS	240
XXII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	243



GLOSARIO

AICA: Área Importante para la Conservación de las Aves.

Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH): Entidad del Estado encargada de administrar integralmente los recursos hidrocarburíferos de la Nación.

Agencia Nacional de Minería (ANM): Autoridad responsable de la administración de los recursos minerales del Estado y del otorgamiento y seguimiento de títulos mineros.

ANT: Agencia Nacional de Tierras.

Base de Datos Corporativa (BDC): es un sistema centralizado que almacena, organiza y gestiona toda la información relevante para la gestión ambiental en Colombia. Su propósito principal es facilitar la toma de decisiones y el manejo eficiente de los procesos relacionados con la evaluación, seguimiento y control de los proyectos y actividades que impactan el medio ambiente en el país.

Categorías Estandarizadas de Impacto (CEI): es una herramienta empleada para clasificar los impactos ambientales de proyectos o actividades, con el fin de evaluar y gestionar los efectos potenciales que estos puedan tener sobre el medio ambiente. Estas categorías permiten identificar, medir y estandarizar los impactos generados por proyectos o actividades específicas en diferentes áreas del entorno, como los recursos naturales, la biodiversidad, el agua, el aire, el suelo, entre otros.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): es una herramienta que permite abordar los impactos directos asociados a un proyecto, obra o actividad específico y es la herramienta que se emplea en Colombia para la toma de decisiones en el marco del proceso del licenciamiento ambiental. Su alcance se limita al área de influencia definida para el componente, grupo de componentes o medios ambientales potencialmente afectados.

Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA): es el proceso a través del cual se analizan los posibles riesgos e impactos ambientales y sociales de un proyecto propuesto, en un contexto que incorpora, a lo largo del tiempo, los posibles impactos agregados que otras actividades humanas (proyectos), factores naturales o estresores sociales o ambientales externos, efectuados en el pasado, que están siendo realizados en el presente y que tienen una probabilidad razonable de ser ejecutados en el futuro; con el fin de proponer medidas para evitar, reducir, restaurar o mitigar dichos impactos y riesgos incrementales.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF): El Sistema Global de Información sobre Biodiversidad es una red internacional que conecta bases de datos sobre biodiversidad de diferentes partes del mundo, permitiendo el acceso abierto y gratuito a información científica relacionada con la distribución y abundancia de las especies, así como con los ecosistemas y los factores que los afectan. Esta plataforma facilita el intercambio de datos y la colaboración global para abordar los problemas relacionados con la conservación, el cambio climático, y otros aspectos clave para la sostenibilidad del medio ambiente.

IDEAM: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales.

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

INVERMAR: Instituto de investigaciones marinas y costeras “José Benito Vives de Andrés”.



Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH): muestra la capacidad de retención y regulación hídrica de una unidad hidrográfica, representada en la forma de la curva de duración de caudales medios diarios. Corresponde a la relación entre a) un volumen parcial equivalente al área bajo la línea de caudal medio en la curva de duración de caudales medios diarios y b) el volumen total equivalente el área bajo la curva de duración de caudales medios diarios.

Índice de Calidad del Agua (ICA): es un valor numérico (generalmente entre 0 y 100) que simplifica y evalúa la calidad fisicoquímica y microbiológica de un cuerpo de agua, indicando su grado de contaminación y aptitud para el consumo humano o uso recreativo, basado en parámetros como oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, demanda de oxígeno y nutrientes. Este índice permite comparar la salud de diferentes cuerpos de agua a lo largo del tiempo, usando categorías como "Excelente", "Buena", "Regular", "Mala" o "Muy Mala".

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI): entidad de investigación dedicada al conocimiento y manejo sostenible de la región amazónica colombiana.

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.

Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH): es una herramienta técnica que se utiliza para identificar el grado de vulnerabilidad a los problemas relacionados con el agua de un territorio frente a la disponibilidad y presión sobre el recurso hídrico. A través de este índice, se busca proporcionar una perspectiva integral de los riesgos que enfrenta una región con respecto al agua y cómo estos riesgos pueden afectar tanto a los ecosistemas como a las comunidades humanas.

Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL): es una herramienta que se utiliza para evaluar las condiciones ambientales locales, con el fin de medir y clasificar el nivel de calidad o la presión ambiental en áreas específicas. Este índice ayuda a identificar áreas que pueden estar siendo afectadas por factores negativos relacionados con el entorno, como contaminación, degradación de ecosistemas o cambios en la biodiversidad. A través de este índice, es posible obtener una visión clara de cómo las actividades humanas y naturales están impactando un determinado lugar y qué tan sostenible es el ambiente local.

Modelo de almacenamiento geográfico (MAG): descripción conceptual de las entidades geográficas del mundo real con sus características; señala la forma en que deben presentarse, así como el modo y posibles relaciones entre ellas, optimizando su almacenamiento y utilización. Contempla la información geográfica (objetos geográficos) y alfanumérica (atributos) en varios tipos de datos.

MGEPEA: Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales.

Modelo de sistemas complejos (MSC): es una herramienta de análisis y toma de decisiones que busca comprender la interacción entre los diversos componentes de un sistema ecológico, social y económico, con el fin de evaluar los efectos de las actividades humanas sobre estos sistemas. Este enfoque es utilizado en los procesos de evaluación de impacto ambiental (EIA) y en la gestión ambiental para identificar los impactos directos e indirectos de los proyectos en los ecosistemas y las comunidades.

POMCA: Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.

Plan de Gestión y Ordenamiento Forestal (PGOF): Instrumento orientado al manejo sostenible de los recursos forestales en un área determinada.



Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS): Instrumentos de planificación ambiental para la gestión integral del recurso hídrico a escala de cuenca.

Programa de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET): Instrumento de planificación para la transformación estructural de territorios priorizados, con énfasis en desarrollo rural, social y ambiental.

RUNAP: Registro único nacional de áreas protegidas.

Sistema de Información Ambiental Territorial (SIAT): es una herramienta clave en la gestión ambiental de Colombia. Este se utiliza para organizar, integrar y gestionar información ambiental y territorial de manera eficiente, permitiendo a las autoridades, instituciones y a la sociedad en general tomar decisiones informadas sobre el uso y manejo de los recursos naturales en el país.

SILA: Sistema de información de licencias ambientales.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): es una organización clave en la conservación global de la biodiversidad, trabajando para proteger las especies y los ecosistemas esenciales para el bienestar humano y ambiental. A través de su Lista Roja de Especies Amenazadas, su trabajo en áreas protegidas y su apoyo a políticas ambientales sostenibles, la UICN desempeña un papel central en la lucha contra la pérdida de biodiversidad y el cambio climático.

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME): entidad encargada de planear el desarrollo del sector minero-energético en Colombia, mediante estudios técnicos y prospectivos.

Valoración económica ambiental (VEA): según la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) es un proceso que tiene como objetivo asignar un valor económico a los recursos naturales y a los servicios ecosistémicos que estos brindan a la sociedad. Esta valoración permite cuantificar los beneficios y costos derivados de las actividades humanas que impactan al medio ambiente, con el fin de integrar la dimensión ambiental en la toma de decisiones económicas y de planificación.

Valued Environmental Component (VEC): Componente Ambiental de Valor 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. En otras palabras, un VEC es un atributo ambiental o social que se considera importante para la evaluación y gestión de impactos y riesgos acumulativos.



I. INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente reporte de Análisis Regional de Putumayo sintetiza los aspectos más relevantes sobre el estado de los recursos naturales y su sensibilidad ambiental frente a la ejecución de proyectos, obras y/o actividades objeto de licenciamiento ambiental en la región. Este documento tiene como objetivo ofrecer al lector una aproximación a las dinámicas socioambientales territoriales para apoyar la toma de decisiones en los procesos de evaluación y seguimiento ambiental de los proyectos competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, en adelante la ANLA y en los procesos de gestión ambiental que competen a otras entidades públicas en el marco de sus respectivas funciones.

La información utilizada proviene de la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA, el Sistema de Información de Licencias Ambientales (SILA), y datos suministrados por la Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO) y por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía Colombiana (CORPOAMAZONIA), así como de grupos e institutos de investigación, entre otras entidades. Este reporte caracteriza los potenciales impactos acumulativos en el área de estudio mediante la delimitación de uno o varios VEC (Elementos Ambientales de Valor, por sus siglas en inglés), formulando recomendaciones orientadas al análisis, manejo y seguimiento de los impactos acumulativos en los medios biótico, abiótico y socioeconómico.

A. CRITERIO DE DEFINICIÓN

La cuenca del río Putumayo se localiza en un sector estratégico del Bioma Amazónico, uno de los ecosistemas más relevantes a nivel nacional y global debido a su papel en la regulación climática, la provisión de servicios ecosistémicos, la conectividad biológica y la captura de carbono. La estabilidad ambiental de este territorio sostiene procesos hidrológicos esenciales, alberga una elevada biodiversidad y garantiza, además, condiciones fundamentales para la protección de los derechos ambientales, culturales y territoriales de las comunidades indígenas y rurales presentes en la región.

A pesar de su importancia, el área enfrenta un conjunto creciente de presiones antrópicas que comprometen su capacidad de resiliencia y aumentan la probabilidad de manifestación de impactos acumulativos. Entre estas presiones se encuentran las actividades extractivas, la apertura y consolidación de vías formales e informales que incrementan la accesibilidad; el avance de la frontera agropecuaria y los procesos de deforestación relacionados con ella; así como dinámicas de ocupación, extracción ilegal de recursos y transformaciones progresivas de los ecosistemas de bosque húmedo tropical. Estas presiones no actúan de manera aislada, sino que configuran patrones de causalidad compleja que pueden desencadenar efectos sinérgicos, de carácter acumulativo y con potencial de irreversibilidad sobre los componentes físico-bióticos y socioeconómicos del territorio.

En este escenario, la definición y elaboración del Reporte de Análisis Regional del Putumayo se justifica como un instrumento esencial para comprender la magnitud, interacción y dirección de las presiones territoriales. Este reporte permite caracterizar el territorio desde una perspectiva sistémica, identificando las relaciones causa-efecto entre las actividades humanas, los factores de presión y sus repercusiones sobre los componentes ambientales y sociales estratégicos. Asimismo, posibilita estimar el nivel de vulnerabilidad del sistema socioecológico, evaluando su sensibilidad y capacidad de respuesta frente a cambios inducidos tanto por las actividades antrópicas como por el cambio climático. De igual manera, facilita reconocer los patrones de acumulación e intensificación de impactos, anticipando riesgos ambientales y orientando la toma de decisiones.

La pertinencia del presente reporte radica también en su capacidad para proveer una base técnica sólida que soporte las decisiones regulatorias y de licenciamiento, en coherencia con los mandatos constitucionales y

normativos que rigen la protección del Bioma Amazónico y la gestión sostenible del territorio. De esta manera, el análisis regional no solo se enfoca en evaluar las presiones existentes, sino también en anticipar escenarios futuros, resguardar la integridad del sistema amazónico y asegurar que las actividades productivas se desarrollen dentro de límites ecológicos seguros. Su implementación se constituye, así, en una herramienta fundamental para orientar la actuación de la Autoridad Ambiental, fortalecer la gestión territorial del Estado y promover la conservación de un sistema ecológico cuya estabilidad es determinante para la región.

Tabla 1. Información general del área de estudio del RAR Putumayo

NOMBRE DEL ÁREA REGIONALIZADA	ALTITUD MÍN (m.s.n.m.)	ALTITUD MÁX (m.s.n.m.)	ÁREA (HA)
Reporte de Análisis Regional Putumayo	200.0	3705.0	2414169.5
INFORMACIÓN DE REPORTES DE ANÁLISIS REGIONAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO			
ÁREA REGIONALIZADA	LINK DEL REPORTE	AÑO REPORTE	
Putumayo	https://www.anla.gov.co/documentos/biblioteca/reportaleetputumayo-vision-o-version_dic-21-2.pdf	2023	
Putumayo	https://www.anla.gov.co/documentos/biblioteca/reportaleetputumayo-version_dic-21-2.pdf	2015-2017	
Macizo Colombiano	https://www.anla.gov.co/images/documentos/reportes-alertas/2024-05-16-anla-Reporte-Analisis-Regional-Macizo-Colombiano-2024.pdf	2023	
ESTRATEGIA DE MONITOREO REGIONAL	COMPONENTE	ÁREA (%)	
Putumayo	Hídrico Superficial	89.5	

Fuente: ANLA, 2025

II. UNIDADES TERRITORIALES

Como se indica en la Tabla 2, el área comprende municipios de los departamentos de Putumayo, Nariño y Caquetá, con una mayor representatividad territorial de los municipios de Putumayo. Entre ellos, destacan Puerto Caicedo, Puerto Guzmán, Valle del Guamuez y Villagarzón, que en conjunto concentran la mayor proporción del área. En menor medida, se incluyen también municipios del departamento de Nariño como Funes, Pasto, Potosí y Puerres y una fracción reducida correspondiente a Curillo, Solano, Solita, Buesaco y Córdoba en Caquetá. Esta distribución evidencia el predominio del Putumayo dentro del área analizada, mientras que Nariño y Caquetá aportan porcentajes menores pero relevantes para comprender la continuidad territorial y las dinámicas socioambientales de la región (ver Figura 1).

Tabla 2. Distribución de unidades territoriales

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ÁREA (%)	DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES TERRITORIALES
CAQUETÁ	CURILLO	0.01	
	SOLANO	0.01	
	SOLITA	0.01	
NARIÑO	BUESACO	0.06	
	CÓRDOBA	0.84	
	FUNES	0.79	
	IPIALES	4.21	
	PASTO	2.49	
	POTOSÍ	0.85	
	PUERRES	1.06	
	TANGUA	0.01	
	COLÓN	0.27	
PUTUMAYO	MOCOA	5.4	
	ORITO	8.03	
	PUERTO ASÍS	11.69	
	PUERTO CAICEDO	3.84	
	PUERTO GUZMÁN	18.94	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ÁREA (%)	DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES TERRITORIALES
	PUERTO LEGUIZAMO	27.21	Figura 1. Distribución municipal en el área de estudio.
	SAN FRANCISCO	1.69	
	SAN MIGUEL	1.57	
	SANTIAGO	1.42	
	SIBUNDOY	0.4	
	VALLE DEL GUAMUEZ	3.38	
	VILLAGARZÓN	5.79	

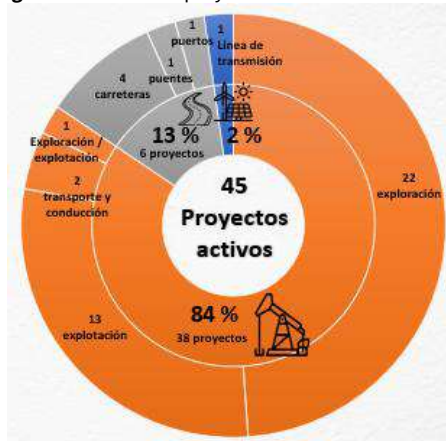
Fuente: ANLA, 2025.

III. ESTADO DE LICENCIAMIENTO

DISTRIBUCIÓN DE LOS PROYECTOS EN ESTADO DE LICENCIAMIENTO

En el área de estudio se identifica un total de cuarenta y un (41) proyectos con licenciamiento ambiental otorgado por la ANLA, los cuales se encuentran actualmente en estado de seguimiento ambiental. De estos, el sector de hidrocarburos agrupa la mayor cantidad, con un total de 40 proyectos. La Figura 2 ilustra la distribución de los proyectos por subsectores. La Figura 3 muestra la localización espacial de los proyectos licenciados y la Tabla 3 presenta el detalle de los expedientes asociados.

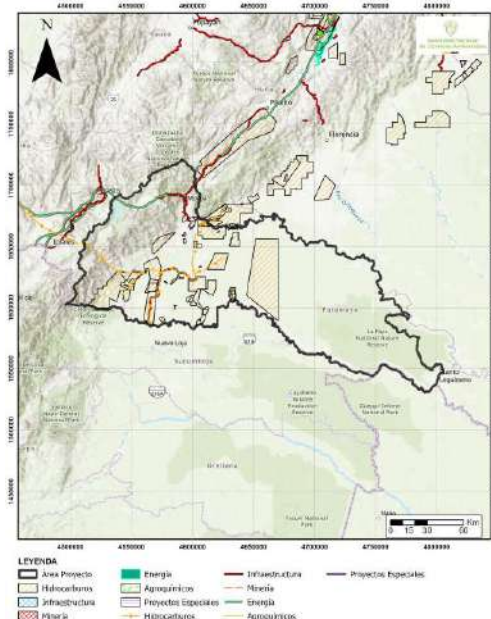
Figura 2. Número de proyectos en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2025

FRECUENCIA DE PROYECTOS POR SUB-SECTOR

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



Fuente: ANLA, 2025.

Tabla 3. Estado de licenciamiento en el área de estudio

PROYECTOS EN ESTADO DE LICENCIAMIENTO EN SUPERPOSICIÓN		
ÁREA PROYECTOS LICENCIADOS		
SECTOR	EXPEDIENTE	NOMBRE DEL PROYECTO
Energía	LAM3323	Línea De Transmisión A 230 Kv Circuito Doble Betania Altamira Mocoa Pasto (S/E Jamondino) Frontera Y Obras Complementarias/UPME 01 2005 - Modificación
	LAM0132	Pozo De Desarrollo Orito Y Puerto Colon
Hidrocarburos	LAM0199	Perforación De Pozos Exploratorios Mary West-1 Desarrollo De Pozos Mary 6 Y Miraflor 3, Bloque Santana B.
	LAM0533	Bloque Río Putumayo (Fase Perforación Exploratoria)
	LAM0542	Proyecto De Perforación Exploratoria En El Bloque San Juan, De Los Pozos Exploratorios Pegaso-1, Troyano 1 Y Unicornio-1.
	LAM1412	Pruebas Extensas De Producción En El Área Sur - Oriente. Quillasinga - Curiquinga Y Piñuña.
	LAM1506	Proyecto Perforación Del Pozo De Desarrollo Loro 5A Y Construcción De Una Línea De Flujo Desde El Pozo De Desarrollo Loro 5A Hasta El Oleoducto San Miguel – Orito, En Una Longitud Aproximada De 350 M,
	LAM1990	Área De interés De Perforación Exploratoria Denominada Orito Sur
	LAM2070	Bloque Moqueta
	LAM2078	Bloque De Perforación Exploratoria Cafelina
	LAM2205	Pozos De Desarrollo Orito 107 Y Orito 108
	LAM2469	Plan De Manejo Ambiental Para Áreas Operativas De La Gerencia Sur (GSU)
	LAM2940	Área De Interés De Perforación Definida Dentro Del Bloque "B"
	LAM3056	Área De Perforación Exploratoria Churuco
	LAM3268	Fase De Producción Del Pozo Nancy-1
	LAM3276	Reentry Pozos Temblón 1 Y Temblon 1X
	LAM3518	Oleoducto Transandino
	LAM3552	Área De Interés De Perforación Exploratoria Las Águilas
	LAM3565	Área De Interes-2 Platanillo
	LAM4011	Reactivación Y Workover De Los Pozos Burdine 1, 2, 4 Y 5
	LAM4077	Área De Perforación Exploratoria Maranta
	LAM4113	Licencia Ambiental Global Para El Campo Costayaco
	LAM4174	Campos Quinde, Cohembí Y Quillacinga
	LAM4402	Reactivación Del Pozo Mecaya 1
	LAM4479	Área De Perforación Exploratoria Rio Mocoa
	LAM4609	Área De Explotación De Hidrocarburos Platanillo
	LAM4650	Área De Perforación Exploratoria Venado
	LAM4847	Proyecto Área De Perforación Exploratoria Rumiyaco
	LAM4899	Área De Perforación Exploratoria La Vega Este
	LAM4984	Área De Perforación Exploratoria Vega Sur-Bloque Azar
	LAM4990	Perforación Exploratoria Para Un Área De Interés Localizada Dentro Del Bloque Coatí.
	LAM5025	Área De Interés Exploratoria Alea 1848-A
	LAM5505	Proyecto Área De Interés Exploratorio Canelo Norte.
	LAM5655	Licencia Ambiental Para El Proyecto Área De Interés Exploratorio Canelo Nogal
	LAM5887	Área De Perforación Exploratoria La Cabaña
	LAM6356	Área De Explotación O Desarrollo Moquetá
	LAV0005-00-2022	Área De Desarrollo Cumplidor Norte
	LAV0009-00-2019	Área De Desarrollo Vonu Este (Put-1)
	LAV0020-00-2017	Área De Perforación Exploratoria Pomorroso
	LAV0033-00-2019	Área De Desarrollo Verderón (Put-4)
	LAV0040-00-2022	Área De Desarrollo - Ad Bienparado, Bloque Put 8
	LAV0042-00-2017	Proyecto Colibrí Bloque Put 4
	LAV0047-00-2023	Área De Desarrollo Genesis
	LAV0056-00-2015	Área De Perforación Exploratoria Cumplidor
	LAV0062-00-2016	Área De Perforación Exploratoria Siriri
	LAV0075-00-2015	Campo De Producción Mirto Dentro Del Bloque Maranta
Infraestructura	LAM1358	Variante De Mocoa - San Francisco
	LAM2617	Plan De Manejo Ambiental Para La Construcción De Obras Muelle La Esmeralda, Rio Putumayo - Municipio De Puerto Asís - Departamento Del Putumayo
	LAV0010-00-2023	Construcción De La Perimetral De Villagarzón Entre Las Abscisas K0+000 Al K3+923, Que Forma Parte De La Unidad Funcional 7: Mocoa – Santana – Puerto Asís.
	LAV0016-00-2023	Construcción Frente Mocoa

LÍNEA PROYECTOS LICENCIADOS		
SECTOR	EXPEDIENTE	NOMBRE DEL PROYECTO
Infraestructura	LAM1243	Puente Binacional San Miguel.
	LAM1376	Rehabilitación De La Carretera Pte San Miguel - Buenos Aires y Villagarzón - Mocoa.
	LAM1500	Pavimentación Carretera Pitalito - Mocoa (Sector San Juan De Villalobos - Mocoa)
	LAM7834-00	Áreas Operativas De La Gerencia Sur Existentes Y En Operación (Orito, Sur, Occidente Y Nororient)
	LAV0028-00-2023	Corredor Santana-Mocoa-Neiva, Unidad Funcional 6, Sector Variante Mocoa

Fuente: ANLA, 2025.

IV. PROSPECTIVA SECTORIAL

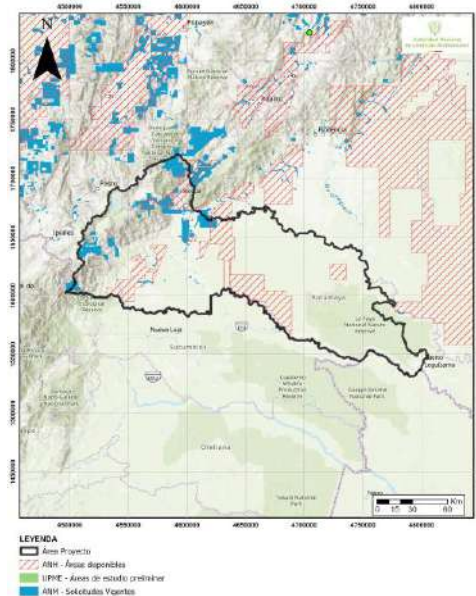
En el área de estudio se identifican ocho polígonos con prospectiva para el sector de hidrocarburos, de acuerdo con la información cartográfica disponible en la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), el cual puede ser consultado en el geovisor institucional: <https://geovisor.anh.gov.co/tierras/>. Asimismo, el análisis espacial realizado con base en el visor institucional de la Agencia Nacional de Minería (ANM) evidencia la presencia de 103 polígonos asociados a actividades mineras, que incluyen solicitudes, áreas en estudio y otros instrumentos del ciclo minero vigentes en la región, información disponible en su visor oficial <https://annamineria.anm.gov.co/Html5Viewer/index.html?viewer=SIGMExt.sigm&locale=es-CO&appAcronym=sigm>. Por su parte, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) no registra polígonos asociados a proyectos de expansión eléctrica dentro del área evaluada. La Figura 4 muestra la distribución espacial de estas áreas de prospectiva sectorial, lo que permite comprender la superposición de intereses y los posibles escenarios de interacción entre usos del territorio en la región. El documento detallado con relación a la prospectiva sectorial se puede consultar a través del siguiente enlace: [ProspectivaActualizaciónPutumayo_VF1.pdf](#)

Tabla 4. Cantidad de polígonos prospectivos por sector

AGENCIA	CANTIDAD DE ÁREAS CON PROSPECTIVA
ANH	8 polígono
ANM	103 polígonos

Fuente: ANLA, 2025

Figura 4. Prospectiva sectorial en el área de estudio

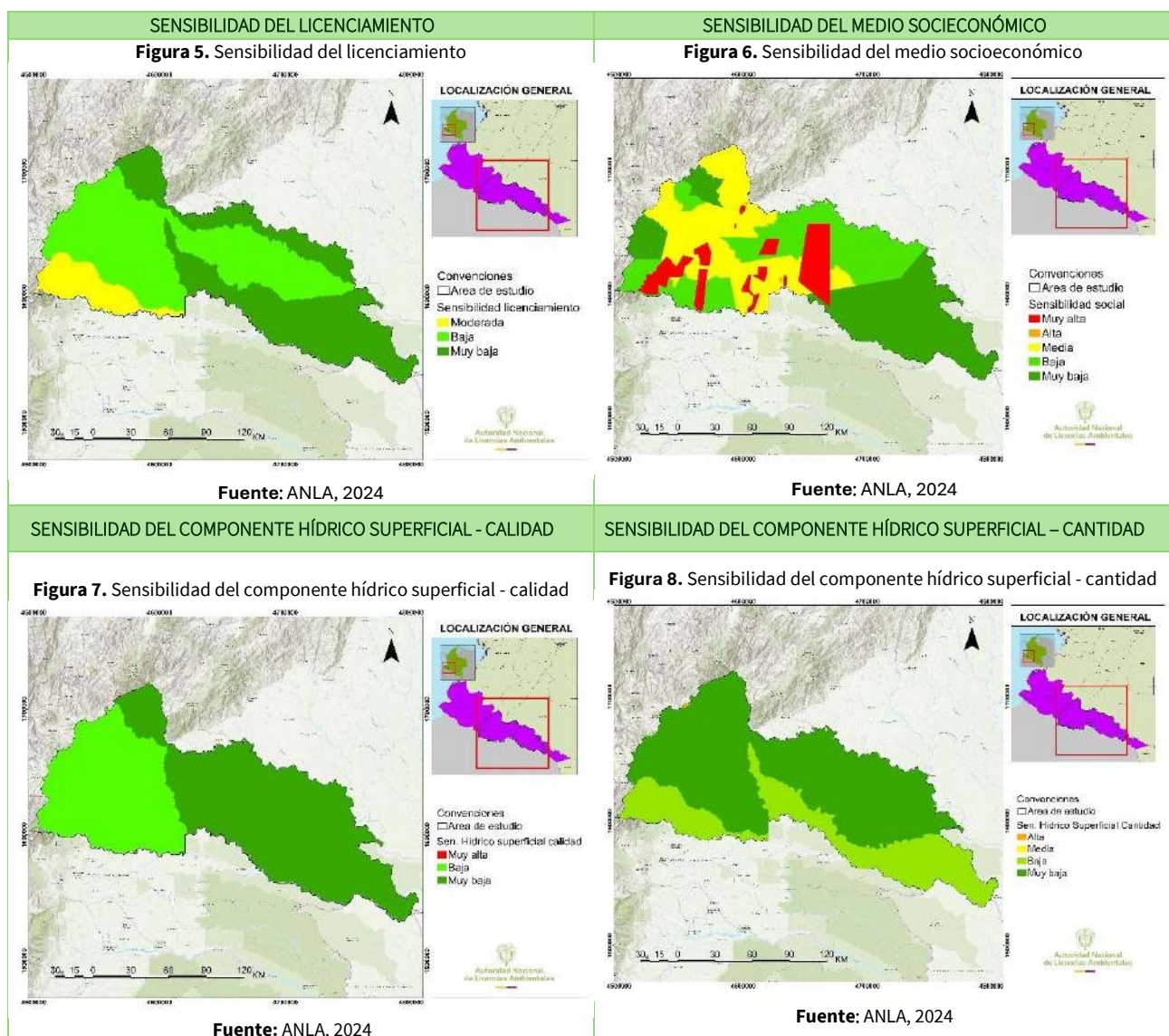


Fuente: ANLA, 2025

V. SENSIBILIDAD AMBIENTAL

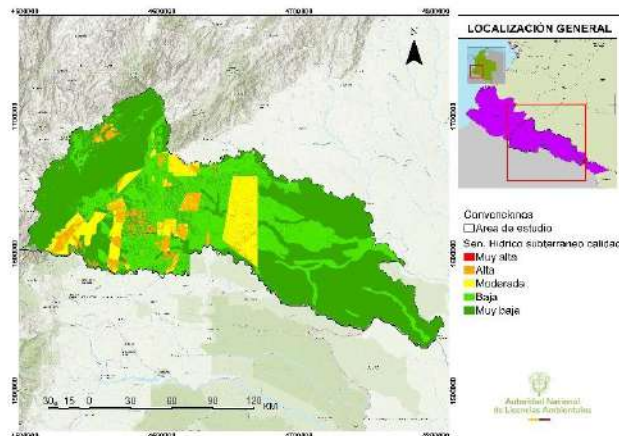
A continuación, se presenta la actualización del ejercicio de sensibilidad ambiental desarrollado en 2024 por el Grupo de Regionalización y el Centro de Monitoreo de la ANLA. Se exponen los resultados obtenidos a partir de la ponderación entre la confluencia espacial de los proyectos licenciados por esta Autoridad Nacional que involucran sus impactos potenciales asociados y las condiciones de vulnerabilidad, amenaza y riesgo de los medios y/o componentes ambientales reconocidos dentro del polígono delimitado por el área de estudio. Este ejercicio de análisis espacial se basa en información secundaria oficial, a escala 1:100.000, disponible para su visualización y descarga en el sitio web institucional, a través de [Geo visor](#) la ANLA.

En este mismo portal podrá consultar la memoria explicativa correspondiente al apartado de [Sensibilidad Ambiental Regional](#), que detalla el proceso metodológico utilizado para determinar el grado de sensibilidad ambiental evaluado, así como visualizar de forma interactiva los resultados y capas geoespaciales asociadas.



SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO - CALIDAD

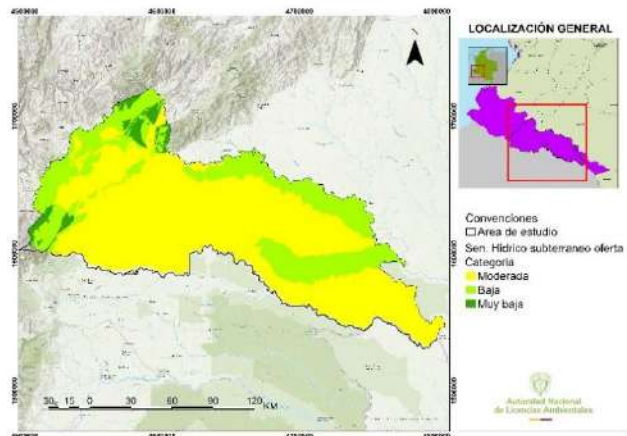
Figura 9. Sensibilidad del componente hídrico subterráneo - calidad



Fuente: ANLA, 2024

SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO - CANTIDAD

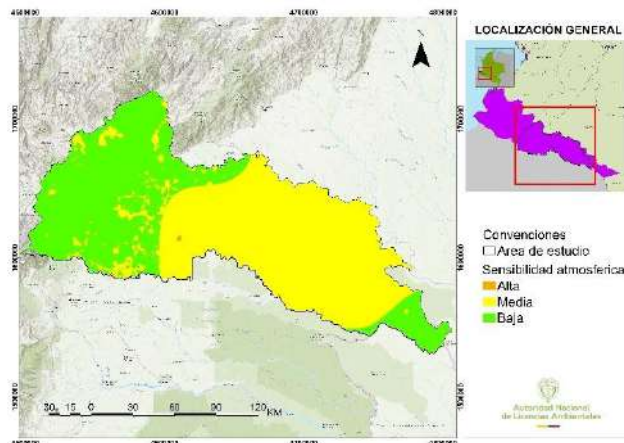
Figura 10. Sensibilidad del componente hídrico subterráneo - cantidad



Fuente: ANLA, 2024

SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO

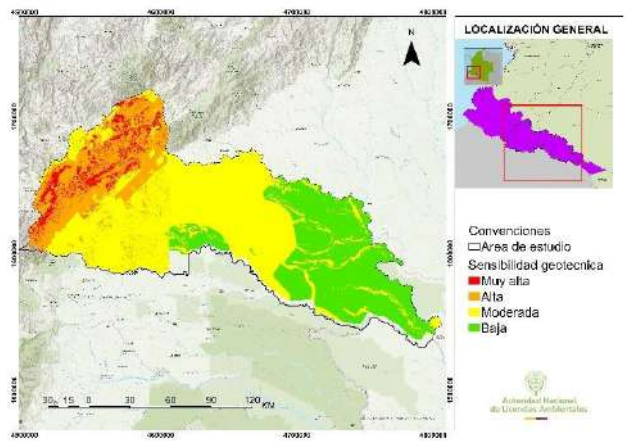
Figura 11. Sensibilidad del componente atmosférico



Fuente: ANLA, 2024

SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE GEOTÉCNICO

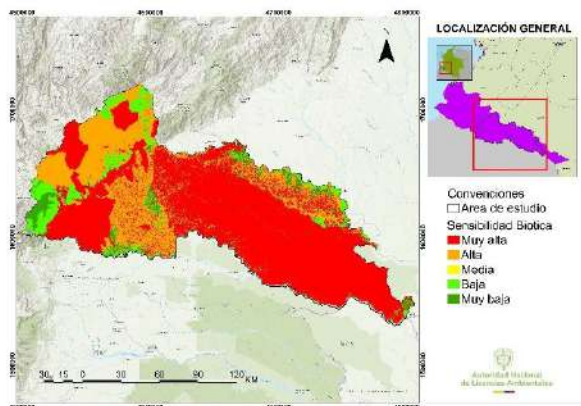
Figura 12. Sensibilidad del componente geotécnico



Fuente: ANLA, 2024

SENSIBILIDAD DEL MEDIO BIÓTICO

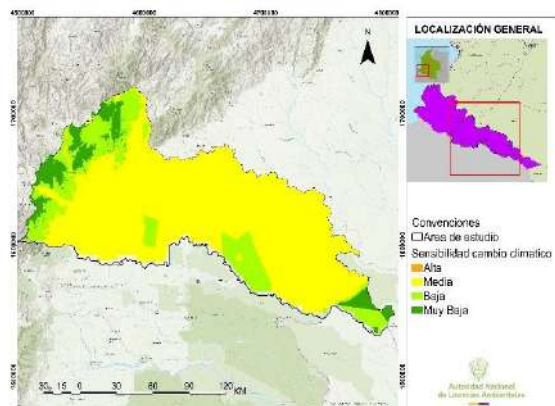
Figura 13. Sensibilidad del medio biótico



Fuente: ANLA, 2024

SENSIBILIDAD DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Figura 14. Sensibilidad del cambio climático



Fuente: ANLA, 2024



A. OBSERVACIONES POR COMPONENTE

SENSIBILIDAD DEL LICENCIAMIENTO

Para el análisis de la sensibilidad de este componente, se definieron categorías a partir de la frecuencia y criticidad de proyectos en relación con el área de ocupación sobre cada Subzona Hidrográfica, lo cual indica de manera directa no solo el porcentaje de área ocupada por proyectos licenciados al interior de una cuenca, sino también la criticidad de cada uno de estos para obtener la categoría de sensibilidad. Como resultado, para el área de estudio se estableció una categoría de sensibilidad baja, dado que se identifica un bajo porcentaje de cobertura de proyectos asociados a hidrocarburos (40) en relación con el área total regionalizada.

SENSIBILIDAD DEL MEDIO SOCIECONÓMICO

En el área de interés se reportan 961 denuncias ambientales asociadas a diferentes proyectos, obras y/o actividades de competencia de la ANLA. Municipios como Ipiales, Orito, Puerres, Puerto Asís, Puerto Caicedo, Puerto Guzmán, Puerto Leguizamo, San Miguel, Valle del Guamuez, Villagarzón, se destacan por presentar un nivel de sensibilidad ambiental muy alta. El municipio que más se resalta entre los mencionados, tanto por el número de quejas y denuncias (24) como por los procesos jurídicos asociados, es Orito. Cabe destacar que se han identificado alertas de conflictividad socioambiental asociadas a proyecto, obras y/o actividades que corresponden a los expedientes LAM4174, LAV0056-00-2015, LAM6356, LAM0199, LAM7834-00, LAM2469, LAM4113, LAV0040-00-2022, LAV0054-00-2022, LAM1358 y LAV0016-00-2023.

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 con mayor porcentaje de cubrimiento que corresponde a Alto Río Putumayo se presenta un índice de alteración potencial de calidad del agua (IACAL) tipificado como moderado, lo que indica una moderada presión a la alteración potencial de calidad de agua para año seco.

SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL - CANTIDAD

En el área de estudio predomina una sensibilidad muy baja en términos de cantidad del recurso. Esto se relaciona con el resultado del índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento (IVH) en la SZH alto río Putumayo, calculado a partir de la correlación existente entre el índice de regulación hídrica (IRH), el cual se toma del ENA 2022, y el índice de uso del agua IUA, el cual fue actualizado con base en la demanda hídrica de las concesiones de agua superficial otorgadas por la ANLA y por las Autoridades Ambientales Regionales, según lo reportado en el SIRH. De esta manera, la sensibilidad muy baja representa una alta capacidad de la cuenca para mantener o regular un caudal determinado, sumado a una muy bajo demanda del recurso hídrico superficial.

SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO - CANTIDAD

El área de estudio registra una sensibilidad moderada para el componente hídrico subterráneo, en relación con el riesgo a la alteración potencial de la oferta. En la zona de interés se reporta características litoestratigráficas compuesta por lodolitas arenitas líticas e intercalaciones de conglomerados ferruginosos, calizas, cuarzo arenitas, y limolitas de la llanura Amazónica, que cuentan una permeabilidad tipificada como A (Acuífero con permeabilidad intergranular) la cual indica materiales con alta capacidad de infiltración y tránsito de agua subterránea, favoreciendo la recarga, pero aumenta la vulnerabilidad del recurso. Finalmente, se identifica un total de 13 captaciones de este recurso al interior de la SZH Río Mecaya.



SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE HIDRICO SUBTERRANEO – CALIDAD

El área de estudio registra una sensibilidad preponderantemente muy baja para el componente hídrico subterráneo, en relación con el riesgo a la alteración de la calidad de este recurso, a causa de que en la zona de interés se reporta un bajo potencial de recarga de los acuíferos y baja vulnerabilidad ante cargas de contaminación que tienen lugar en superficie; sin embargo, se identifican fuentes potenciales de contaminación de aguas subterráneas, asociadas a: metales pesados como Bario (Ba), Níquel (Ni) y plomo (Pb).

SENSIBILIDAD DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO

Para el componente atmosférico, predomina la sensibilidad media con el 57.24 % y el 42.73% representa una sensibilidad baja en el área en estudio. Este comportamiento se explica al identificar zonas con rangos de concentración de PM_{10} entre $20 \mu g/m^3$ y $30 \mu g/m^3$, concentración de $PM_{2.5}$ entre 15 y $25 \mu g/m^3$, asociados a condiciones meteorológicas y demográficas favorables para la dispersión de contaminantes, tales como la precipitación anual mayor a 2000 mm, densidad poblacional menor de 10 hab/km² y, por último, una velocidad del viento entre 0.2 - 1.5 m/s.

SENSIBILIDAD DEL MEDIO BIÓTICO

En el área de estudio predomina una sensibilidad muy alta (64.27 %) y alta (23.25%) para el medio biótico, debido a la conectividad funcional potencial, identificándose zonas con “áreas núcleo – núcleo corredor” para la fauna silvestre. Por la presencia de 30 áreas protegidas conformadas por distintas figuras de conservación como Parques Nacionales Naturales. Respecto a los ecosistemas acuáticos, el área de interés presenta moderada conectividad, moderada presencia de peces migratorios y especies de importancia pesquera. Por la presencia de núcleos de deforestación. Respecto a las áreas de compensación e inversión del 1%, 28 proyectos cuentan con obligación de compensación (sector de hidrocarburos) y 31 proyectos con obligación de inversión forzosa de no menos del 1% (sector de hidrocarburos e infraestructura). Finalmente, respecto a los ecosistemas en condición de amenaza, el área de interés se clasifica como de preocupación menor.

SENSIBILIDAD GEOTÉCNICA

En el área de estudio predomina la sensibilidad moderada para el componente de geotecnia. De acuerdo con el mapa de amenaza por Movimiento de remoción en masa del Servicio Geológico Colombiano – SGC (2017), se debe a la presencia de zonas de laderas con inestabilidad generada por procesos erosivos de baja intensidad predominando procesos de reptación.

SENSIBILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

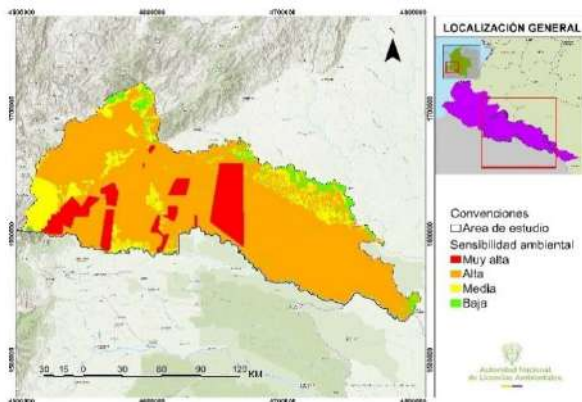
En el área de estudio predomina una sensibilidad media al cambio climático, de acuerdo con el cálculo de las variables contempladas, que corresponden a: Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades (DNP, 2018), Escenario de Cambio Climático 2011-2040, Diferencia de temperatura °C (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). La sensibilidad baja se atribuye a las proyecciones para el periodo 2011 – 2040. El territorio podría experimentar un aumento de temperatura entre 0.81 y 1.0 ° C, con sequías e inundaciones más frecuentes, estrés en ecosistemas y ligero déficit de lluvia. La precipitación disminuiría entre -29% y -20% o aumentaría entre +21% y +30%, afectando caudales y cultivos e intensificando la aparición de plagas. Aunque las amenazas son detectables, los municipios tienen cierta capacidad de gestión.

B. SENSIBILIDAD AMBIENTAL FINAL

El área de interés presenta una sensibilidad predominantemente alta (73 %), seguida de las categorías moderada (12 %) y muy alta (11 %). Este resultado proviene de la ponderación de los criterios de sensibilidad intermedia en los componentes hídrico superficial, hídrico subterráneo, atmosférico, geotécnico, biótico y socioeconómico, así como de manera transversal en los componentes de cambio climático y licenciamiento. Entre estos, destacan el medio socioeconómico, el medio biótico y el geotécnico: el primero, por el número de quejas y denuncias, así como por la diversidad de procesos jurídicos asociados; el segundo, por la superposición de proyectos sobre áreas con conectividad funcional potencial, por presencia de áreas protegidas conformadas por distintas figuras de conservación y por proyectos que cuentan con la obligación de compensaciones e inversión de no menos del 1 %, y el último, por la presencia de zonas con laderas que van desde muy inestables hasta muy estables, con intervención antrópica, procesos erosivos y laderas inestables.

DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD AMBIENTAL FINAL

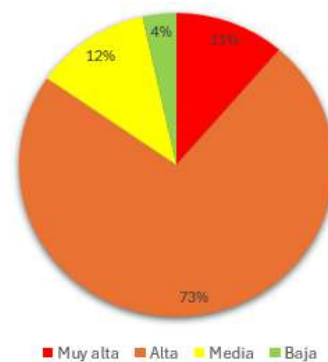
Figura 15. Distribución sensibilidad ambiental final



Fuente: ANLA, 2024

% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD

Figura 16. Distribución porcentual de sensibilidad ambiental final



Fuente: ANLA, 2024

VI. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS

Para el área de estudio analizada en el presente documento, de las 36 Categorías Estandarizadas de Impacto (CEI) definidas en el instrumento *Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales* (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) se identificaron 27 CEI en los 40¹ proyectos licenciados. En total, estos proyectos reportaron una frecuencia acumulada de 551 impactos, correspondientes a los sectores de energía, hidrocarburos e infraestructura.

En la siguiente tabla (ver Tabla 5) se detalla el número de CEI identificadas y su frecuencia por sector y subsector:

Tabla 5. Número y frecuencia de CEI en el área de estudio por sector y subsector.

SECTOR	NUMERO DE POA	FRECUENCIA CEI
Energía		
Líneas de Transmisión	1	8
Hidrocarburos		
Exploración	20	267
Exploración / Explotación	1	5
Explotación	13	161
Transporte y Conducción	2	74
Infraestructura		
Carreteras	1	4
Puentes	1	7
Puertos	1	25
Total general	40	551

Fuente: ANLA 2025

El análisis de la distribución de impactos permite evidenciar que el sector hidrocarburos concentra la mayor proporción de los impactos registrados (92% – 507 CEI), en especial en la fase de exploración, que por sí sola representa el 48,5% del total (267 CEI), seguida de la fase de explotación con el 29,2% (161 CEI), por su parte el transporte y conducción presenta el 13,4% (74 CEI). En segundo lugar, se ubica el sector Infraestructura, con el 6,5% (36 CEI), sobresaliendo el subsector Puertos, que aporta el 4,5% del total (25 CEI). Por su parte, el sector Energía tiene una incidencia reducida, aportando únicamente el 1,4% de la muestra (8 CEI), todos asociados al subsector de líneas de transmisión.

Análisis por medios

Al analizar los impactos por medio abiótico, se observa un predominio de aquellos asociados a la Alteración de la calidad del suelo, los cuales representan el 21% (46 CEI) y se concentran principalmente en el sector Hidrocarburos. Le siguen en importancia la Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental, que aporta el 19,2% (42 CEI) distribuidos entre los sectores Energía, Hidrocarburos e Infraestructura; y la Alteración de la concentración de contaminantes criterio y/o sustancias tóxicas en el aire, que corresponde al 15,5% (34 CEI), casi en su totalidad asociada al sector Hidrocarburos.

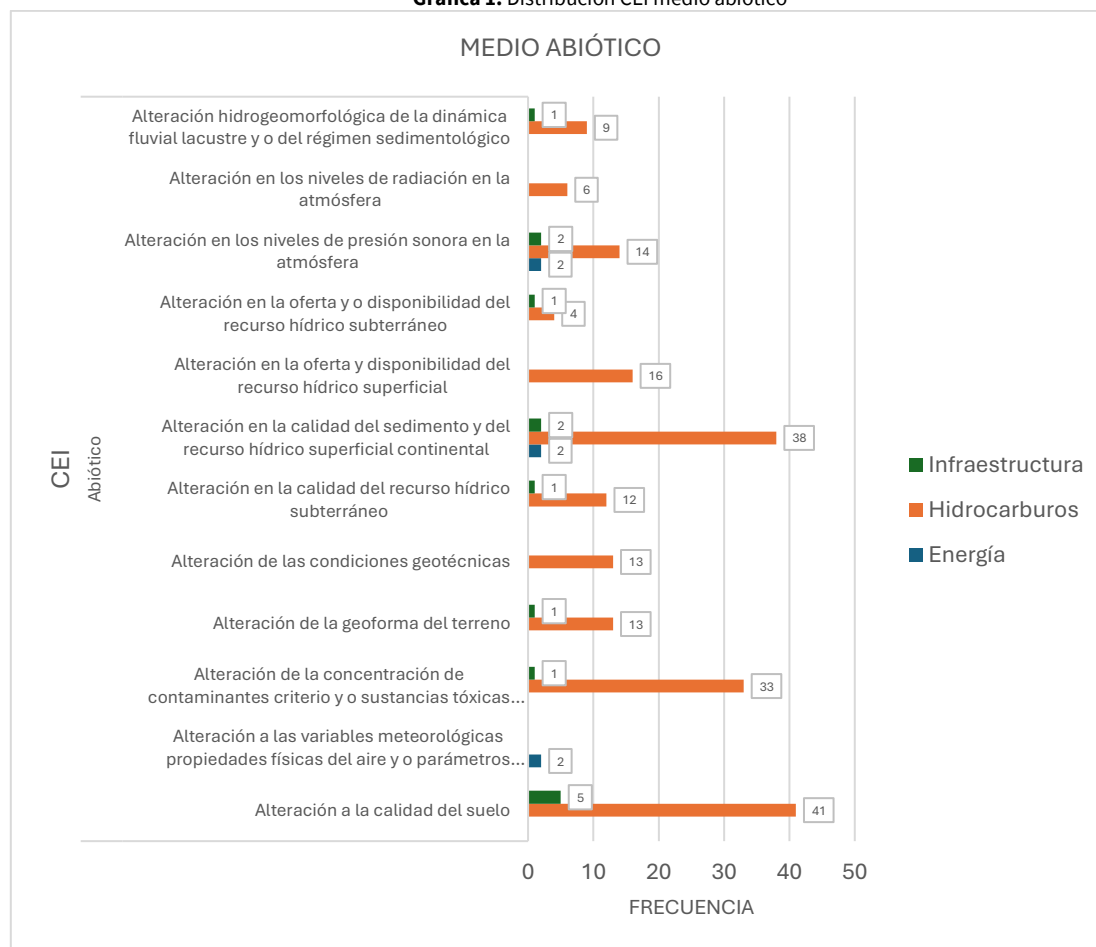
Con menor frecuencia se registran la Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial (7,3%; 16 CEI); la Alteración de la geoforma del terreno (6,4%; 14 CEI); y tanto la Alteración de las condiciones

¹ Corresponde a los expedientes disponibles en la base de datos del instrumento estandarización y jerarquización de impactos ambientales de proyectos licenciados por ANLA

geotécnicas como la Alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo (ambas con 5,9%; 13 CEI), igualmente predominantes en Hidrocarburos.

Adicionalmente, se identifican otros impactos relevantes: la Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera (8,2%; 18 CEI), presente en los tres sectores; la Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial-lacustre y/o del régimen sedimentológico (4,6%; 10 CEI); la Alteración en los niveles de radiación en la atmósfera (2,7%; 6 CEI); la Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo (2,3%; 5 CEI); y la Alteración a las variables meteorológicas, propiedades físicas del aire y/o parámetros superficiales, que representa el 0,9% (2 CEI) y se asocia únicamente al sector Energía.

Gráfica 1. Distribución CEI medio abiótico

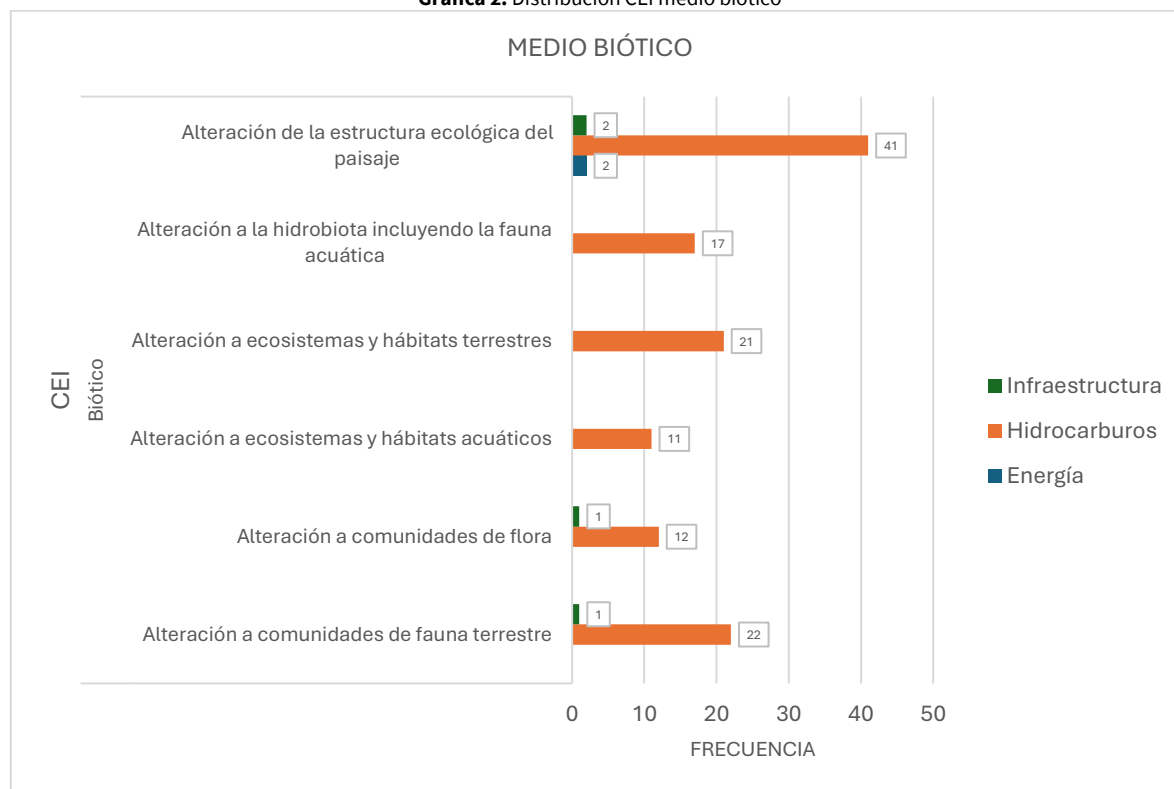


En cuanto al medio biótico, se observa un predominio de los impactos asociados a la Alteración de la estructura ecológica del paisaje, que representan el 34,6% (45 CEI) y se distribuyen entre los sectores Energía, Hidrocarburos e Infraestructura. Les sigue la Alteración a comunidades de fauna terrestre, con una participación del 17,7% (23 CEI), registrada principalmente en el sector Hidrocarburos.

Posteriormente se destacan la Alteración a la hidrobiota, incluida la fauna acuática (13,1%; 17 CEI), y la Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres (16,2%; 21 CEI), ambas igualmente asociadas de forma predominante al sector Hidrocarburos.

Con menor frecuencia se presentan los impactos por Alteración a comunidades de flora (10,0%; 13 CEI), los cuales se registran en los sectores Hidrocarburos e Infraestructura; así como la Alteración a ecosistemas y hábitats acuáticos, que corresponde al 8,5% (11 CEI) y es reportada exclusivamente en el sector Hidrocarburos.

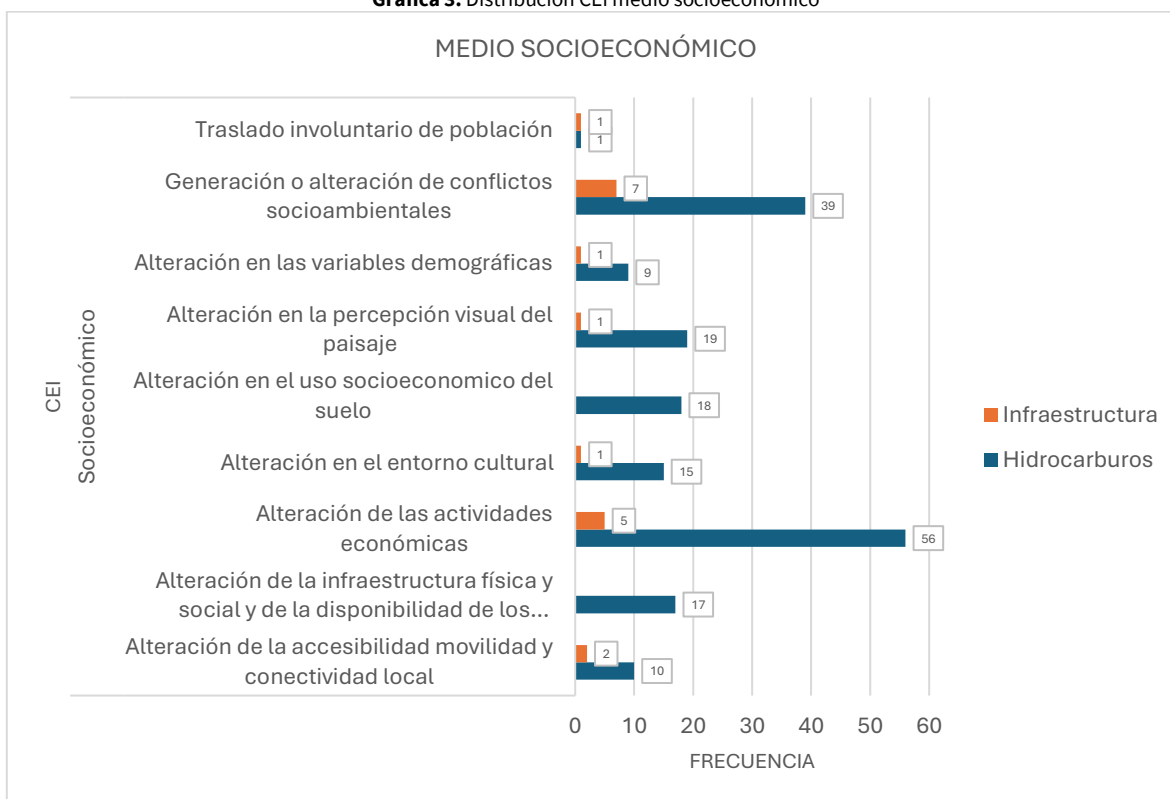
Gráfica 2. Distribución CEI medio biótico



Fuente: ANLA 2025

En el medio socioeconómico la categoría más frecuente es la Generación o alteración de conflictos socioambientales, que representa el 22,8% (46 CEI) y se distribuye entre los sectores Hidrocarburos e Infraestructura. Le sigue la Alteración de las actividades económicas, con el 30,2% (61 CEI), predominante en Hidrocarburos, y la Alteración en la percepción visual del paisaje, que aporta el 9,9% (20 CEI) registrada en ambos sectores. También destacan la Alteración de la infraestructura física y social y de la disponibilidad de los servicios públicos y sociales, con el 8,4% (17 CEI), y la Alteración en el uso socioeconómico del suelo, con el 8,9% (18 CEI), ambas concentradas en Hidrocarburos. Con menor incidencia se encuentran la Alteración en el entorno cultural, que representa el 7,9% (16 CEI), la Alteración de la accesibilidad movilidad y conectividad local, con el 5,9% (12 CEI), y la Alteración en las variables demográficas, con el 5,0% (10 CEI), las tres presentes en Hidrocarburos e Infraestructura. Finalmente, el Traslado involuntario de población presenta la menor contribución, con el 1,0% (2 CEI), distribuido entre ambos sectores.

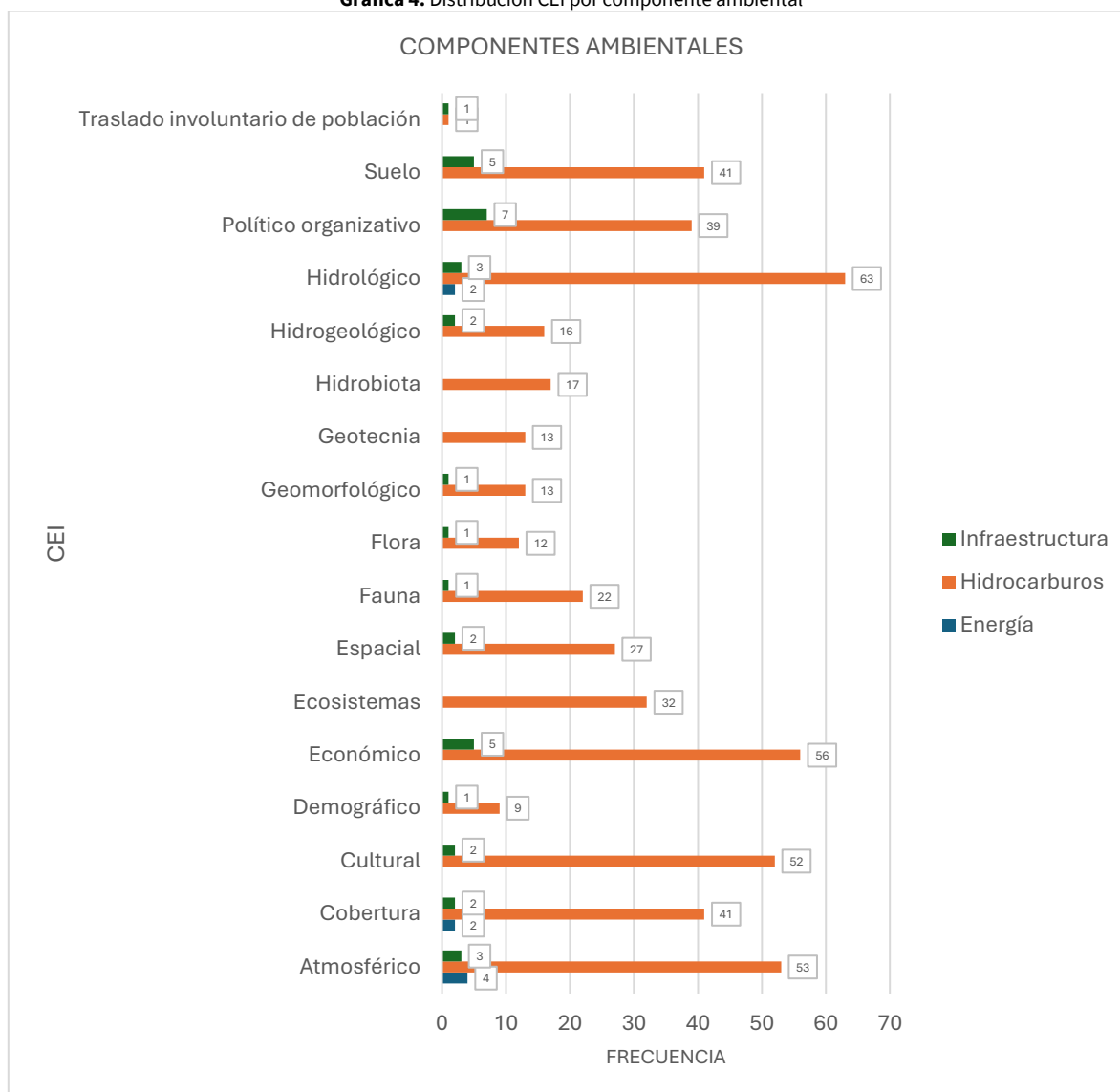
Gráfica 3. Distribución CEI medio socioeconómico



Análisis por componentes ambientales

Del total de 551 CEI, los componentes con mayor representatividad son el Hidrológico, con el 12,3% (68 CEI) y presencia en los tres sectores (sector Energía, sector Hidrocarburos y sector Infraestructura), seguido del Económico, con un 11,1% (61 CEI), y del Cultural, que aporta el 9,8% (54 CEI), ambos concentrados principalmente en el sector Hidrocarburos. También destacan el componente Atmosférico, con el 10,9% (60 CEI), y la Cobertura, que representa el 8,2% (45 CEI), registrados en el sector Energía, el sector Hidrocarburos y el sector Infraestructura. Con una incidencia intermedia se encuentran los componentes Suelo y Político organizativo, cada uno con el 8,3% (46 CEI), así como Ecosistemas, que representa el 5,8% (32 CEI), y el componente Espacial, con el 5,3% (29 CEI), todos con predominio en el sector Hidrocarburos. Les siguen Fauna, con el 4,2% (23 CEI), Hidrobiota, con el 3,1% (17 CEI), Hidrogeológico, con el 3,3% (18 CEI), Geomorfológico, con el 2,5% (14 CEI), Flora, con el 2,4% (13 CEI), y Geotecnia, también con un 2,4% (13 CEI), asociados principalmente al sector Hidrocarburos. Por último, y con menor peso aparecen los componentes Demográfico, que representa el 1,8% (10 CEI), y el Traslado involuntario de población, con el 0,4% (2 CEI), ambos presentes en el sector Hidrocarburos y el sector Infraestructura.

Gráfica 4. Distribución CEI por componente ambiental

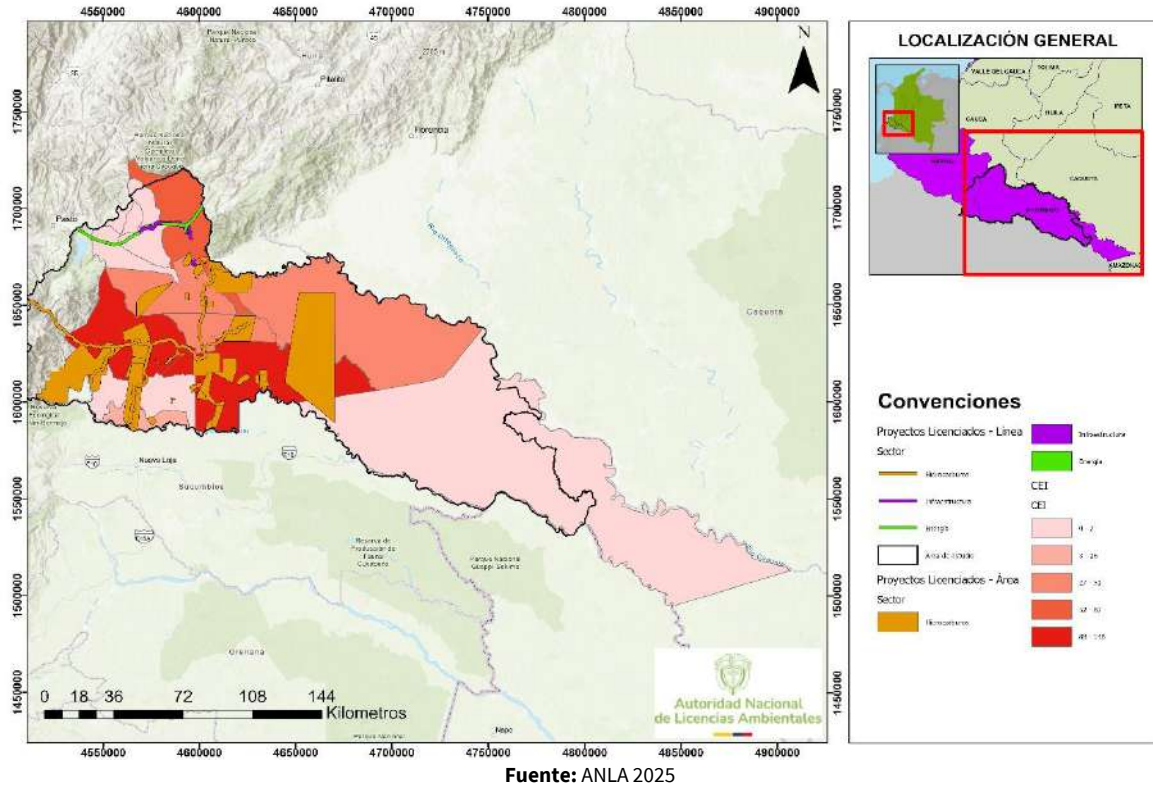


Fuente: ANLA 2025

Análisis espacial

En el departamento del Putumayo, los municipios con más registros de CEI son el municipio de Puerto Asís, con el 26,8% (148 CEI), el municipio de Orito con el 22,1% (122 CEI) y el municipio de Mocoa con el 15,8% (87 CEI), que en conjunto concentran más del 64% del total. Si bien el área de estudio se centra en este departamento, la extensión de los proyectos alcanza también a los departamentos de Nariño y Cauca, donde se presentan registros asociados a la continuidad espacial de las actividades. En el departamento de Nariño se observa una distribución homogénea en los municipios de Barbacoas, Mallama, Pasto, Puerres y San Andrés de Tumaco, cada uno con el 0,7% (4 CEI). Finalmente, en el departamento del Cauca, el municipio de Piamonte aporta el 2,0% (11 CEI), constituyéndose como el único municipio reportado en este departamento dentro del consolidado.

Figura 17. Distribución CEI por municipio.



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 (ver Tabla 6).

Tabla 6. Instrumentos de planificación en el área de estudio

Instrumento			Objeto de planificación	Número acto administrativo	Autoridad Ambiental
Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH			Río Orito	Res 1188 de 23 de Ago de 2019	CORPOAMAZONIA
Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS			Alto Río Putumayo - SZH	nan	CORPOAMAZONIA
			Río Putumayo Medio - SZH	nan	CORPOAMAZONIA
			Río Mecaya - SZH	nan	CORPOAMAZONIA
			Río San_Miguel - SZH	nan	CORPOAMAZONIA
			Río Caqueta Medio - SZH	nan	CRC
			Río Sencella - SZH	nan	CORPOAMAZONIA
			Alto Caqueta - NSS	nan	CORPOAMAZONIA
			Río Mocoa - NSS	nan	CORPOAMAZONIA
			Río Juananbú - SZH	Resolución 223 de 2019	CORPONARIÑO
			Río Chingual - SZH	nan	CORPONARIÑO
			Río Putumayo Directos (mi) - SZH	nan	CORPOAMAZONIA
			Río Guáitara - SZH	Resolución 224 de 2019	CORPONARIÑO
Objetivos de Calidad	Cuerpos de agua priorizados de la jurisdicción de Corpoamazonía (Incluye Río Caquetá y Río Putumayo)	Resolución 1264 del 22 de diciembre de 2020	CORPOAMAZONIA		
Planes de ordenación forestal - PGOF			No Especifica	Nan	CORPOAMAZONIA
			En formulació	Nan	CORPONARIÑO
			No especifica	Nan	CRC

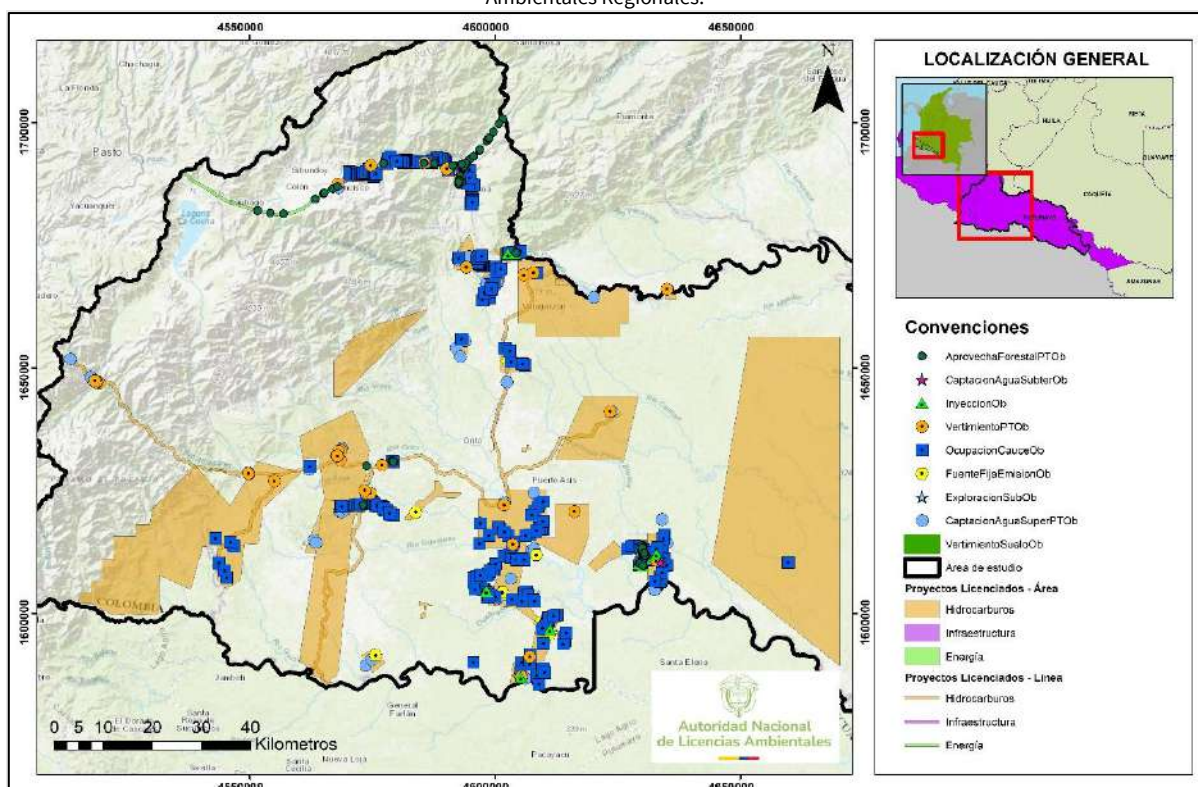
Nan: No aplica ninguna

Fuente: ANLA, 2025.

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

En la Figura 18 se presenta la distribución espacial de los permisos de uso y/o aprovechamiento de recursos naturales otorgados por la ANLA y MADS. Con la finalidad de verificar el detalle de la ubicación de estos permisos, puede visitar el Geovisor de la entidad, en donde encontrará la información cartográfica generada en el marco del presente Reporte de Análisis Regional, con corte a noviembre del 2025.

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, y de algunos otros sin coordenadas definidas, se relacionan con el centroide del área proyecto

Fuente: ANLA, 2025.

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

En 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. Es importante indicar que, a corte del mes de noviembre del año 2025, de los 1543 permisos identificados para proyectos licenciados, la mayoría han sido otorgados por MADS/ANLA.

Tabla 7. 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 o al suelo	Actividad de inyección	Ocupación de cauce	Vertimientos a cuerpo de agua	Aprovechamiento forestal	Emisiones atmosféricas
Energía	LAM3323	0	0	0	0	0	0	246	1
Hidrocarburos	LAM0199	0	0	0	0	1	2	2	1
	LAM0533	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAM0542	1	0	0	0	0	1	1	0
	LAM1990	6	0	0	1	28	4	0	0
	LAM2070	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAM2078	0	0	0	2	0	0	2	0
	LAM2469	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAM2940	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAM3268	0	0	0	0	0	0	0	1
	LAM3276	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAM3518	4	0	0	0	0	38	0	1
	LAM3552	1	0	0	2	2	0	1	1
	LAM4011	0	0	0	0	0	1	0	0
	LAM4077	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAM4113	3	0	2	0	14	0	1	1
	LAM4174	3	0	2	6	38	3	0	1
	LAM4402	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAM4479	3	0	0	0	3	1	5	1
	LAM4609	4	0	1	0	36	2	14	1
	LAM4650	0	0	0	0	0	0	4	0
	LAM4847	0	0	0	0	16	0	3	0
	LAM4899	1	1	0	0	0	1	0	1
	LAM4990	2	1	0	1	0	0	0	1
	LAM5025	5	0	0	0	25	2	4	0
	LAM5505	0	0	0	1	0	1	0	0
	LAM5887	3	0	0	0	1	0	4	1
	LAM6356	2	0	5	0	42	0	12	1
	LAM7834-00	2	0	0	0	0	5	1	0
	LAV0005-00-2022	4	1	1	0	27	0	53	1
	LAV0009-00-2019	2	0	0	0	9	0	4	1
	LAV0020-00-2017	0	0	0	4	0	0	0	0
	LAV0033-00-2019	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAV0040-00-2022	2	1	8	0	10	0	269	0



	LAV0042-00-2017	3	0	2	4	42	0	23	1
	LAV0047-00-2023	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAV0056-00-2015	3	0	2	2	8	0	0	1
	LAV0062-00-2016	2	1	0	0	3	0	157	1
	LAV0075-00-2015	2	0	0	0	11	0	5	1
Infraestructura	LAM1243	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAM1358	5	0	0	0	98	5	2	0
	LAM2617	0	0	0	0	0	0	0	0
	LAV0010-00-2023	0	0	0	0	23	0	21	0
	LAV0016-00-2023	0	0	0	0	0	0	2	0
	LAV0028-00-2023	0	0	0	0	53	0	17	1
	LAM2070	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		63	5	23	23	490	66	853	20

Fuente: ANLA, 2025.

La autorización de los permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales tiene como consecuencia diferentes impactos potenciales de acuerdo con el tipo de permiso otorgado. Por ello, la Tabla 8 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

Tabla 8. 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 calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico superficial	Alteración en los niveles de presión sonora en el agua	Alteración hidromorfológica 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	Alteración de la capa de ozono estratosférico
LAM3323	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM0199	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM0542	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM1990	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM2078	●	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM3268	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM3518	○	○	○	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM3552	●	○	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM4011	○	○	○	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM4113	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM4174	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM4479	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM4609	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM4650	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM4847	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM4899	○	○	○	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM4990	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM5025	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM5505	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM5887	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM6356	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAM7834-00	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0005-00-2022	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LAV0009-00-2019	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
LAV0020-00-2017	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0040-00-2022	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0042-00-2017	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0056-00-2015	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0062-00-2016	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0075-00-2015	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAM1358	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0010-00-2023	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0016-00-2023	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LAV0028-00-2023	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Fuente: ANLA, 2025.



De acuerdo con la categorización de impactos que se expone en la Tabla 8, se observa que los expedientes LAM4609, LAM4479 y LAV0005-00-2022 presentan la mayor cantidad de impactos potenciales en función de los permisos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales autorizados en el área de estudio, siendo estos 21 para el primero, y 20 para los dos últimos. De igual forma, se resalta que una alta cantidad de impactos potenciales se encuentran asociados con los permisos de aprovechamiento forestal con más de 135,000 m³ y casi 650 Ha autorizadas, implicando la alteración a comunidades de flora y fauna terrestre y la alteración a ecosistemas y paisajes. Asimismo, se destacan los impactos potenciales asociados a los permisos de captación de agua superficial que registran un caudal autorizado de más de 700 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. Finalmente, vale la pena mencionar que el aprovechamiento forestal representa la mayor cantidad de los permisos, seguido de las ocupaciones de cauce, que se relacionan con la potencial 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

B. ANEXO PERMISOS DE USO Y APROVECHAMIENTO

El anexo [Permisos Uso y Aprovechamiento RAR Putumayo 2025](#) 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 SOCIOECONÓMICA CON ENFOQUE TERRITORIAL Y DE DERECHOS HUMANOS

Este capítulo se desarrolla con base en un enfoque de derechos humanos, reconociendo la interdependencia entre los derechos sociales, culturales, ambientales y colectivos. Se acoge como marco de referencia LA ESTRATEGIA PARA LA INCORPORACIÓN DEL ENFOQUE DE DERECHOS HUMANOS EN EL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL, la cual promueve la prevención de impactos, la participación incidente, el fortalecimiento institucional y el reconocimiento de los actores étnicos y sociales del territorio. La caracterización incorpora además un enfoque diferencial e intercultural, en cumplimiento de los estándares constitucionales e internacionales (como el Acuerdo de Escazú, el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la jurisprudencia de la Corte Constitucional), lo que permite una mejor comprensión de las condiciones de vida, los posibles derechos en riesgo, apoyar la evaluación de impactos acumulativos, orientar acciones de prevención de conflictos socioambientales y fortalecer los principios de justicia ambiental y participación incidente.

A. DELIMITACIÓN TERRITORIAL

El área de estudio se localiza en la región amazónica del sur del país, en jurisdicción del departamento de Putumayo, un territorio conformado por trece municipios agrupados en tres subregiones: **el Alto Putumayo**, integrado por Sibundoy, Colón, San Francisco y Santiago; **el Medio Putumayo**, conformado por Mocoa capital departamental y Villagarzón; y **el Bajo Putumayo**, que incluye los municipios de Puerto Asís, Orito, Puerto Guzmán, San Miguel, Valle del Guamuez, Puerto Caicedo y Puerto Leguízamo. Este territorio constituye una zona de transición andino-amazónica, caracterizada por bosques húmedos tropicales, piedemontes y extensos corredores fluviales que estructuran las dinámicas ecológicas y sociales del departamento, donde se articulan asentamientos campesinos, territorios indígenas y áreas de alta diversidad biocultural.

B. COMPOSICIÓN DEMOGRÁFICA

Población general del área regionalizada:

El área de estudio concentra una población total de 388.716 habitantes, distribuida de manera equilibrada entre el área urbana (51,6%) y la rural (48,4%), según TerriData (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2025). Este comportamiento demográfico refleja un territorio con dinámicas mixtas de ocupación, donde coexisten centros urbanos consolidados y amplias zonas rurales asociadas a la dispersión geográfica, el aislamiento vial y las formas tradicionales de poblamiento.

La mayor concentración poblacional se registra en el Bajo Putumayo, destacándose los municipios de Puerto Asís (18,7%), Orito (10,8%) y Puerto Guzmán (10,2%), que funcionan como polos de actividad económica, intercambio y servicios. En el Medio Putumayo, el municipio de Mocoa (16,4%) se constituye como el principal núcleo urbano y administrativo. En contraste, el Alto Putumayo integrado por municipios como Sibundoy y Colón presenta las mayores densidades poblacionales del departamento (265,58 y 76,53 habs/Km² respectivamente), asociadas a dinámicas socioculturales propias de la ocupación indígena histórica, la economía campesina y la presencia de centros poblados más compactos (ver Tabla 9).

Los patrones de urbanización evidencian diferencias territoriales marcadas: mientras que municipios como Mocoa, Sibundoy, Colón, Orito y Puerto Asís concentran población en áreas urbanas, otros como Puerto Guzmán (85,4% rural) y San Miguel (72,1% rural) mantienen una estructura predominantemente rural, lo que implica mayores desafíos en acceso a servicios básicos, presencia institucional y gestión ambiental, así como una mayor presión sobre los ecosistemas en contextos de dispersión poblacional.

Tabla 9. Población, densidad y estructura demográfica en el área regionalizada

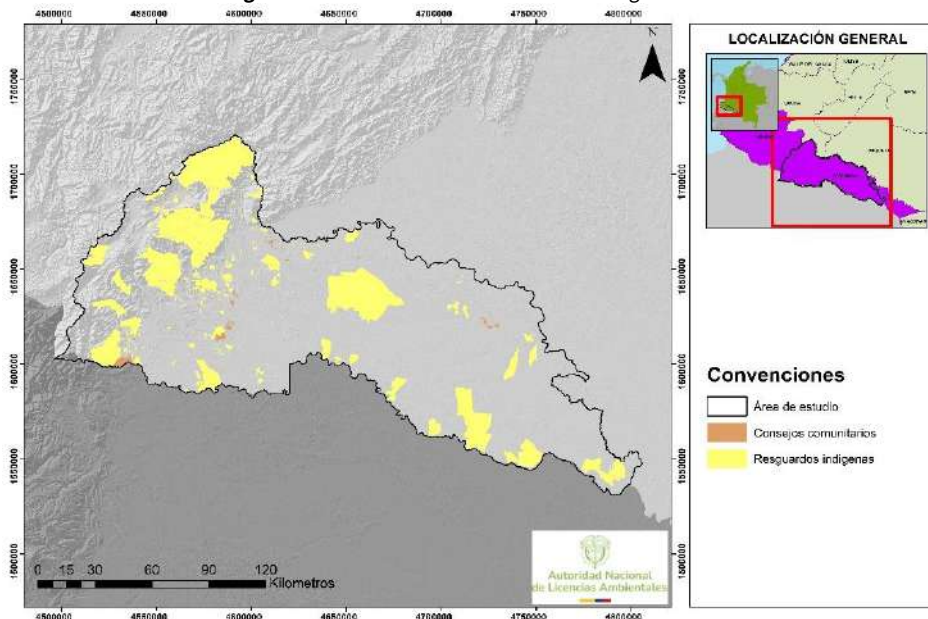
Región	Departamento/Unidad Territorial	Población en 2024	Población proyectada 2035	Densidad Poblacional	Población desagregada por sexo		Población desagregada por área	
					Hombres	Mujeres	Rural	Urbana
Putumayo	Putumayo	388.716	437.045	15,62 habs/km2	193.724	194.992	186.250	202.466
Alto Putumayo	Colón	5.893	6.559	76,53 habs/Km2	2.777	3.116	2.180	3.713
	San Francisco	6.332	7.180	13,19 habs/Km2	3.045	3.287	2.511	3.821
	Santiago	7.831	8.689	17,6 habs/Km2	3.744	4.087	4.060	3.771
	Sibundoy	16.997	19.214	265,58 habs/Km2	8.017	8.980	5.703	11.294
Medio Putumayo	Mocoa	64.807	73.632	62,92 habs/Km2	31.268	33.539	19.650	45.247
	Puerto Guzmán	38.586	43.100	8,89 habs/Km2	20.228	18.358	32.855	5.731
	Villagarzón	27.111	30.840	21,69 habs/Km2	13.444	13.667	10.443	16.668
Bajo Putumayo	Orito	40.980	45.553	20,23 habs/Km2	20.120	20.860	18.528	22.452
	Puerto Asís	73.141	83.263	28,02 habs/Km2	36.315	36.826	28.337	44.804
	Puerto Caicedo	17.043	18.965	20,15 habs/Km2	8.901	8.142	10.000	7.043
	Puerto Leguizamo	32.718	37.096	3,12 habs/Km2	17.282	15.436	17.563	15.155
	San Miguel	21.293	23.794	58,98 habs/Km2	10.709	10.584	15.277	6.016
	Valle del Guamuez	35.984	39.160	41,22 habs/Km2	17.874	18.110	19.233	16.751

Fuente: Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2025, TerriData: Perfiles territoriales. Adaptado por ANLA, 2025.

Población Étnica (Pueblos Indígenas y Comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras):

En términos étnicos, el Putumayo constituye uno de los territorios con mayor diversidad biocultural del país, con presencia consolidada de pueblos indígenas como Inga, Kamentzá, Siona, Murui-Muinane, Awá, Embera Chamí, Embera Katío, Huitoto, Nasa, Kofán y Pastos, así como comunidades negras, afrodescendientes, raizales y Rom (ver Anexo: 25112025_ActualizaciónPutumayo-ConsejosComunitarios_VF.xlsx). De acuerdo con información reportada por la Agencia Nacional de Tierras (Agencia Nacional de Tierras (ANT), 2025), en el departamento se encuentran 108 resguardos indígenas legalmente constituidos, localizados principalmente en zonas rurales y ribereñas de municipios como Puerto Leguizamo, Orito, Villagarzón, Mocoa, Puerto Asís, Puerto Guzmán, Santiago, Sibundoy y Valle del Guamuez (ver Anexo: 25112025_ActualizaciónPutumayo-Resguardos indígenas_VF1.xlsx). Algunos de estos resguardos presentan continuidad territorial con los departamentos de Cauca, Nariño y Amazonas, debido a su ubicación en áreas de difícil acceso y a dinámicas de movilidad propias de algunos pueblos que no se identifican necesariamente por un lugar fijo, sino por su filiación étnica y territorialidad ancestral (ver Figura 19).

Figura 19. Comunidades étnicas en el área regionalizada



Fuente: Agencia Nacional de Tierras - ANT, 2023, Datos Abiertos. Adaptado por ANLA, 2025.

Según datos consultados en la plataforma TerriData (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2025), evidencia que, para 2024, aproximadamente el 22% de la población del Putumayo corresponde a grupos étnicos, con un predominio de pueblos indígenas y una presencia significativa de población negra, mulata o afrocolombiana en algunos municipios (ver Tabla 10). No obstante, la distribución territorial de estos grupos muestra comportamientos diferenciados, relevantes para el análisis regional con enfoque socioeconómico y de derechos.

En el Alto Putumayo se concentran los mayores porcentajes de población indígena del departamento, alcanzando valores superiores al 50% en municipios como Santiago y Sibundoy. Esta concentración responde a una presencia histórica consolidada de pueblos indígenas que mantienen prácticas culturales, sistemas de vida y modelos de uso del territorio con alta continuidad y reconocimiento institucional. Este escenario aporta elementos para comprender las particularidades del ordenamiento socioterritorial en esta subregión. En el Medio Putumayo se observa una configuración más heterogénea, con proporciones de población étnica entre el 16% y el 20% en municipios como Mocoa, Puerto Guzmán y Villagarzón. En esta zona converge tanto población indígena como afrodescendiente, reflejando un contexto de mayor urbanización, movilidad poblacional y diversidad sociocultural. Esta característica sugiere dinámicas territoriales mixtas que deben ser consideradas en los procesos de planificación y gestión ambiental. Finalmente, en el Bajo Putumayo, aunque municipios como Puerto Asís y Orito registran altos valores absolutos de población étnica, la proporción relativa es menor en comparación con las otras subregiones. Este comportamiento se asocia a procesos históricos de migración, expansión económica y asentamientos poblacionales diversos, lo que configura un territorio con mayor presencia de población mestiza y patrones socio productivos distintos.

Tabla 10. Población étnica en el área regionalizada

Región	Departamento/Unidad Territorial	Población en 2024	Población étnica total respecto al registro por departamento		Población Étnica				
			Total	Porcentaje	Indígena	Gitana	Negra, mulata o afrocolombiana	Palenquera de San Basilio	Raizal del Archipiélago
Putumayo	Putumayo	388.716	85.735	22%	70.806	23	14.847	41	18
Alto Putumayo	Colón	5.893	1.852	31,43%	1.787	0	64	1	0
	San Francisco	6.332	2.070	32,69%	1.983	1	86	0	0
	Santiago	7.831	4.793	61,21%	4.701	0	92	0	0
	Sibundoy	16.997	7.054	41,5%	6.871	0	183	0	0
Medio Putumayo	Mocoa	64.807	12.537	19,35%	10.097	5	2.432	0	3
	Puerto Guzmán	38.586	6.291	16,3	4.037	0	2.254	0	0
	Villagarzón	27.111	5.329	19,66%	4.634	1	689	4	1
Bajo Putumayo	Orito	40.980	9.603	23,43%	7.264	5	2.332	2	0
	Puerto Asís	73.141	9.212	12,59%	6.551	4	2.645	11	1
	Puerto Caicedo	17.043	3.137	18,41%	2.470	0	667	0	0
	Puerto Leguizamó	32.718	12.737	38,94%	11.360	6	1.344	19	8
	San Miguel	21.293	5.307	24,92%	4.284	0	1.015	4	5
	Valle del Guamuez	35.984	5.813	16,15%	4.767	1	1.045	0	0

Fuente: Departamento Nacional de Planeación – DNP, 2025, TerriData: Perfiles territoriales. Adaptado por ANLA, 2025.

Población Campesina y Rural Dispersa:

La población campesina constituye un actor central en la configuración demográfica, socioeconómica y territorial del Putumayo, dado su arraigo en veredas, centros poblados dispersos y zonas de piedemonte y microcuencas donde se desarrollan sistemas productivos familiares, prácticas agropecuarias diversificadas y usos tradicionales del suelo vinculados a los ecosistemas amazónicos y andino-amazónicos (UPRA, 2021). Desde el enfoque conceptual del ICANH, esta población se caracteriza por la organización familiar del trabajo, la multiactividad económica y las formas comunitarias de gestión del territorio, elementos que estructuran la vida rural y sostienen la ocupación histórica del espacio (ICANH, 2020). En términos demográficos, los hogares campesinos presentan composiciones mayoritariamente mestizas, con presencia significativa de comunidades afrodescendientes y relaciones cercanas con pueblos indígenas, lo que aporta diversidad cultural y territorial al departamento (SENA, 2023). Sin embargo, enfrentan limitaciones persistentes en acceso a servicios, infraestructura y oportunidades económicas, con alta participación en ocupaciones informales y economías familiares diversificadas que reflejan condiciones diferenciales de vulnerabilidad (DANE, 2019).

C. ECONOMÍA REGIONAL Y MEDIOS DE VIDA

Las actividades económicas del Putumayo se desarrollan en un contexto de alta ruralidad y fuerte dependencia del uso directo de los recursos naturales, donde los medios de vida se sostienen principalmente en actividades primarias como la agricultura, la ganadería, la pesca y prácticas tradicionales incluyendo chagras, conucos y sistemas agroforestales esenciales para la seguridad alimentaria, la generación de ingresos y la organización sociocultural de las comunidades rurales, campesinas e indígenas. Sin embargo, esta base productiva convive con una estructura económica departamental altamente concentrada en el sector extractivo, donde la explotación petrolera explica la mayor parte del PIB y de las exportaciones, configurando un modelo de enclave con escasos encadenamientos hacia la economía local y una limitada capacidad para diversificar sectores como la agroindustria o los servicios (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo - MinCIT, 2023). Esta dependencia limita la diversificación y reproduce vulnerabilidades frente a las fluctuaciones internacionales de precios, sin traducirse en crecimiento sostenido ni empleo local de largo plazo, como lo advierten Fedesarrollo (Fedesarrollo, 2021) y el PNUD (PNUD, 2024). De este modo, mientras el petróleo domina las cuentas económicas formales, las economías rurales continúan siendo el soporte cotidiano de la población, aunque afectadas por restricciones en infraestructura, acceso a mercados y disponibilidad de inversión. En este marco, a continuación (ver Tabla 11 y Tabla 12), se describen las principales características de las actividades económicas que sostienen estos medios de vida en el área regionalizada:

Tabla 11. Economía Regional- Principales actividades económicas del área regionalizada

Actividad	Descripción
Agricultura	La agricultura se desarrolla principalmente bajo sistemas familiares y de pequeña escala, con una producción diversificada que incluye plátano, yuca, maíz, piña, caña panelera, chontaduro, frutales amazónicos y cacao, orientada al autoconsumo y a la economía local. Esta actividad se inserta en un territorio donde la frontera agrícola representa únicamente el 22,4% del departamento (579.592 ha) y donde predominan bosques naturales y otras áreas no agropecuarias (56,6%), además de restricciones legales de uso del suelo (21%) que limitan la expansión productiva (IUPRA, 2023). En este contexto, las áreas efectivamente cultivadas son reducidas y dispersas, con sistemas de baja tecnificación, informalidad en la tenencia de la tierra, infraestructura rural limitada y dificultades persistentes de acceso a mercados, factores que influyen en la productividad y estabilidad de los medios de vida rurales. A pesar de estas condiciones, la agricultura continúa siendo un pilar socioeconómico para la población campesina e indígena, con potencial de fortalecimiento a través de procesos de ordenamiento productivo, gestión territorial y asistencia técnica institucional.
Ganadería	La ganadería se desarrolla principalmente bajo sistemas extensivos y de pequeña escala, con una fuerte presencia de hatos bovinos distribuidos en 295.760 ha y concentrados especialmente en municipios como Puerto Guzmán, que aporta cerca del 30% del inventario departamental (Secretaría de Planeación-Gobernación del Putumayo, 2024). Esta actividad se inserta en un territorio caracterizado por amplias áreas de bosques naturales, restricciones de uso derivadas de la Reserva Forestal Ley 2ª de 1959 y limitaciones de infraestructura rural, factores que influyen en la tecnificación, el manejo sanitario y la articulación a mercados. En este contexto, la ganadería constituye un componente central de los medios de vida rurales, al aportar ingresos, animales de autoconsumo, encadenamientos productivos locales y oportunidades laborales vinculadas al pastoreo, la comercialización y la transformación primaria. Aun con las limitaciones asociadas a la informalidad productiva y a la baja diversificación, la ganadería continúa siendo un componente relevante en la economía rural del departamento y muestra posibilidades de fortalecimiento a través de procesos de ordenamiento productivo, la incorporación de prácticas silvopastoriles y el acompañamiento técnico por parte de las instituciones competentes.
Silvicultura y actividades forestales	El departamento del Putumayo se caracteriza por su abundante oferta de recursos naturales y una alta proporción de coberturas boscosa cerca de 1.748.908 ha, equivalentes al 67,5 % del territorio propias de la región amazónica. Este predominio de bosques naturales, sumado a la presencia de áreas bajo el régimen de Reserva Forestal Ley 2ª con zonas tipo C que permiten usos sostenibles sin reducción de cobertura, configura un entorno donde la expansión agrícola es limitada, pero se abren oportunidades para el desarrollo de la silvicultura y de sistemas agroforestales (Secretaría de Planeación-Gobernación del Putumayo, 2024). Estas prácticas, basadas en el uso responsable del bosque, incluyen el manejo forestal comunitario, cultivos asociados y esquemas silvopastoriles que aportan productos maderables y no maderables y se integran a los medios de vida de familias campesinas e indígenas. En este contexto, la silvicultura adquiere un papel relevante al ofrecer alternativas económicas compatibles con la conservación, cuya consolidación requiere planificación forestal, asistencia técnica y acceso a mercados formales para avanzar hacia modelos productivos sostenibles.
Pesca y acuicultura	La pesca artesanal y el potencial acuícola se desarrollan en un territorio con alta disponibilidad hídrica y una red de ríos y humedales que sustentan prácticas tradicionales de aprovechamiento de fauna acuática. Esta actividad presenta una dinámica productiva concentrada principalmente en el corredor Puerto Asís–Orito–Valle del Guamuez, donde también se ubican los mayores niveles de consumo local. Puerto Asís destaca como el principal productor departamental, con 309,8 toneladas anuales, seguido por Orito (238,3 t/año) y Valle del Guamuez (140,3 t/año). Estos municipios también lideran el abastecimiento del mercado interno, mientras que Mocoa y Villagarzón ocupan los primeros lugares en el envío de pescado hacia el departamento de Nariño, con 125,0 y 125,5 toneladas por año respectivamente. Puerto Asís, por su parte, concentra la mayor parte de las ventas hacia otros destinos, con 174 toneladas anuales (Secretaría de Planeación-Gobernación del Putumayo, 2024). A pesar de esta actividad, la pesca mantiene baja tecnificación y limitada infraestructura de acopio, transformación y comercialización, lo que restringe su competitividad; no obstante, continúa siendo esencial para los medios de vida ribereños, ya que complementa el autoconsumo, aporta ingresos locales y constituye una alternativa económica con potencial de fortalecimiento a través de iniciativas comunitarias y sistemas acuícolas adaptados al territorio.
Turismo	El turismo en el Putumayo se sustenta en su biodiversidad amazónica, la riqueza cultural de los pueblos indígenas y la presencia de una amplia red hídrica, conformando un territorio con alto potencial para modalidades de naturaleza, cultura y turismo comunitario. En el Alto Putumayo predominan el ecoturismo y el turismo cultural; en el Medio Putumayo destacan el aviturismo, el turismo de naturaleza y las prácticas ancestrales; y en el Bajo Putumayo se desarrollan actividades de aventura, agroturismo y festividades culturales. Esta actividad aporta ingresos complementarios a los medios de vida rurales mediante servicios de guía, hospedaje, gastronomía y emprendimientos comunitarios, y cuenta con estructuras institucionales como la Mesa Departamental de Turismo y el Comité Departamental de Seguridad Turística, que fortalecen la promoción del destino y la gestión segura del sector (Secretaría de Planeación-Gobernación del Putumayo, 2024).
Actividades extractivas	Explotación petrolera ha marcado durante décadas la economía del Putumayo y Caquetá, impulsando empleo, regalías e infraestructura vial, pero también transformando de manera profunda los medios de vida tradicionales. En Putumayo, más de 70 años de actividad hidrocarbúfera han sustituido gradualmente prácticas como la agricultura familiar, la pesca y la recolección de productos forestales, generando una creciente dependencia económica frente a un sector

Actividad	Descripción
	volátil y de beneficios concentrados (Gonzalez, Peña, & Patzy, 2025). Esta transición ha debilitado la resiliencia comunitaria, ya que los ingresos derivados del petróleo son temporales y sensibles a los precios internacionales, mientras que los impactos ambientales asociados como los derrames de crudo en fuentes hídricas producen afectaciones duraderas sobre la pesca, el acceso al agua, la salud y la economía local. Informes de organizaciones como Ambiente y Sociedad (2020) han documentado la suspensión de actividades pesqueras en zonas contaminadas, evidenciando cómo los costos ambientales recaen en las comunidades, mientras que los beneficios económicos se concentran mayoritariamente en actores externos (Parra, 2020).
Minería legal formal	La minería legal formal tiene una presencia reducida y un bajo nivel de desarrollo productivo, a pesar de que existen títulos otorgados por la Agencia Nacional de Minería en varios municipios del departamento. La mayoría de estos títulos no ha avanzado hacia fases de exploración o producción, debido a los altos costos de los estudios exigidos para la formalización, la limitada asistencia técnica disponible y las condiciones de accesibilidad y seguridad que afectan la operación minera (ver Tabla 20. Minería de cobre y molibdeno en la cuenca alta del río Mocoa). Aunque el sector aporta el 35,3 % del PIB departamental, esta participación se explica más por el registro macroeconómico del sector extractivo que por una actividad consolidada en el territorio, ya que la minería formal activa es mínima y se concentra principalmente en materiales de construcción y en algunos procesos iniciales para oro (Secretaría de Planeación-Gobernación del Putumayo, 2024).
Minería artesanal / pequeña minería / minería de subsistencia	La minería artesanal constituye una actividad tradicional en el Putumayo, particularmente en zonas rurales del municipio de Mocoa, donde se desarrolla desde hace varias generaciones y mantiene un arraigo sociocultural significativo. Esta práctica opera como un medio de vida complementario a la agricultura y otras ocupaciones temporales, permitiendo a los hogares rurales obtener ingresos inmediatos en contextos de alta variabilidad económica. Su dinámica productiva se sustenta en unidades familiares que combinan labores agropecuarias con jornadas de extracción en los ríos, bajo condiciones de baja tecnificación y el uso predominante de herramientas manuales como bateas y palas. Se trata de una actividad de pequeña escala, con rendimientos fluctuantes y marcada vulnerabilidad debido a la inestabilidad de los ingresos y la limitada presencia institucional en procesos de apoyo o reconversión. Adicionalmente, la mayoría de los mineros enfrenta barreras estructurales para la formalización por la complejidad de los trámites y la falta de información disponible. Aunque no emplea sustancias químicas, la remoción de sedimentos genera alteraciones localizadas en los cauces y en los ecosistemas acuáticos asociados (CORPOAMAZONIA y Universidad Nacional de Colombia–Sede Amazonia, 2005). En conjunto, la minería artesanal persiste como una actividad históricamente integrada a los medios de vida rurales del territorio, con retos socioeconómicos y ambientales que requieren abordajes diferenciados en los procesos de ordenamiento y gestión regional.

Fuente: CORPOAMAZONIA y Universidad Nacional de Colombia – Sede Amazonia, 2005, Minería artesanal del oro de aluvión en Mocoa, Putumayo; Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPR, 2023, Planificación del ordenamiento productivo y social de la propiedad-Putumayo; Gobernación del Putumayo, 2024, Plan de Desarrollo Departamental 2024–2027; González, Peña y Patzy, 2025, Impactos de la transición energética global y perspectivas de desarrollo sostenible en el Putumayo; y Parra, 2020, Derrames de petróleo sobre los ríos Mocoa y Caquetá. Adaptado por ANLA, 2025.

Tabla 12. Dinámicas económicas ilícitas con incidencia en medios de vida

Dinámica económica	Descripción
Cultivos de uso ilícito	En Putumayo, los cultivos ilícitos principalmente de coca constituyen una actividad agrícola de carácter informal que se ha consolidado en zonas rurales con condiciones estructurales de aislamiento, baja presencia institucional y limitadas alternativas productivas. El patrón de distribución en Putumayo se concentra principalmente en los municipios de Puerto Asís, Valle del Guamuez, Orito y San Miguel, donde se registra más del 50 % de los cultivos detectados en el departamento. La expansión de estos cultivos ha estado influida por dinámicas de conflicto armado y control territorial, especialmente por la presencia de grupos armados ilegales que facilitan todas las etapas de la cadena de producción, desde la siembra hasta la transformación y el tráfico, asegurando mercados ilegales a nivel nacional e internacional. La actividad está fuertemente influenciada por dinámicas de control territorial de grupos armados ilegales, quienes regulan la siembra, transformación y comercialización. Su expansión genera impactos ambientales significativos, como deforestación, degradación de suelos y afectación de áreas protegidas, además de riesgos sociales vinculados a violencia, disputas armadas y afectación de derechos de comunidades locales e indígenas (FCDS F. p., 2024).
Minería ilegal / extracción ilícita	La minería ilegal en Putumayo se desarrolla principalmente a lo largo de corredores fluviales estratégicos del departamento, especialmente en tramos de los ríos Putumayo, San Miguel y Caquetá, así como en afluentes secundarios donde operan balsas y dragas dedicadas a la extracción de oro aluvial. De acuerdo con el Instituto SINCHI (SINCHI I. A., 2019), estas zonas conforman un cinturón de presión minera que conecta Putumayo con áreas de alta sensibilidad ecológica en la cuenca amazónica, incluyendo sectores limítrofes con Ecuador y zonas de colonización en municipios como Puerto Asís, Puerto Leguizamo, San Miguel y Valle del Guamuez. La actividad aprovecha la limitada presencia institucional en corredores ribereños de difícil acceso y la articulación con dinámicas ilícitas transfronterizas, lo que facilita su expansión. Sus impactos incluyen contaminación por mercurio, alteración del lecho fluvial, degradación de ecosistemas acuáticos y afectaciones socioeconómicas para comunidades locales e indígenas que habitan estas riberas, en un contexto donde actores armados y redes criminales ejercen control sobre la extracción y el comercio ilegal del mineral.

Fuente: Observatorio Amazonía, por Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible - FCDS, 2024, Cultivos de uso ilícito en el bioma amazónico colombiano, SINCHI, Minería: Impactos sociales en la Amazonía, 2019. Adaptado por ANLA, 2025.

D. CONDICIONES DE VIDA Y ACCESO A DERECHOS

El departamento del Putumayo presenta profundas brechas en el acceso efectivo a derechos fundamentales, estrechamente vinculadas a las características geográficas, la dispersión poblacional, la infraestructura limitada y las afectaciones históricas derivadas del conflicto armado y la presencia de economías ilícitas. Aunque los centros urbanos de Mocoa, Puerto Asís y Orito concentran la mayor disponibilidad de servicios públicos, equipamientos e infraestructura institucional, amplias zonas rurales de las subregiones del Alto, Medio y Bajo Putumayo continúan enfrentando condiciones de precariedad que afectan de manera directa la salud, la educación, la seguridad alimentaria y la calidad de vida de sus habitantes. El Plan de Desarrollo 2024–2027 confirma que estas brechas territoriales continúan siendo uno de los principales retos para la garantía de derechos en el departamento, con énfasis en la ampliación de infraestructura educativa y de salud, el mejoramiento de vías terciarias, la ampliación de coberturas de agua y saneamiento, y el fortalecimiento de la conectividad rural. Estas condiciones afectan de manera más pronunciada a comunidades étnicas, niños,

mujeres y poblaciones dispersas. En este marco, la Tabla 13 presenta una caracterización comparativa de las condiciones de vida y el acceso a derechos en el Putumayo, con el fin de visibilizar las principales brechas territoriales y los factores que condicionan el ejercicio de los derechos humanos en el área regionalizada:

Tabla 13. Condiciones de vida y acceso a Derechos Fundamentales

DIMENSIÓN	VARIABLES CLAVE	PUTUMAYO – SITUACIÓN GENERAL
Vivienda y hábitat	Calidad del hábitat rural; asentamientos; riesgo físico	Las condiciones de vivienda y hábitat en el Putumayo se caracterizan por la presencia de asentamientos dispersos, limitaciones estructurales en infraestructura comunitaria y vulnerabilidad ante fenómenos de inestabilidad. El Plan de Desarrollo Departamental (PDD) señala la necesidad de fortalecer la gestión territorial para la formalización y acceso a predios rurales y avanzar en procesos de mejoramiento integral del hábitat en contextos rurales y urbanos. Estas brechas afectan la calidad de vida, la seguridad residencial y la capacidad de las comunidades para enfrentar emergencias ambientales.
Servicios básicos e infraestructura	Acceso a agua, saneamiento, energía, vías, movilidad	El departamento presenta deficiencias críticas en conectividad vial y acceso a servicios públicos, especialmente en áreas rurales. La red vial evidencia solo un 4,3% en buen estado, mientras que el 39,5% se encuentra en mal estado limitando movilidad, acceso a mercados y disponibilidad de bienes esenciales. Adicionalmente, se requieren mejoras en la infraestructura de agua y saneamiento, incluyendo la construcción y optimización de plantas de tratamiento. Estas limitaciones agravan la vulnerabilidad frente a contingencias ambientales.
Acceso a salud	Cobertura, capacidad instalada, infraestructura	El acceso a servicios de salud presenta brechas significativas derivadas de la dispersión geográfica, la insuficiencia de infraestructura hospitalaria y los tiempos prolongados de referencia. En 2023 se registraron 16.422 referencias, con tiempos promedio de espera de 14 horas, superando lo establecido en la normatividad vigente. El documento subraya la necesidad de fortalecer la red departamental de comunicaciones para emergencias y mejorar la infraestructura instalada. Estas condiciones limitan la capacidad de respuesta ante eventos asociados a contingencias ambientales y riesgos sanitarios.
Acceso a educación	Cobertura, calidad educativa, permanencia	El PDD identifica la necesidad de ampliar y mejorar la infraestructura educativa, fortalecer los programas de acceso y permanencia, y reducir barreras geográficas que afectan a estudiantes en zonas dispersas. Entre las acciones priorizadas se incluyen la construcción y mejoramiento de sedes educativas, el fortalecimiento de la estrategia de alimentación escolar y la creación de la Universidad Pública del Putumayo – UNIPUTUMAYO. Las condiciones de conectividad y movilidad limitan el acceso efectivo a educación en la ruralidad.
Alimentación	Seguridad alimentaria, disponibilidad, dependencia	El plan contempla acciones para mejorar la autosuficiencia alimentaria y reducir la vulnerabilidad alimentaria, especialmente en población rural y hogares en condición de pobreza. Se destaca el fortalecimiento de la seguridad alimentaria mediante huertas caseras para población vulnerable y otras iniciativas orientadas al Derecho Humano a la Alimentación. La disponibilidad de alimentos y su estabilidad dependen también de la conectividad rural y la capacidad productiva de las familias.
Derechos colectivos y participación	Participación, gobernanza, acceso a información	El PDD resalta la necesidad de consolidar mecanismos amplios de participación ciudadana y fortalecer la institucionalidad territorial, promoviendo un enfoque de gobernanza colaborativa. El proceso de planificación fue diseñado para “involucrar y darles voz a todos los actores del territorio”, lo que se alinea con la importancia de garantizar acceso a información, participación oportuna y reconocimiento de las dinámicas socioculturales. Estas condiciones son determinantes para la gestión preventiva de conflictividades socioambientales.
Bienestar socioeconómico	Actividades económicas, ingresos, acceso a mercados	El departamento enfrenta brechas estructurales en ingresos, acceso a mercados y oportunidades económicas, con alta dependencia de actividades agropecuarias, extractivas y de subsistencia. El PDD establece como propósito estratégico “diezmar las brechas de pobreza multidimensional” y fortalecer la inclusión productiva a través de programas de desarrollo rural, cadenas lícitas y sistemas agroforestales. Las limitaciones de conectividad y movilidad afectan directamente el bienestar general y la resiliencia comunitaria.
Enfoque diferencial	Pueblos indígenas, campesinos, mujeres, ruralidad dispersa	El plan integra un enfoque étnico, territorial y diferencial orientado a fortalecer la inclusión de pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes, población campesina y grupos vulnerables. El PDD promueve procesos de desarrollo rural integral con enfoque diferencial y la construcción de casas ancestrales y museos indígenas como reconocimiento a la diversidad cultural. La articulación con estas dinámicas es clave para la implementación de medidas de manejo ambiental socialmente pertinentes.

Fuente: Plan de Desarrollo Departamental: Somos el gobierno de la gente 2024-2027. Adaptado por ANLA, 2025.

E. PARTICIPACIÓN Y GOBERNANZA TERRITORIAL

Gobernanza Indígena y Gobierno Propio: El Putumayo es uno de los territorios con mayor presencia de pueblos indígenas en Colombia, con 89 resguardos indígenas legalmente constituidos y un conjunto de solicitudes de ampliación, saneamiento y legalización en trámite. Entre los pueblos con presencia histórica se encuentran Inga, Kamentzá, Siona, Murui-Muina, Awá, Nasa, Embera, Cofán, entre otros, los cuales cuentan con autoridades propias reconocidas por el Estado a través del Ministerio del Interior. Los resguardos se organizan mediante Cabildos y Asociaciones de Cabildos, estructuras que ejercen funciones de gobierno propio, ordenamiento territorial, control social, administración de justicia indígena y planeación mediante Planes de Vida, instrumentos fundamentales para la coordinación interinstitucional y la relación con proyectos sujetos a

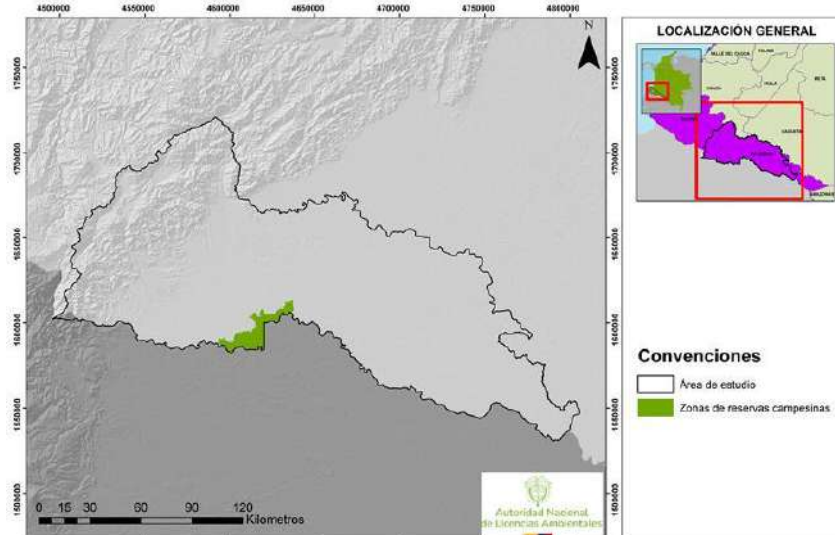


licenciamiento ambiental. La gobernanza indígena incide directamente en procesos de participación en el marco del derecho fundamental a la consulta previa, dada la presencia de proyectos hidrocarburíferos, actividades de infraestructura y aprovechamiento forestal en áreas cercanas a territorios colectivos. Las autoridades indígenas participan activamente en espacios como las Mesas Plan de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), los Consejos Territoriales de Planeación y los Comités Municipales de Gestión del Riesgo.

Participación Afrodescendiente y Consejos Comunitarios: El departamento registra comunidades negras, afrocolombianas y palenqueras que ejercen representación colectiva mediante Consejos Comunitarios, reconocidos por el Ministerio del Interior. De acuerdo con la información revisada, en el territorio se encuentran 5 Consejos Comunitarios formalmente registrados, con presencia significativa en municipios del Bajo Putumayo como Puerto Asís, Valle del Guamuez y Puerto Leguízamo. Estas organizaciones desarrollan procesos de gobernanza basados en reglamentos internos y planes de uso y manejo del territorio, con incidencia en la gestión ambiental, el aprovechamiento de recursos naturales, la pesca artesanal y la participación en espacios locales de planificación. Su articulación con las entidades públicas se da principalmente a través de los Consejos Territoriales de Planeación, las Mesas PDET y los procesos de consulta previa en proyectos que puedan generar afectaciones directas.

Gobernanza Campesina y Zona de Reserva Campesina (ZRC): La Zona de Reserva Campesina (ZRC) La Perla Amazónica constituye una figura estratégica de ordenamiento rural en el municipio de Puerto Asís, reconocida mediante la Resolución N°069 de 2000 del INCORA. Abarca cerca de 22.000 a 22.700 hectáreas distribuidas en 23 veredas, donde habitan aproximadamente 800 familias campesinas (alrededor de 4.000 habitantes) asentadas en la llanura aluvial del río Putumayo y afluentes como el Toayá, Cuembí, Lorenzón, La Piña, Chufiyá y Mansoyá (Posso, 2025). En este territorio predominan sistemas agropecuarios de pequeña escala, chagras, pesca de subsistencia y prácticas agroforestales que sustentan la seguridad alimentaria y la economía local. La comunidad, organizada en la Asociación de Desarrollo Integral Sostenible de la Perla Amazónica (ADISPA), ha consolidado un modelo de gestión territorial orientado a la protección de la biodiversidad y la producción sostenible, con avances significativos en restauración ecológica incluyendo la reforestación de más de 900 hectáreas con especies nativas, el fortalecimiento de sistemas agroecológicos y el aprovechamiento de productos amazónicos (ver Figura 20). Las instituciones oficiales ANT, UPRA y Agencia de Desarrollo Rural (ADR) reconocen esta ZRC como un espacio prioritario para la regularización de la propiedad rural, el fortalecimiento de la economía campesina y la conservación ambiental, lo que la convierte en un ámbito de alta sensibilidad para la planificación territorial. En este contexto, La Perla Amazónica se configura como un territorio clave para la consolidación de alternativas económicas sostenibles y la contención de dinámicas de deforestación, economías ilícitas y presiones extractivas históricamente presentes en esta región del Putumayo.

Figura 20. La Zona de Reserva Campesina “Perla Amazónica” en el área regionalizada



Fuente: Agencia Nacional de Tierras - ANT, 2023, Datos Abiertos. Adaptado por ANLA, 2025.

Territorios PDET: Participación para la Transformación Regional

El Departamento de Putumayo forma parte de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), estrategia creada en el marco del Acuerdo Final de Paz e implementada por la Agencia de Renovación del Territorio (ART) para impulsar transformaciones estructurales en zonas históricamente afectadas por la pobreza, la debilidad institucional y el conflicto armado. En el departamento, los municipios priorizados corresponden a Mocoa, Villagarzón, Puerto Asís, Orito, Puerto Guzmán, San Miguel, Puerto Caicedo y Puerto Leguizamó, conformando uno de los núcleos PDET más significativos de la región amazónica (Agencia de Renovación del Territorio, 2023). A través de este programa, se han consolidado mecanismos de participación comunitaria como las Mesas PDET veredales y municipales, los Planes de Acción para la Transformación Regional (PATR) y los Pactos Municipales para la Transformación, espacios en los que intervienen cabildos indígenas, consejos comunitarios, Juntas de Acción Comunal y organizaciones campesinas. Estos instrumentos permiten que las comunidades participen directamente en la priorización de proyectos relacionados con infraestructura vial y social, educación, salud, agua y saneamiento básico, desarrollo económico y fortalecimiento institucional. Este nivel de participación refleja una gobernanza local que busca democratizar la toma de decisiones tras décadas de conflicto y abandono estatal, habilitando espacios de control social, concertación y corresponsabilidad entre comunidades, gobierno local y entidades nacionales. No obstante, el proceso enfrenta retos estructurales: la dispersión geográfica, debilidades institucionales históricas, limitaciones en recursos y en seguimiento efectivo. Por ende, aunque la participación existe, su consolidación exige fortalecer capacidades comunitarias, asegurar acompañamiento estatal sostenido y mecanismos efectivos de seguimiento. En ese sentido, el PDET en Putumayo representa una apuesta importante por la gobernanza territorial, pero su éxito dependerá de mantener y robustecer esos espacios de participación institucional, étnica y comunitaria.

F. PRESIONES SOCIOAMBIENTALES Y CONFLICTIVIDAD EN EL TERRITORIO

Presiones socioambientales y conflictividad en el territorio

En el Putumayo, los conflictos socioecológicos evidencian la interacción entre las presiones antrópicas sobre los ecosistemas y las dinámicas sociales, económicas y culturales de las comunidades locales. La expansión de actividades como la ganadería extensiva, la extracción de minerales e hidrocarburos, los cultivos de uso ilícito, el acaparamiento de tierras y la apertura formal e informal de vías ha transformado el uso y la cobertura del suelo, generan disputas por el acceso y control de los recursos naturales y profundizan las desigualdades

territoriales. Estas presiones no solo producen afectaciones ambientales, sino que también afectan los medios de vida tradicionales, aumentan la vulnerabilidad de poblaciones rurales e indígenas y limitan el ejercicio de derechos fundamentales como la seguridad alimentaria, el acceso al territorio y la participación en las decisiones sobre su manejo.

En este contexto, el análisis de los conflictos socioecológicos permite comprender cómo los patrones de desarrollo, las dinámicas económicas y las asimetrías de poder influyen en la gobernanza ambiental y en las condiciones de vida en el departamento. A partir de ello, se presentan las principales presiones y conflictos identificados en el Putumayo, agrupados en tres categorías: (i) actividades no reguladas, (ii) actividades reguladas y (iii) proyectos con Licenciamiento Ambiental. Esta clasificación permite diferenciar el origen de las presiones, comprender sus implicaciones socioambientales y aportar una lectura integrada de las dinámicas que actualmente transforman el Putumayo:

i. Presiones socioambientales derivadas de actividades regionales no reguladas

Tabla 14. Monocultivos en el Alto Putumayo

Ubicación	El conflicto se ubica en la región del Alto Putumayo, específicamente en la subregión del Valle de Sibundoy, que incluye los municipios de Sibundoy, San Francisco, Colón y Santiago. Esta zona es una franja de transición entre el piedemonte amazónico y las montañas andinas, con altitudes que varían entre 2.000 y 3.600 metros sobre el nivel del mar, y comprende ecosistemas como páramo, bosque alto andino, humedales y planicies inundables.
Actores	Comunidades indígenas Inga y Kamëntsa como habitantes históricos, comunidades indígenas Pastos y Quillacingas como indígenas que han estado llegando de manera reciente, Asociaciones campesinas del alto Putumayo, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Ambiente, Gobernación de Putumayo, Alcaldías de Sibundoy, San Francisco, Santiago y Colón, CORPOAMAZONIA y actores armados.
Principales causas	El avance de los monocultivos en la región del Alto Putumayo ha generado tensiones asociadas tanto a los procesos históricos de colonización como a la forma en que se ha ordenado el territorio. Aunque la creación de la Reserva Forestal Protectora de la Cuenca Alta del Río Mocoa ²² , en 1984, tenía como propósito resguardar estas zonas de actividades económicas intensivas, las administraciones municipales han impulsado el crecimiento económico y social mediante la promoción de monocultivos en las áreas fértiles del Valle de Sibundoy. Inicialmente, estos cultivos fueron introducidos por colonos que se asentaron como agricultores; sin embargo, en las últimas décadas han pasado a ser parte de proyectos de inversión impulsados por actores externos a la región, según los testimonios recogidos durante el taller realizado por el Instituto SINCHI. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2023)
Aspectos socioambientales críticos	Según los talleres adelantados por el SINCHI, las comunidades indígenas Inga y Kamëntsa han señalado la filtración de agroquímicos en suelo y agua, la afectación de cauces de los que dependen tanto comunidades rurales como urbanas, y la desecación parcial de áreas que antes funcionaban como humedales o zonas de regulación hídrica. Asimismo, se documenta la deforestación de bosques primarios y secundarios en las laderas y la planicie inundable, así como una expansión visible de monocultivos como frijol, aguacate y otros cultivos de alto rendimiento a partir de principios de los años 2000. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2023)
Implicaciones (sociales y ambientales)	La transformación de los sistemas de producción tradicionales y la pérdida de tierras útiles para la agricultura de subsistencia implican una reducción en la autonomía alimentaria de las comunidades indígenas y campesinas. El deterioro de las fuentes de agua puede afectar la salud, el consumo doméstico, la producción agrícola y ganadera local. A su vez, la degradación del paisaje ambiental y la pérdida de funciones de regulación hídrica generan una mayor vulnerabilidad del territorio frente a eventos extremos y también potencian la posibilidad de impactos acumulativos cuando se suman a otras dinámicas productivas o extractivas (por ejemplo, infraestructura, minería o usos intensivos del suelo). (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2023)

Fuente: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2023, Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana, Monocultivos en Alto Putumayo. Adaptado por ANLA, 2025.

Tabla 15. Inundaciones recurrentes asociadas al Distrito de Drenaje del Valle de Sibundoy (Alto Putumayo)

Ubicación	El conflicto se localiza en la región del Alto Putumayo, dentro del Valle de Sibundoy, que comprende los municipios de Sibundoy, Colón, San Francisco y Santiago. Las zonas más afectadas corresponden a las veredas San José del Chunga, San Silvestre, Bajo San José, La Menta y Balsayaco, así como sectores del antiguo cauce del río Putumayo, el canal San Pedro, el río Balsayaco y la Garganta de Balsayaco. Se trata de una planicie históricamente inundable, antes ocupada por humedales y ecosistemas que regulaban naturalmente el agua.
Actores	Comunidades indígenas Inga y Kamëntsa como habitantes históricos, comunidades indígenas Pastos y Quillacingas como indígenas que han estado llegando de manera reciente, colectivo comunicaciones, comunidades campesinas, habitantes en general de San Francisco, Sibundoy Colón y Santiago, Agencia de Desarrollo Rural (ADR), Alcaldía de Santiago, Alcaldía de Colón, Alcaldía Sibundoy, Alcaldía de San Francisco, Consejos de Gestión del Riesgo de Desastres, Concejo Municipal de Santiago, Colón, Sibundoy, San Francisco. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Incoder, Gobernación del Putumayo, Procuraduría Departamental, Cuerpo de Bomberos, Defensoría del Pueblo, Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, Amazon Conservation Team, CORPOAMAZONIA, Usuarios del Distrito de Drenaje, Emisoras Comunitarias y Banco Agrario,

22 La Reserva Forestal Protectora de la Cuenca Alta del Río Mocoa, creada por el Acuerdo 014 de 1984 del INDERENA, abarca cerca de 34.600 ha en bosques montanos y zonas de páramo, funcionando como corredor ecológico entre los Andes y la Amazonia. En 2016, WCS-Colombia realizó una caracterización de flora y fauna (consultoría 0717), aportando información geográfica y taxonómica clave para orientar su conservación y la gestión de la cuenca.

Causas	El origen del conflicto está relacionado con la transformación histórica del sistema hídrico del valle y con la evolución del uso del suelo durante las últimas cinco décadas. Una causa central es la construcción del Distrito de Drenaje del Valle de Sibundoy (DDVS) en los años sesenta, obra diseñada para desecar humedales y habilitar tierras para la producción agropecuaria. El sistema fue construido de manera parcial y ha tenido largos periodos sin mantenimiento, lo que ha favorecido la colmatación progresiva de canales y la reducción de capacidad hidráulica. A esto se suma la transformación del humedal “El Pantano” y de otras áreas inundables para expandir la ganadería y los cultivos, lo que redujo la capacidad natural de almacenamiento de agua. Las actividades productivas también aportan sedimentos, especialmente en zonas como la parte alta de la cuenca del Balsayaco, donde procesos erosivos aumentan la carga de material que llega al sistema de drenaje. Con la entrada de nuevos modelos productivos (incluida la expansión reciente de cultivos comerciales en laderas y planicies) se intensificó la presión sobre el suelo y sobre el funcionamiento del drenaje. Estos factores, sumados a los eventos de lluvia más intensos, explican la recurrencia y mayor gravedad de las inundaciones. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Aspectos socioambiental es críticos	Las comunidades y la información institucional compilada por el SINCHI muestran que las inundaciones recurrentes afectan entre 500 y 2.000 hectáreas anualmente, impactando viviendas, fincas, pastos y cultivos. También se han documentado deslizamientos, pérdida de banca en tramos viales y afectaciones a acueductos rurales debido a la saturación de suelos. La colmatación de canales como el San Pedro y el antiguo cauce del río Putumayo genera desbordamientos en temporadas de alta precipitación. En términos ambientales, el Valle de Sibundoy conserva solo el 3 % de su cobertura natural, lo cual limita su capacidad de regulación hídrica. La pérdida de humedales, la erosión en laderas y la transformación del paisaje han alterado el comportamiento natural del agua. En el ámbito social, persisten peticiones comunitarias para el mantenimiento del distrito de drenaje y para la atención de puntos críticos, lo cual refleja tensiones entre sectores productivos, autoridades locales y entidades responsables de la infraestructura hídrica. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Implicaciones (sociales y ambientales)	Las inundaciones tienen efectos significativos en la economía local, afectando cultivos, pasturas y bienes rurales, lo que genera pérdidas económicas recurrentes para familias campesinas y comunidades indígenas. La afectación a vías y acueductos incrementa costos públicos y limita la movilidad y la provisión de servicios rurales. La alteración del sistema hídrico también puede comprometer la seguridad alimentaria y genera incertidumbre en actividades productivas que dependen de la estabilidad del terreno y del acceso al agua. Desde una perspectiva territorial y cultural, el deterioro del humedal y los cambios en el paisaje afectan prácticas tradicionales de uso del territorio de los pueblos Inga y Kaméntsá, reduciendo su capacidad de mantener sistemas productivos propios. En términos acumulativos, la combinación de drenaje colmatado, prácticas ganaderas intensivas, pérdida de cobertura vegetal, deslizamientos y mayores lluvias incrementa de manera conjunta la vulnerabilidad del valle. Cuando estas dinámicas coinciden con la expansión de infraestructura vial, la agricultura comercial o actividades extractivas locales, aumentan los riesgos ambientales y sociales en la región. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Fuente: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022, Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. Inundaciones constantes en Distrito de drenaje del Alto Putumayo. Contenido adaptado por ANLA, 2025.

Tabla 16. Minería ilegal en Puerto Guzmán

Ubicación	El conflicto ocurre en Puerto Guzmán, principalmente en áreas rurales de la cuenca del río Caquetá y los ríos Mandur y Mecaya. Las actividades de explotación aurífera de aluvión se concentran en veredas como San Roque, La Chorrera, San Pedro Guadalupe, Los Corrales, La Selva y La Mana, dentro de un territorio con grandes áreas boscosas, parte de ellas en el Área Forestal Protectora-Productora Mecaya-Sencella y cercano a resguardos indígenas Inga y Nasa.
Actores	Resguardos indígenas La Aguadita; Calenturas; El Descanso; Villa Catalina de Puerto Rosario; Porvenir La Barrialosa y Alpamanga; de las etnias Inga y Páez (Nasa), Mineros, cooperativa Multiactiva de Mineros de Puerto Guzmán La Guaca; Asociación de Ex mineros de Tradición con Conciencia Ambiental; Asociación de exmineros de Tradición con Conciencia Ambiental, Agencia la Burbuja del Medio Ambiente; Alcaldía de Puerto Guzmán; Gobernación del Putumayo; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Mesa técnica institucional para la sustitución de la minería ilegal; Ejército Nacional de Colombia Brigada de selva No. 27; Policía Nacional; Batallón de Infantería N.º 25; Batallón Fluvial de Infantería de Marina No. 33; Armada de Colombia a través de la Fuerza Naval del Sur; la Brigada Contra la Explotación Ilícita de Yacimientos Mineros y tropas del Batallón de Infantería N.º 25, CORPOAMAZONIA y grupos armados ilegales, (Cartel de Sinaloa; Frente No 1 de las Disidencias de las FARC; Grupos Armados Organizados; Comandos de Frontera).
Causas	El conflicto se origina a partir de un conjunto de dinámicas históricas, económicas y territoriales que han configurado la minería de oro (primero artesanal y posteriormente mecanizada) como una actividad persistente en Puerto Guzmán. Una causa estructural es la historia de colonización y poblamiento del municipio, marcada por desplazamientos, economías extractivas y períodos prolongados de confrontación armada. En este contexto, la minería de aluvión se consolidó como una actividad de subsistencia ante la limitada presencia estatal y las escasas alternativas económicas locales. El conflicto también está asociado al avance de actividades mineras sin formalización, en muchos casos vinculadas al uso de maquinaria pesada que genera remoción de cobertura, alteración de cauces y afectación de fuentes hídricas. Esto ha coincidido con la presencia y control de grupos armados ilegales, quienes han regulado la actividad minera y otras economías ilícitas, incrementando la complejidad territorial. Otra causa es la contradicción entre el uso real del territorio y las figuras de manejo como el Área Forestal Protectora-Productora Mecaya-Sencella o las zonas definidas para hidrocarburos. La coexistencia de estas figuras con actividades mineras informales ha generado tensiones entre comunidades, autoridades ambientales, sector defensa y entidades territoriales. Adicionalmente, las comunidades han señalado que, pese a la realización de operativos policiales y militares, no se han consolidado alternativas productivas suficientes ni procesos efectivos de formalización, lo que refuerza la persistencia del conflicto y la percepción de inequidad frente a otras actividades extractivas legalmente autorizadas en el municipio. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Aspectos socioambiental es críticos	De acuerdo con la información disponible, el territorio donde se desarrolla el conflicto presenta alta sensibilidad ambiental, especialmente por la presencia de ríos que abastecen a comunidades rurales y que han sido objeto de procesos de sedimentación, desviación de cauces y contaminación asociada a la minería. En las áreas intervenidas se observan claros de deforestación, piscinas de sedimentación y restos de maquinaria, lo que ha generado preocupación sobre posibles afectaciones a la biodiversidad acuática y a la integridad de los ecosistemas. El IDEAM ha señalado que Puerto Guzmán ha tenido una de las mayores tasas de deforestación del departamento, situación que se relaciona con múltiples actividades como ganadería extensiva, cultivos ilícitos y minería. En el plano social, se han presentado protestas, reuniones comunitarias y oposiciones frente a los operativos de control, así como solicitudes de formalización minera. Algunas comunidades manifiestan que la minería constituye una fuente de sustento ante la ausencia de alternativas, mientras que otras expresan preocupación

Implicaciones
(sociales y
ambientales)

por los efectos sobre el agua, el bosque y la seguridad rural. También se han registrado hechos de orden público, incluyendo amenazas, presencia de artefactos explosivos y acciones de actores armados ilegales, lo que incrementa los riesgos para la población y limita la acción institucional. En respuesta, se han implementado estrategias interinstitucionales como la Burbuja Ambiental y jornadas de oferta de servicios públicos orientadas al fortalecimiento institucional, la formalización de barequeros y la promoción de proyectos productivos, aunque con avances diferenciados. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

La persistencia de actividades mineras no formalizadas genera preocupaciones sobre la calidad y disponibilidad del agua, la estabilidad de los cauces y la continuidad de actividades productivas rurales como la pesca, la agricultura y los aprovechamientos forestales de baja escala. En comunidades que dependen del agua para consumo y uso doméstico, la percepción de afectación incide en la confianza institucional y en la relación con el territorio. En el ámbito social, el conflicto ha producido tensiones entre autoridades, mineros y otros grupos poblacionales, así como riesgos asociados a la presencia de grupos armados ilegales. Esto puede afectar la cohesión comunitaria y la seguridad, y limitar los procesos de planificación y gestión territorial. Desde una perspectiva cultural, el territorio es habitado por resguardos indígenas Inga y Nasa, quienes han expresado interés en la protección de fuentes hídricas y en la prevención de afectaciones que puedan incidir en prácticas tradicionales y en la relación espiritual con los ríos y el bosque. En términos de impactos acumulativos, la minería ilegal se suma a la deforestación, expansión de la frontera agropecuaria, explotación petrolera, cultivos ilícitos y presión sobre áreas boscosas, lo que incrementa la degradación del suelo y la pérdida de cobertura vegetal. La interacción de estas actividades intensifica la vulnerabilidad ecosistémica y social, especialmente en zonas donde coinciden múltiples presiones y donde las dinámicas de seguridad limitan la presencia del Estado. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Fuente: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022, Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. Minería ilegal en Puerto Guzmán. Contenido adaptado por ANLA, 2025.

ii. Presiones socioambientales derivadas de actividades regionales reguladas

Tabla 17. Afectación del recurso hídrico por hidrocarburos en el corredor Puerto Vega-Teteyé

Ubicación	El conflicto se sitúa en el corredor Puerto Vega-Teteyé, en el municipio de Puerto Asís (Putumayo), un territorio estratégico de transición entre la planicie amazónica y zonas de piedemonte. Comprende un mosaico de veredas rurales, resguardos indígenas Awá y Nasa, asentamientos campesinos y comunidades afrodescendientes que dependen directamente de los ríos y quebradas locales para consumo, riego y pesca. El área está atravesada por infraestructura petrolera (campos Quillacinga, Cohembí y Quinde), así como por redes secundarias de transporte de crudo, lo que incrementa el riesgo de derrames en una zona con alta sensibilidad ecológica y marcada vulnerabilidad social.
Actores	Cabildo Indígena Awá; La Cabaña; Resguardo indígena Kiwnas cxhab; Alto Lorenzo (Nasa); Cabildo Indígena Kinancha; Asociación del Consejo Regional del Pueblo Nasa del Putumayo-Kwe'sx Ksxa'W; Cabildos Nasa Las Delicias y Awá, Asociación Campesina del Sur Oriente del Putumayo (Acsomayo); Asojuntas; Sindicato de Trabajadores Campesinos del Cordón Fronterizo del Putumayo - Sincafromayo; EPS Indígena Mallamas. Asociación Agropecuaria de Productos Alternativos del Cuembi – Agropal, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA); Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH); Agencia de Renovación del Territorio (ART); Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio del Interior; Ministerio de Vivienda; Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios; Alcaldía de Puerto Asís; Gobernación Putumayo; IPS Hospital Local Puerto Asís; Comité de Gestión de Riesgos y Emergencias; Fuerza Pública; Fiscalía; Policía ambiental; Inviás, Consejo Municipal de Desarrollo Rural; Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios; Ecopetrol S.A.; I.P.S. Hospital Local de Puerto Asís; Comité de Gestión de Riesgos y Emergencias de Puerto Asís, Consorcio Colombia Energy Vetra Exploración y Producción Colombia S.Amerisur; Vetra; Gran Tierra; Sector Privado Coointravías Ltda. y empresas transportadoras en general, CORPOAMAZONIA, Disidencias de las FARC, Comisión Intereclesial de Justicia y Paz AETCR (Antiguo Espacio Territorial de Capacitación y Reincorporación); Cooperantes internacionales: OEA; PNUMA; ONU; Mesa de Derechos Humanos; Comisión minero energética para el Putumayo; Corporación Geoambiental Terrae, Asociación Ambiente y Sociedad.
Causas	El conflicto se origina por derrames de petróleo y fallas operativas asociadas a la infraestructura petrolera, que han generado contaminación en varias fuentes de agua superficiales y suelos de uso productivo. La actividad petrolera se superpone con territorios tradicionales y zonas de producción campesina, generando tensiones por el uso del suelo, la disponibilidad del agua y la calidad ambiental. En algunos periodos, la situación se ha agravado por la presencia histórica de aspersiones con glifosato, así como por factores de orden público que dificultan el manejo adecuado de emergencias ambientales. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Aspectos socioambientales críticos	El conflicto se desarrolla en un entorno con una presencia prolongada de actividades de exploración y producción de hidrocarburos, las cuales interactúan con dinámicas territoriales complejas. De acuerdo con la información del SINCHI, se identifican tensiones asociadas a la percepción de posibles afectaciones sobre fuentes hídricas, calidad del agua y disponibilidad de recursos para actividades domésticas y productivas de las comunidades. A ello se suman cambios en el uso del suelo, apertura de vías y tránsito de maquinaria que podrían incidir en procesos ecológicos locales, como la fragmentación del hábitat y el aumento de la presión sobre la fauna. También se reportan inquietudes comunitarias en torno a la gestión de residuos, el manejo de sustancias químicas y la ocurrencia de eventos operacionales que podrían incrementar la sensación de vulnerabilidad ambiental. En conjunto, estos elementos configuran un escenario donde convergen factores biofísicos, percepciones sociales y transformaciones en la dinámica territorial. . (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Implicaciones (sociales y ambientales)	Las implicaciones del conflicto se expresan en distintos niveles. Desde el medio socioeconómico, se observan tensiones entre comunidades, autoridades locales y operadores del sector, derivadas de expectativas frente a los beneficios del proyecto, la comunicación de información técnica y los mecanismos de relacionamiento. Esto puede generar procesos de desconfianza institucional y una mayor sensibilidad frente a cualquier actividad que modifique las condiciones del entorno. En el ámbito ambiental, las implicaciones están vinculadas a la necesidad de mantener la integridad de los ecosistemas, la funcionalidad de las microcuencas y la calidad de los servicios ecosistémicos que soportan las actividades productivas y el abastecimiento de agua. . (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Fuente: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022, Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. Contaminación de agua por petróleo en el corredor Puerto Vega-Teteyé, Putumayo. Contenido adaptado por ANLA, 2025.

Tabla 18. Explotación petrolera y cultivos de uso ilícito en el Valle del Guamuez

Ubicación	El conflicto se localiza en el municipio de Valle del Guamuez (Putumayo), en el corredor entre Puerto Asís y El Tigre, e involucra los resguardos indígenas Bocana de Luzón, Santa Rosa del Guamuez, Yarinál-Afanador-Campoalegre y el cabildo Villanueva, así como el Consejo Comunitario Afro Villa Arboleda. Parte del área se superpone con jurisdicciones de Puerto Asís, San Miguel y Orito.
Actores	Comunidades Cofan, Inga, Awa. Resguardos Bocana de Luzón, Santa Rosa del Guamuez, Yarinál-Afanador-Campoalegre, Day Drua Las Palmeras, Asociaciones campesinas Valle del Guamuez; Consejo comunitario Villa Arboleda, Agencia Nacional de Hidrocarburos; Agencia Nacional de Licencias Ambientales; Gobernación de Putumayo; Alcaldía Valle del Guamuez, Agencia Nacional de Tierras, Unidad de Restitución de Tierras; Ministerio del Interior, Ministerio de Ambiente, Ministerio de Defensa, Agencia Nacional de Hidrocarburos; Agencia Nacional de Licencias Ambientales; Gobernación de Putumayo; Alcaldía Valle del Guamuez, Agencia Nacional de Tierras, Unidad de Restitución de Tierras; Ministerio del Interior, Ministerio de Ambiente, Ministerio de Defensa, Ecopetrol, Vetra Exploración y Producción S.A.S., Consorcio Colombia Energy, CORPOAMAZONIA, Paramilitares, delincuencia común y Disidencias de las FARC.
Causas	El conflicto del Valle del Guamuez tiene su origen en la superposición histórica entre actividades petroleras, procesos de colonización y territorialidades indígenas, campesinas y afrodescendientes. Desde la década de 1960, la exploración y explotación de hidrocarburos promovieron el poblamiento dirigido y espontáneo sobre áreas habitadas ancestralmente por los pueblos Cofán, Inga y Awá, generando tensiones por el uso y control del territorio. La falta de claridad en los límites definidos por la Resolución 168 de 1968 y otras disposiciones posteriores acentuó disputas por la tenencia de la tierra y por la legitimidad de los derechos territoriales. A partir de los años ochenta, la expansión de cultivos ilícitos y la llegada de actores armados incrementaron la presión sobre la tierra y los recursos naturales, profundizando las conflictividades entre comunidades, empresas petroleras e instituciones. Adicionalmente, la coexistencia de procesos de ampliación de resguardos, restitución de tierras, solicitudes de consulta previa y operaciones petroleras mantiene vigente un escenario de tensiones que se alimenta de interpretaciones divergentes sobre la ocupación del territorio y sus usos. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Aspectos socioambientales críticos	El territorio presenta una interacción compleja entre actividades petroleras, cultivos ilícitos, presencia armada y procesos históricos de colonización, lo que configura un escenario de alta sensibilidad socioambiental. El documento evidencia tensiones relacionadas con la transformación del uso del suelo, la ocupación de áreas tradicionalmente indígenas y la superposición de figuras territoriales (resguardos, asentamientos campesinos y territorios colectivos). Se registran preocupaciones por los efectos de derrames de petróleo sobre fuentes hídricas, suelos y cobertura vegetal, que generan restricciones en actividades tradicionales como pesca, caza, recolección y agricultura. Asimismo, la expansión de cultivos ilícitos y los ciclos de violencia han incrementado presiones sobre los ecosistemas y han dificultado la capacidad institucional para el monitoreo ambiental, la prevención de daños y la resolución de conflictos entre actores locales. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Implicaciones (sociales y ambientales)	Las implicaciones del conflicto abarcan afectaciones diferenciadas para comunidades indígenas, campesinas y afrodescendientes, que han experimentado desplazamientos, pérdida de tierras y transformaciones en sus prácticas culturales y sistemas de vida. La persistencia de derrames de crudo, ataques a oleoductos y presiones derivadas de la economía ilícita han generado riesgos para la salud, alteración de ecosistemas y deterioro del acceso al agua. El documento describe además cómo la militarización y la presencia de actores armados condicionan la movilidad, la gobernanza territorial y la capacidad de las comunidades para participar en procesos de decisión. En el plano institucional, las tensiones entre consulta previa, licencias ambientales, ampliación de resguardos y restitución de tierras muestran desafíos estructurales para la gestión del territorio y la resolución de traslapes. En conjunto, estas dinámicas producen un ambiente de conflictividad persistente, con impactos acumulativos sobre las condiciones de vida y la integridad ambiental del Valle del Guamuez. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Fuente: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022, Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. Explotación petrolera y cultivos de uso ilícito en el Valle del Guamuez. Contenido adaptado por ANLA, 2025.

Tabla 19. Variante San Francisco-Mocoa, la IIRSA en Colombia

Ubicación	El conflicto se desarrolla en el municipio de San Francisco (Putumayo) y su zona de influencia hacia Mocoa, en el tramo vial proyectado para conectar la región Andina con la Amazonia. El corredor atraviesa zonas boscosas de alta pendiente, incluyendo la Reserva Forestal Protectora de la Cuenca Alta del Río Mocoa, y superpone parte del territorio ancestral Carlos Tamabioy perteneciente a los pueblos indígenas Inga y Kamëntsá. El proyecto involucra además áreas rurales próximas a las quebradas La Tortuga y Campucana.
Actores	Comunidades indígenas: Inga y Kamëntsá (territorio ancestral Carlos Tamabioy). Comunidades campesinas y habitantes del Alto Putumayo. Instituciones estatales: MinAmbiente, MinTransporte, INVIAS, gobernaciones de Putumayo y Nariño, alcaldías de Santiago, Colón, Sibundoy, San Francisco y Mocoa, ANLA. Sector privado y organizaciones: Consorcios contratistas, Organización Ambiente y Sociedad. Autoridad ambiental: CORPOAMAZONIA. Otros actores: IIRSA, BID.
Causas	El conflicto surge de la interacción entre la iniciativa de integración suramericana IIRSA —que impulsa la construcción de la Variante San Francisco-Mocoa como parte del corredor vial Pasto-Mocoa— y las formas de ocupación y ordenamiento propias del territorio ancestral de los pueblos Inga y Kamëntsá. La obra, concebida para mejorar la conectividad entre la región Andina, la Amazonia y los mercados internacionales, se proyecta sobre áreas ambientalmente sensibles y culturalmente significativas, lo que genera tensiones entre la visión de desarrollo económico promovida por actores nacionales e internacionales, y las concepciones indígenas sobre territorio, naturaleza y herencia cultural. La superposición entre la infraestructura propuesta, la Reserva Forestal Protectora de la Cuenca Alta del Río Mocoa y el territorio ancestral Carlos Tamabioy profundiza las controversias, a lo cual se suman las afectaciones históricas por diseños iniciales inconsistentes, retrasos prolongados, interrupciones de obra, y la persistencia de expectativas divergentes entre comunidades y entidades encargadas de la planificación y ejecución del proyecto. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Aspectos socioambientales críticos	El conflicto evidencia preocupaciones por la posible afectación a ecosistemas estratégicos, dada la presencia de bosques montanos, cuencas de alta pendiente y fauna de especial valor como el oso andino y la danta de montaña. La proyección de trazados viales sobre la Reserva Forestal Protectora de la Cuenca Alta del Río Mocoa genera inquietudes sobre pérdida de cobertura boscosa, fragmentación de hábitat y alteraciones en la dinámica hídrica. Desde lo sociocultural, las comunidades Inga y Kamëntsá advierten impactos sobre su territorio ancestral Carlos Tamabioy, asociado a prácticas culturales, movilidad tradicional y lugares de significado espiritual. En el

Implicaciones
(sociales y
ambientales)

documento se destacan además riesgos vinculados al aumento de colonización, apertura de nuevas áreas y transformaciones en el uso del suelo, junto con la persistencia de incertidumbre frente a los cambios reiterados en diseños de la obra y la necesidad de ajustes en la licencia ambiental. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Las implicaciones del conflicto se reflejan en la tensión continua entre la expectativa de lograr una infraestructura estratégica para el país y los riesgos identificados por las comunidades y organizaciones ambientales. En lo social, se evidencian afectaciones a la cohesión comunitaria y preocupaciones por la posible pérdida de prácticas culturales y conocimientos asociados al territorio ancestral. En lo ambiental, la obra plantea desafíos relacionados con deforestación, fragmentación ecológica y afectación de fuentes hídricas, aun cuando se han planteado modificaciones técnicas como viaductos y túneles para reducir impactos. La prolongación del proyecto, los retrasos históricos y los sucesivos rediseños mantienen escenarios de incertidumbre frente a la gobernanza territorial, el avance de la obra y la capacidad institucional de asegurar medidas de protección ambiental y social. Todo ello configura un proceso de conflictividad persistente donde convergen visiones divergentes de desarrollo, conservación y manejo del territorio. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Fuente: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022, Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. Variante San Francisco -Mocoa, la IIRSA en Colombia. Contenido adaptado por ANLA, 2025.

Tabla 20. Minería de cobre y molibdeno en la cuenca alta del río Mocoa

Ubicación

El conflicto tiene lugar en el municipio de Mocoa, principalmente en la cuenca alta del río Mocoa, dentro de la Reserva Forestal Protectora Nacional (RFPN) de la Cuenca Alta del Río Mocoa, en la zona que conecta el Macizo Colombiano con el piedemonte amazónico. El área de interés minero abarca las veredas Campucana, San Antonio, Montclar y Pueblo Viejo, e involucra territorios próximos a los resguardos Inga de Condagua y Kamëntsá-Inga de Sibundoy, que mantienen vínculos culturales y de uso con esta zona. Se trata de un territorio estratégico por su función de regulación hídrica y por la presencia de ecosistemas altoandinos y subandinos de alta sensibilidad.

Actores

Comunidades étnicas: Resguardo Indígena Inga de Condagua; Pueblo Kamëntsá Biyá (Sibundoy); Yanacona (Anamú y YashayWasy); Pastos (Gran Putumayo y San José del Pepino); Siona (Jai ZiayaBain). Organizaciones sociales: Mujeres Tejedoras de Vida; Asociación de Juntas de Acción Comunal de Mocoa; la Asociación Nacional de Usuarios Campesinos ANUC; Asociación de Educadores de Putumayo; Observatorio ambiental ciudadano del Putumayo; Colectivo ríos y reconciliación; Colectivo Guardianas de la Andinoamazonia; Colectivo Hilos de vida. Instituciones Estatales: Agencia Nacional de Minería; Asamblea Departamental de Putumayo, Concejo Municipal de Mocoa; Alcaldía de Mocoa; Juzgado Segundo Administrativo del Circuito de Mocoa. Sector privado: Libero Cobre Ltda. Libero Copper and Gold Corporation. Anglo Asian. Autoridad Ambiental: CORPOAMAZONIA.

Causas

El conflicto surge a partir de un proceso prolongado de interés minero sobre el depósito de cobre y molibdeno de Mocoa, identificado desde la década de 1970 por entidades estatales. A lo largo de los años, distintos actores empresariales han intentado avanzar en actividades de exploración dentro de un área ambientalmente protegida, lo cual ha generado tensiones sostenidas. Una causa central es la superposición de títulos mineros y solicitudes de concesión con la Reserva Forestal Protectora, donde la normativa limita e incluso prohíbe el desarrollo de minería. Esta situación se agrava porque parte de las actividades de exploración se han llevado a cabo sin que las comunidades indígenas del área de influencia hayan sido consultadas, lo cual ha sido señalado en decisiones judiciales y en observaciones comunitarias. El conflicto también está asociado a la importancia ecológica del Macizo Colombiano, zona que abastece redes hidrográficas fundamentales y que presenta alta susceptibilidad a deslizamientos y remoción en masa. Esto genera preocupación sobre posibles afectaciones al agua, al suelo y a la estabilidad del terreno. A nivel institucional, existe una tensión entre las decisiones nacionales en materia minera y los esfuerzos del municipio por limitar o prohibir la minería en su territorio, como ocurrió con el Acuerdo 020 de 2018, cuya nulidad posterior reactivó el debate y fortaleció la percepción de incertidumbre jurídica y territorial. Estos elementos, sumados al valor cultural del territorio para los pueblos indígenas y a la presencia de organizaciones sociales ambientalistas, han consolidado un conflicto de alta complejidad y persistencia. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Aspectos
socioambientales
críticos

De acuerdo con el documento y los procesos participativos desarrollados, las comunidades han expresado preocupación por posibles afectaciones a las fuentes hídricas que abastecen a Mocoa y a zonas rurales, debido a la perforación, apertura de trochas, remoción de cobertura y tránsito de maquinaria asociada a la exploración minera. La zona del proyecto se ubica en un territorio catalogado como altamente susceptible a fenómenos de remoción en masa, condición que genera inquietud considerando antecedentes como la avenida torrencial de 2017. La reducción de cobertura vegetal y la apertura de caminos incrementan esta percepción de riesgo. En el plano social, se han presentado movilizaciones, comunicados de rechazo, acciones jurídicas y pronunciamientos de autoridades indígenas y eclesiásticas, que consideran que la actividad minera puede afectar prácticas culturales, fuentes de agua y la integridad territorial. Asimismo, existe preocupación por la posibilidad de que las operaciones generen cambios en los usos del suelo, presiones sobre predios rurales y transformaciones en la dinámica social del municipio. A nivel institucional, las decisiones sobre títulos, suspensiones, tutelas, demandas y pronunciamientos municipales reflejan un escenario inestable, que alimenta la conflictividad y la incertidumbre respecto al futuro de la actividad minera en esta zona. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Implicaciones
(sociales y
ambientales)

La presencia del proyecto minero en un ecosistema estratégico genera preocupaciones sobre el abastecimiento de agua para el municipio, la estabilidad del terreno y la continuidad de prácticas productivas y culturales locales. La percepción de riesgo puede afectar la confianza institucional y la cohesión social, especialmente en comunidades que dependen de la agricultura, el uso del bosque y la relación espiritual con el territorio. En lo cultural, las autoridades indígenas han señalado que la minería podría impactar lugares de importancia espiritual y prácticas tradicionales asociadas al agua y al monte, lo cual constituye una afectación a su integridad cultural. Desde la perspectiva de impactos acumulativos, la exploración minera se suma a condiciones preexistentes de alta inestabilidad geológica, pérdida de bosque, expansión urbana, procesos de deforestación en laderas y presiones sobre el recurso hídrico. La interacción de estos factores incrementa la vulnerabilidad ambiental y social del territorio. El conflicto también puede influir en las dinámicas económicas locales, generando división comunitaria, expectativas no cumplidas o incertidumbre sobre el uso futuro del suelo, lo que afecta la planificación territorial y las actividades productivas de largo plazo. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Fuente: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022, Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. Minería de cobre y otros minerales en la cuenca alta del río Mocoa [Página web]. Contenido adaptado por ANLA, 2025.

Tabla 21. Minería en los ríos San Pedro y San Francisco Alto Putumayo

Ubicación	El conflicto se desarrolla en la cuenca alta de los ríos San Pedro y San Francisco, en el valle del Sibundoy (municipios de Sibundoy, Colón, San Francisco y Santiago), territorio donde confluyen comunidades Inga y Kamëntsá, zonas agrícolas y áreas de alta sensibilidad ecológica. Ambos ríos nacen en el páramo de Bordoncillos, son fuentes hídricas principales para el valle y han sido modificados históricamente por el Distrito de Drenaje del valle del Sibundoy.
Actores	Comunidades indígenas: Comunidades Inga y Kamëntsá del alto Putumayo. Organizaciones sociales: Asociación de mineros de Colón, asociaciones mineras del alto Putumayo. Instituciones Estatales: Alcaldías de Sibundoy, San Francisco, Santiago y Colón; Agencia Nacional de Infraestructura, INVIAS, Ministerio de Vivienda; Gobernación del Putumayo. Autoridad Ambiental: CORPOAMAZONIA.
Causas	El conflicto está asociado a la presencia histórica y creciente de actividades mineras, especialmente la extracción de materiales de construcción (arenas, gravas, piedra caliza, mármol) y, en menor medida, de oro aluvial. Aunque estos aprovechamientos se realizan desde hace décadas, su intensidad aumentó con la expansión urbana y la demanda de materiales para obras de infraestructura como la vía Pasto–San Francisco, su mantenimiento y los proyectos viales hacia Mocoa. A esto se suma la limitada regulación efectiva de las actividades extractivas en zonas de cuenca alta, la persistencia de métodos artesanales que generan remoción de cobertura vegetal y derrumbes inducidos, y las modificaciones previas al cauce realizadas por el Distrito de Drenaje, que redujeron la capacidad natural de regulación hídrica. Las comunidades indígenas han advertido que estas actividades han incrementado procesos erosivos, afectación de riberas y disminución del caudal, generando tensiones entre mineros de subsistencia, población local e instituciones ambientales. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Aspectos socioambientales críticos	Los actores del territorio han identificado afectaciones en rondas hídricas, calidad del agua y estabilidad geomorfológica, debido a la remoción de vegetación en laderas, el uso de técnicas artesanales de extracción (“agua montada”) y la deposición de sedimentos en la parte plana del valle. Estas condiciones, sumadas a fallas en la operación del sistema de drenaje, han dado lugar a inundaciones recurrentes, bloqueos de canales y daños a infraestructura, como la destrucción repetida del puente entre Colón y Sibundoy. Las comunidades Inga y Kamëntsá han hecho denuncias públicas, marchas y pronunciamientos para regular la minería en ríos y quebradas, argumentando afectaciones a prácticas culturales, territorios tradicionales y la biodiversidad del alto Putumayo. Aunque existen licencias formales desde 2008, gran parte de la actividad sigue siendo artesanal, lo que genera percepciones de inequidad y divergencias internas sobre la gestión del recurso. También se han registrado esfuerzos institucionales de restauración en zonas erosionadas, aunque las problemáticas persisten según los talleres territoriales. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)
Implicaciones (sociales y ambientales)	El conflicto tiene implicaciones para la seguridad hídrica del valle, debido a la reducción del flujo normal, la mayor sedimentación y la afectación de la calidad del agua. En términos sociales, las tensiones entre comunidades, mineros y autoridades pueden afectar la cohesión local, especialmente en zonas donde la actividad extractiva constituye un medio de subsistencia. Desde una perspectiva cultural, las comunidades indígenas señalan riesgos para sitios tradicionales y para la continuidad de prácticas vinculadas al manejo del agua y del bosque. De manera acumulativa, la minería se suma a procesos ya existentes como la pérdida de cobertura vegetal, la canalización del río, la expansión urbana y la creciente demanda de materiales para obras viales e infraestructura regional. La combinación de estas presiones aumenta la vulnerabilidad del territorio a inundaciones, erosión, pérdida de biodiversidad acuática y afectaciones a usos productivos y habitacionales. (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022)

Fuente: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC), 2022, Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. Minería en los ríos San Pedro y San Francisco Alto Putumayo [Página web]. Contenido adaptado por ANLA, 2025.

iii. Presiones socioambientales/Conflictos socioecológicos asociados a proyectos con Licenciamiento Ambiental de la ANLA

Considerando los reportes generados por los Gestores Territoriales Ambientales de la ANLA a través de la Estrategia de Presencia Territorial, se han identificado alertas de conflictividad socioambiental asociadas a determinados Proyectos, Obras y/o Actividades bajo la competencia de la ANLA. Estas situaciones corresponden a los expedientes LAM4174, LAV0056-00-2015, LAM6356, LAM0199, LAM7834-00, LAM2469, LAM4113, LAV0040-00-2022, LAV0054-00-2022, LAM1358 y LAV0016-00-2023. En la Tabla 22 se presentan los principales aspectos relacionados con dichos casos:

Tabla 22. Conflictos socio ecológico asociados a Proyectos, Obras y/o Actividades del sector de hidrocarburos de competencia de la ANLA

TIPO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
LAM4174 – Quinde–Cohembí–Quillacinga LAV0056-00-2015 – Cumplidor Norte		
Competencias ANLA	Afectación al recurso hídrico superficial	✓ Se han recibido denuncias por presuntas afectaciones en los ríos San Miguel, Putumayo y Cohembí, así como en quebradas como El Diamante, Agua Blanca, Campo Alegre, Santa Elena y otras fuentes no identificadas. Estas situaciones se relacionan con contingencias operacionales y acciones atribuidas a terceros. Como antecedente, en 2015 se reportó el presunto vaciado de 23 tractomulas cargadas.
	Afectación al recurso suelo	✓ Denuncias comunitarias señalan presunta contaminación de suelos por derrames de crudo y presencia de materiales impregnados almacenados en “tulas”, en algunos casos vinculados a acciones de terceros.

	Afectación componente atmosférico	✓ Se han presentado reclamaciones por presuntas afectaciones a la calidad del aire, principalmente por emisión de material particulado en vías internas y posibles impactos en cultivos, actividades rurales y salud.
	Dificultades de acceso a la información ambiental	✓ Organizaciones indígenas, JAC y actores sociales manifiestan presuntas limitaciones en el acceso a información ambiental y en los canales de comunicación relacionados con el proyecto.
	Alteración de conflictos socioambientales	✓ Se reportan tensiones asociadas a expectativas laborales, necesidades básicas insatisfechas en especial el acceso al agua y la presencia de presuntas actividades ilegales como refinerías artesanales.
LAM6356 – Moquetá		
Competencias ANLA	Afectación al recurso hídrico superficial	✓ Se informan presuntas afectaciones en los ríos Mocoa y Caquetá, y en quebradas como Parayaco y La Danta, atribuidas a contingencias operacionales y a intervenciones de terceros entre 2020 y 2025.
	Alteración en la calidad del suelo	✓ Reportes comunitarios indican presunto deterioro del suelo debido a derrames de hidrocarburos.
	Generación de olores ofensivos	✓ Quejas señalan la presencia de presuntos olores ofensivos en el área de plataformas Moqueta.
	Alteración en los niveles de presión sonora	✓ Se registran reportes de ruido presuntamente generado por una motobomba en el punto de captación del río Mocoa y por operaciones helicóptadas.
	Alteración en el entorno cultural	✓ Las comunidades mencionan presunta disminución de peces en los ríos Mocoa y Caquetá y presunto ahuyentamiento de fauna silvestre, lo que afectaría prácticas alimentarias y culturales.
LAM0199- Perforación De Pozos Exploratorios Mary West-1		
Competencias ANLA	Afectación Al recurso hídrico superficial	✓ Quejas indican presuntos derrames de crudo derivados de aperturas ilícitas de válvulas, con posibles afectaciones en los ríos Mocoa y Caquetá y en quebradas como Parayaco, La Dorada, Sardinas y Picudo.
	Afectación al recurso suelo	✓ Señalamientos sobre presunta persistencia de contaminación en suelos agrícolas y pastizales debido a derrames antiguos y materiales impregnados con hidrocarburos.
	Afectación de flora y fauna por derrames de hidrocarburos	✓ Reportes comunitarios refieren presunta contaminación de pastizales, afectación de cultivos y muerte de animales domésticos y silvestres.
	Afectación por emisiones de ruido	✓ Se mencionan ruido constante y vibraciones presuntamente asociados al funcionamiento de baterías (Mary y Toroyaco) y al tránsito de carrotaques.
LAM7834-00 – Gerencia Sur		
Competencias ANLA	Afectación al recurso hídrico superficial	✓ Se reportan contingencias operacionales y acciones de terceros, principalmente instalación presunta de válvulas ilícitas, relacionadas con afectaciones a múltiples fuentes hídricas (río Orito, San Miguel, quebradas El Gurra, El Acaecito, Azul, Amaroncito, Sardina, La Raya, entre otras). Se señala que en los últimos años habría disminuido el uso de explosivos y aumentado la instalación de válvulas ilícitas.
	Afectación al recurso suelo	✓ Denuncias reportan presunta contaminación por derrames de crudo asociados a intervenciones de terceros.
	Afectación de flora y fauna por derrames	✓ Se reportan presuntas afectaciones a vegetación arbustiva y arbórea, zonas de potreros, cultivos de pan coger, estanques de piscicultura y muerte de animales domésticos y silvestres.
	Alteración de conflictos socioambientales	✓ Se mencionan expectativas laborales, necesidades básicas insatisfechas (particularmente acceso al agua) y presuntas actividades ilegales como refinerías artesanales.
LAM2469 -Plan De Manejo Ambiental Para Áreas Operativas De La Gerencia Sur (Gsu)		
Competencias ANLA	Afectación al recurso hídrico Superficial subterránea	✓ Se señalan eventos asociados a contingencias operacionales y a presuntas intervenciones de terceros, incluyendo afloramientos de crudo y piscinas aparentemente mal abandonadas. Comunidades reportan presuntas afectaciones a la calidad del agua en quebradas como San José, Caño Chuzón, Bonaire, Paila, Pomos, La Cristalina, La Bonita, Caño Caribe y nacederos, además de presunta reducción de caudales.
	Afectación al recurso suelo	✓ Denuncias señalan presunta afectación de suelos por derrames atribuidos a terceros.
	Afectación de flora y fauna por derrames de hidrocarburos	✓ Se han mencionado presuntas afectaciones a pastizales, cultivos, semovientes y fauna silvestre.
	Alteración de conflictos socioambientales	✓ Reportes indican tensiones derivadas de expectativas laborales, necesidades básicas insatisfechas y presuntas actividades ilegales.
LAM4113– Campo Costayaco		
Competencias ANLA	Afectación al recurso hídrico superficial	✓ Se registran denuncias por presuntas afectaciones a fuentes hídricas relacionadas con contingencias y vertimientos de aguas industriales.
	Afectación al recurso aire	✓ Se mencionan presuntas emisiones de material particulado por tránsito vehicular y la presencia de olores ofensivos presuntamente asociados a pozos Costayaco 11 y 12.
	Afectación por emisiones de ruido	✓ Quejas señalan ruido presuntamente generado por operaciones del proyecto y tránsito vehicular.
	Alteración a comunidades de fauna terrestre	✓ Durante una contingencia del 2 de octubre de 2024, se reportó presunta afectación a 253 animales silvestres por parte de una organización social.
	Generación de conflictos socioambientales	✓ Actores campesinos e indígenas expresan inconformidades laborales, ambientales y de acceso a bienes y servicios.
LAV0040-00-2022 – Bienparado LAV0054-00-2022 – Nyctibius (PUT-8)		
Competencias ANLA	Inconformidad por actividad específica	✓ Se reportan preocupaciones por presuntas afectaciones al recurso hídrico, incluyendo contaminación en aguas superficiales y pozos profundos. También se señala rechazo comunitario a actividades de inyección de agua.

	Alteración de flora	✓ Reportes comunitarios mencionan presunto deterioro de cananguchales y antecedentes asociados a la aspersión con glifosato.
	Presuntas vulneraciones a Derechos Humanos de Liderazgos Ambientales	✓ Organizaciones sociales relacionan presuntamente hechos de violencia contra líderes con conflictividades socioambientales y expresan falta de garantías para participar en audiencias públicas ambientales.
	Participación Decisiones ANLA	✓ Se han presentado solicitudes para que no se otorguen licencias hasta tanto no se atiendan las presuntas afectaciones señaladas.
LAM1358-Variante Mocoa - San Francisco		
LAV0016-00-2023-Cesión parcial del frente Mocoa de INVIAS a Condor		
Competencias ANLA	Inconformidad por actividad específica	✓ Las comunidades del área de influencia han expresado diversas observaciones y preocupaciones relacionadas con posibles impactos sobre componentes bióticos como la vegetación y la fauna presentes en el trazado proyectado y abióticos, particularmente en zonas donde se han reportado procesos de inestabilidad o condiciones sensibles del terreno.
	Afectaciones al recurso biótico, abiótico y cultural	✓ Adicionalmente, se ha señalado la relevancia del camino ancestral "Sacha Mate", identificado por las comunidades indígenas como un espacio de alto valor cultural y espiritual, cuya integridad consideran prioritaria. Estas consideraciones han sido expuestas en los diferentes espacios de participación y socialización, y permanecen como elementos que requieren seguimiento dentro del avance del proyecto.
	Presuntas vulneraciones a Derechos Humanos de Liderazgos Ambientales	✓ Exigencia de garantías para la protección de sus derechos colectivos, su cosmovisión y su relación con el entorno.
	Participación-Decisiones ANLA	✓ Requieren el avance en la construcción de la vía, argumentando la necesidad de reducir los niveles de accidentalidad en el trazado actual de la vía Mocoa San Francisco, conocido como "el trampolín de la muerte".

Fuente: Sistema de Análisis Estratégico para la Transformación de la Conflictividad Ambiental (STC) y Gestores Territoriales Ambientales, ANLA 2025. ***Nota:** La información sobre los conflictos identificados refleja el estado actual al momento del análisis. Esta puede variar en función de las acciones en curso por parte de la ANLA.*

El análisis de los expedientes evidencia que la mayoría de las situaciones reportadas por las comunidades se relacionan con presuntas contingencias ambientales, tanto derivadas de la operación de los proyectos como de intervenciones de terceros, particularmente asociadas al hurto de hidrocarburos y la manipulación ilícita de infraestructuras. Estas contingencias se vinculan principalmente con derrames de crudo, eventos de afectación a cuerpos de agua superficiales, afectación de suelos, afectación de flora y fauna, y episodios de emisiones atmosféricas, olores y ruido, que generan inquietudes reiteradas en las áreas de influencia. La recurrencia de estos eventos también se articula con dinámicas sociales y territoriales que incrementan la vulnerabilidad ambiental, lo que resalta la importancia del seguimiento preventivo, la verificación técnica oportuna y la gestión articulada con otras autoridades. En este contexto, la Tabla 23 presenta una síntesis de las contingencias asociadas a los expedientes que presentan un mayor reporte de contingencia:

Tabla 23. Presiones socioambientales derivadas por contingencias de Proyectos, Obras y/o Actividades de competencia de la ANLA

Ubicación	Áreas donde existen proyectos licenciados por la ANLA, principalmente asociados al sector de hidrocarburos, que concentran la mayor parte de los reportes de contingencias entre 2016 y 2025. La distribución espacial muestra que los eventos se localizan de forma predominante en zonas de operación petrolera, entre ellas expedientes con alta recurrencia como LAM2469 y LAM4174, situados en áreas de producción y transporte en el Putumayo. Estas zonas corresponden a territorios donde confluyen infraestructura energética, áreas forestales y corredores hídricos, lo que incrementa la sensibilidad ante eventos de origen natural, tecnológico u ocasionados por terceros.
Causas del conflicto	Las contingencias registradas responden principalmente a tres tipos de causas. En primer lugar, se encuentran los eventos de origen tecnológico-operacional, que constituyen la mayoría de los casos y se relacionan con fallas en la infraestructura, errores en los procesos de operación y situaciones asociadas al manejo de fluidos, transporte y funcionamiento de equipos; este patrón es especialmente evidente en expedientes con alta recurrencia como LAM2469. En segundo lugar, se presentan contingencias de origen natural o siconatural, vinculadas a fenómenos como inundaciones, deslizamientos y variabilidad climática, los cuales afectan zonas operativas ubicadas en territorios de alta vulnerabilidad ambiental y topográfica. Finalmente, se registran eventos ocasionados por terceros, que pueden ser voluntarios, cuando obedecen a actos intencionales como vandalismo o sabotaje, o involuntarios, cuando derivan de accidentes o acciones externas no planificadas que inciden en la operación. Un elemento relevante es que, de acuerdo con la normativa vigente, los eventos voluntarios generados por terceros no cuentan con instrumentos que asignen responsabilidades claras para su restauración o compensación, lo que introduce desafíos adicionales en la gestión y respuesta a este tipo de contingencias.
Aspectos relevantes	Entre 2016 y 2025 se registraron 296 contingencias en la región amazónica en general, de las cuales 92% correspondieron al sector de hidrocarburos, evidenciando su predominio en la generación de eventos ambientales. La mayoría de estas contingencias (94%) fueron clasificadas como de escala local o menor, mientras que únicamente cinco se catalogaron como regionales y una como nacional, lo que refleja un patrón de eventos frecuentes, pero de magnitud limitada. Asimismo, se observa una tendencia creciente en contingencias de origen natural y ocasionadas por terceros, lo que diversifica el conjunto de amenazas y aumenta la complejidad de la gestión ambiental en territorios donde la infraestructura es particularmente sensible a variaciones climáticas y a factores externos. En términos espaciales y operativos, los expedientes LAM2469 y LAM4174 destacan como puntos críticos. El primero registra cerca de un centenar de eventos, en su mayoría tecnológicos-operacionales, mientras que el segundo supera las cuarenta contingencias con una combinación de orígenes que incluye fallas tecnológicas, fenómenos siconaturales y acciones de terceros.

**Principales
implicaciones**

La recurrencia de contingencias, especialmente aquellas de origen tecnológico-operacional, puede generar afectaciones sobre cuerpos de agua, suelos, cobertura vegetal y fauna, dependiendo de la naturaleza de cada evento, con posibles implicaciones para actividades productivas locales y para la continuidad de servicios ecosistémicos esenciales. La presencia de contingencias de origen natural y siconatural evidencia además que la vulnerabilidad climática y geomorfológica del territorio sigue siendo un factor determinante, incrementando la probabilidad acumulada de impactos sobre la infraestructura, la movilidad y el bienestar comunitario. Por su parte, los eventos ocasionados por terceros introducen tensiones institucionales relacionadas con la definición de responsabilidades ambientales y con la capacidad de restablecer las condiciones previas del medio afectado. En expedientes con alta recurrencia, como LAM2469 y LAM4174, estos procesos pueden generar impactos acumulativos que aumentan el riesgo ambiental, ejercen presión sobre áreas estratégicas y demandan el fortalecimiento de medidas de prevención, monitoreo y mantenimiento.

Fuente: ANLA, 2025.

G. PROCESOS JUDICIALES Y SANCIONATORIOS AMBIENTALES ASOCIADOS A POA'S DE COMPETENCIA DE LA ENTIDAD

En el marco de las competencias de la ANLA, el análisis regional incorporar la revisión de los procesos judiciales asociados a proyectos, obras y/o actividades, los cuales constituyen un insumo relevante para la evaluación de riesgos jurídicos, precedentes administrativos y eventuales medidas de seguimiento. Para efectos del presente reporte, dichos procesos se agrupan en procesos judiciales activos, en seguimiento y con acción de tutela, los cuales se relacionan principalmente con controversias sobre licenciamiento ambiental, medidas administrativas, presunta afectación de derechos colectivos y fundamentales, así como solicitudes de amparo constitucional. En las Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26, se presenta de manera consolidada los procesos judiciales identificados.

Por su parte, el régimen sancionatorio previsto en la Ley 1333 de 2009³, modificada por la Ley 2387 de 2024⁴, fortalece las facultades de las autoridades ambientales para imponer y ejecutar tanto medidas preventivas como sanciones administrativas, orientadas a garantizar la efectividad de los principios previstos en la Constitución, los tratados internacionales, la ley y el reglamento. Conforme con el artículo 4º, las sanciones administrativas en materia ambiental cumplen funciones preventivas, correctivas y compensatorias, mientras que las medidas preventivas según el Artículo 12 tienen como finalidad prevenir, impedir o evitar la continuación de un hecho o actividad, o la existencia de una situación que pueda afectar el medio ambiente, los recursos naturales, el paisaje o la salud humana.

En este sentido, y de acuerdo con la información revisada, en el área regionalizada se evidencian procesos sancionatorios adelantados por la ANLA, principalmente asociados al sector de hidrocarburos, los cuales se presentan de manera detallada en la Tabla 27.

Tabla 24. POA's con procesos judiciales en seguimiento

RADICADO JUDICIAL	EXPEDIENTE ANLA	PROYECTO
86001312100120200041100	LAM0199	PERFORACIÓN DE POZOS EXPLORATORIOS MARY WEST-1 DESARROLLO DE POZOS MARY 6 Y MIRAFLOR 3, BLOQUE SANTANA B.
86001312100120170036400	LAM0533	BLOQUE RÍO PUTUMAYO (FASE PERFORACIÓN EXPLORATORIA)
1195DDHH	LAM0533 LAM4609	BLOQUE RÍO PUTUMAYO (FASE PERFORACIÓN EXPLORATORIA) ÁREA DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS PLATANILLO
86001312100120200036500	LAM0533	BLOQUE RÍO PUTUMAYO (FASE PERFORACIÓN EXPLORATORIA)
86001220800220130041600_T 359 - 2015	LAM2469	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA ÁREAS OPERATIVAS DE LA GERENCIA SUR (GSU).
52001312100220180000100	LAM3518	INTERCONEXION PASTO TUMACO
52001312100220210008300	LAM3518	OLEODUCTO TRANSANDINO
86001220800220150005600_T 730 - 2016	LAM4174	DESARROLLO DE LOS CAMPOS QUINDE, COHEMBÍ Y QUILLACINGA.
52001233300020160031001	LAM4174	DESARROLLO DE LOS CAMPOS QUINDE, COHEMBÍ Y QUILLACINGA.
52001233300320150055900	LAM5887	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA LA CABAÑA
86001312100120170036400	LAV0040-00-2022 LAM0533	ÁREA DE DESARROLLO - AD BIENPARADO, BLOQUE PUT 8 BLOQUE RÍO PUTUMAYO (FASE PERFORACIÓN EXPLORATORIA)

³ Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.

⁴ Por medio del cual se modifica el procedimiento sancionatorio ambiental, ley 1333 de 2009, con el propósito de otorgar herramientas efectivas para prevenir y sancionar a los infractores y se dictan otras disposiciones.

RADICADO JUDICIAL	EXPEDIENTE ANLA	PROYECTO
Caso 11,754	LAV0062-00-2016	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA GIBRALTAR (POZO GIBRALTAR 3) (NORTE ORINOQUIA) Y; ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA MAGALLANES
11001220300020180031901_STC 4360-2018	LAM0199, LAM1506, LAM1990, LAM2070, LAM2078, LAM2469, LAM4077, LAM4113, LAM4174, LAM4402, LAM4479, LAM4609, LAM4650, LAM4899, LAM4990, LAM5505, LAV0009-00-2019, LAV0020-00-2017, LAV0056-00-2015, LAV0075-00-2015, LAM1358 y LAM1376.	De acuerdo con las bases de datos de la Oficina Asesora Jurídica (OAJ) de la ANLA, este radicado judicial asocia 61 Proyectos, Obras y/o Actividades (POA's). Sin embargo, se relacionaron únicamente los expedientes que hacen parte del área regionalizada que corresponden a 22 POA's.

Fuente: Oficina Asesora Jurídica (OAJ), ANLA, 2025.

Tabla 25. POA's con procesos activos

RADICADO JUDICIAL	EXPEDIENTE ANLA	PROYECTO
25000234100020200044300	LAM2469	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA AREAS OPERATIVAS DE LA GERENCIA SUR (GSU)
86001333300220220016300	LAM2469	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA AREAS OPERATIVAS DE LA GERENCIA SUR (GSU)
52001233300020190030701	LAM2469	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA AREAS OPERATIVAS DE LA GERENCIA SUR (GSU)
25000234100020180034000	LAM3518	OLEODUCTO TRANSANDINO
52001233300020160014200	LAM3518	OLEODUCTO TRANSANDINO
52001233300320160015100	LAM3518	OLEODUCTO TRANSANDINO
25000234100020160234500	LAM3565	AREA DE INTERES PERFORATORIA PLATANILLO UBICADA EN EL MUNICIPIO DE PUERTO ASIS EN EL DEPARTAMENTO DE PUTUMAYO
11001032400020140055300	LAM4113	CAMPO DE EXPLOTACION DE HIDROCARBUROS COSTAYACO
25000234100020250138800	LAV0010-00-2023	PERIMETRAL VILLA GARZÓN

Fuente: Oficina Asesora Jurídica (OAJ), ANLA, 2025.

Tabla 26. POA's con tutelas

RADICADO JUDICIAL	EXPEDIENTE ANLA	PROYECTO
86001310400220250000900	LAM4113	CAMPO DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS COSTAYACO
86001312100120250009200	LAM6356	ÁREA DE EXPLOTACIÓN O DESARROLLO MOQUETÁ
86885408900220250017100	LAV0010-00-2023	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PERIMETRAL DE VILLAGARZÓN CON UNA LONGITUD DE 3,923 KM, A CARGO DE LA CONCESIÓN RUTA AL SUR S.A.S - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PERIMETRAL DE VILLAGARZÓN CON UNA LONGITUD DE 3,923 KM, A CARGO DE LA CONCESIÓN RUTA AL SUR S.A.S - LICENCIA AMBIENTAL. / CONCESIONARIA RUTA AL SUR SAS
86001312100220250011000	LAV0010-00-2023	CONCESIONARIA RUTA AL SUR S.A.S / EL TRAMO 7, CONOCIDO COMO UNIDAD FUNCIONAL 7 (MOCOA - SANTANA) / CONSTRUCCIÓN DE LA PERIMETRAL DE VILLAGARZÓN.
86001400400320250045500	LAV0028-00-2023	PROYECTO VIAL CORREDOR SANTANA-MOCOA-NEIVA, UNIDAD FUNCIONAL 6, SECTOR VARIANTE MOCOA - PROYECTO VIAL CORREDOR SANTANA-MOCOA-NEIVA, UNIDAD FUNCIONAL 6, SECTOR VARIANTE MOCOA - LICENCIA AMBIENTAL.

Fuente: Oficina Asesora Jurídica (OAJ), ANLA, 2025.

Tabla 27. Sancionatorios activos de proyectos licenciados por la ANLA

Expediente Permisivo	Proyecto	Expediente Sancionatorio	Ultima Actuación Procesal
LAM0199	Área de Perforación Exploratoria - Ape Nyctibius, Bloque Put 8	SAN0065-00-2018	Auto que decreta, rechaza o niega pruebas No. 9588 del 27 de octubre de 2022
		SAN0142-00-2018	Auto de apertura de investigación No. 10863 del 13 de noviembre de 2020
		SAN0058-00-2023	Auto de apertura de investigación No. 3487 del 17 de mayo de 2023
LAM0533	Bloque Rio Putumayo (Fase Perforación Exploratoria)	SAN0115-00-2017	Auto que formula pliego de cargos No. 10875 del 6 de diciembre de 2024
		SAN0144-00-2024	Auto de apertura de investigación No. 4778 del 26 de junio de 2024
LAM0542	Proyecto de Perforación Exploratoria En El Bloque San Juan, De Los Pozos Exploratorios Pegaso-1, Troyano 1 Y Unicornio-1.	SAN0265-00-2020	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 1124 del 28 de febrero de 2023
LAM2469		SAN0021-00-2020	Auto de apertura de investigación No. 3507 del 27 de abril de 2020



Expediente Permisivo	Proyecto	Expediente Sancionatorio	Ultima Actuación Procesal
	Desarrollo Y Operación de las Áreas Operativas de la Gerencia Sur (Orito – Sur – Occidente – Nororiental), Área Operativa Occidente – Polígono Occidente Norte	SAN0055-00-2023	Resolución que niega levantamiento medida preventiva No. 1955 del 5 de septiembre de 2024
		SAN0129-00-2024	Auto que formula pliego de cargos No. 1065 del 26 de febrero de 2025
		SAN0317-00-2024	Auto de apertura de investigación No. 11367 del 19 de diciembre de 2024
LAM2940	Área de interés de perforación Definida Dentro Del Bloque "B"	SAN0195-00-2024	Auto de apertura de investigación No. 9778 del 13 de noviembre de 2024
LAM3268	Fase de Producción Del Pozo Nancy-1	SAN0192-00-2016	Resolución que resuelve recurso de reposición No. 977 del 27 de mayo de 2024, en contra de la Resolución que cesa investigación No. 2966 del 15 de diciembre de 2023
LAM3276	Reentry Pozos Temblon 1 Y Temblon 1x	SAN0099-00-2018	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 5630 del 19 de julio de 2022
LAM3552	Área de Interés de Perforación Exploratoria Las Águilas	SAN0127-00-2017	Resolución que impone sanción No. 201 del 17 de febrero de 2025
LAM4011	Reactivación Y Workover De Los Pozos Burdine 1, 2, 4 Y 5	SAN0014-00-2021	Auto de apertura de investigación No. 1366 del 15 de marzo de 2021
LAM4077	Área de Perforación Exploratoria Maranta	SAN0126-00-2017	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 5175 del 12 de julio de 2021
		SAN0101-00-2020	Auto que formula pliego de cargos No. 9619 del 21 de noviembre de 2023
		SAN0060-00-2017	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 9714 del 31 de octubre de 2022
LAM4113	Licencia Ambiental Global para El Campo Costayaco	SAN0113-00-2017	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 2611 del 15 de abril de 2025
		SAN0121-00-2017	Auto que resuelve recurso de reposición No. 11566 del 4 de diciembre de 2020, en contra del Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 9102 del 16 de febrero de 2020
		SAN0198-00-2020	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 7483 del 25 de agosto de 2025
		SAN0017-00-2023	Auto de apertura de investigación No. 1717 del 15 de marzo de 2023
		SAN0341-00-2024	Auto de apertura de investigación No. 2906 del 25 de abril de 2025
		SAN0113-00-2017	Auto que formula pliego de cargos No.6796 del 18 de agosto de 2022
LAM4174	Campos Quinde, Cohembí Y Quillacinga	SAN0759-00-2019	Resolución que exonera de responsabilidad No. 1276 del 8 de julio de 2025
		SAN0760-00-2019	Auto que resuelve recurso de reposición No. 7949 del 20 de agosto de 2020, en contra del Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 5891 del 31 de julio de 2019
		SAN0761-00-2019	Resolución que exonera responsabilidad No. 1817 del 28 de agosto de 2025
		SAN0124-00-2024	Auto de apertura de investigación No. 3914 del 5 de junio de 2024
		SAN0033-00-2025	Auto de apertura de investigación No. 2940 del 28 de abril de 2025
		SAN0128-00-2017	Auto que resuelve recurso de reposición No. 11107 del 15 de diciembre de 2022, en contra del Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 6616 del 12 de agosto de 2022
LAM4479	Área de Perforación Exploratoria Río Mocoa	SAN0197-00-2020	Auto de apertura de investigación No. 10453 del 28 de octubre de 2020
		SAN0300-00-2024	Auto de apertura de investigación No. 8793 del 18 de octubre de 2024
		SAN0092-00-2016	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 9106 del 28 de octubre de 2019
LAM4609	Área de Explotación de Hidrocarburos Platanillo	SAN0093-00-2016	Auto que formula pliego de cargos No. 4931 del 30 de junio de 2023
		SAN0167-00-2018	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 9737 del 31 de octubre de 2022
		SAN1254-00-2019	Auto de apertura de investigación No. 3857 del 6 de mayo de 2020
LAM4650	Área de Perforación Exploratoria Venado	SAN0135-00-2017	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 7538 del 7 de septiembre de 2022
		SAN0780-00-2019	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 686 del 14 de febrero de 2023
LAM4847	Área de Perforación Exploratoria Rumiyaco	SAN0080-00-2022	Auto que formula pliego de cargos No. 9574 del 20 de noviembre de 2023
LAM4899	Área de Perforación Exploratoria La Vega Este	SAN0264-00-2020	Auto de apertura de investigación No. 66 del 18 de enero de 2021
LAM4990	Perforación Exploratoria para Un Área de Interés Localizada Dentro Del Bloque Coatí.	SAN0237-00-2020	Auto de apertura de investigación No. 11063 del 23 de noviembre de 2020
LAM5025	Área de Interés Exploratoria Alea 1848	SAN0146-00-2017	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 11110 del 15 de diciembre de 2022
LAM5887	Área de Perforación Exploratoria La Cabaña	SAN0009-00-2021	Auto de apertura de investigación No. 602 del 15 de febrero de 2021
LAM6356	Área de Explotación o Desarrollo Moquetá	SAN1038-00-2019	Auto de apertura de investigación No. 8025 del 24 de agosto de 2020
		SAN0263-00-2020	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 1113 del 28 de febrero de 2023
		SAN0049-00-2021	Auto que formula pliego de cargos No. 6921 del 11 de agosto de 2025
		SAN0052-00-2022	Auto de apertura de investigación No. 5349 del 13 de julio de 2022
LAV0056-00-2015	Área de Perforación Exploratoria Cumplidor	SAN0063-00-2017	Auto que resuelve recurso de reposición No- 10970 del 13 de diciembre de 2022
LAV0062-00-2016	Área de Perforación Exploratoria Siriri	SAN0017-00-2020	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 2607 del 15 de abril de 2025
LAV0075-00-2015	Campo de Producción Mirto Dentro del Bloque Maranta	SAN0096-00-2020	Auto que formula pliego de cargos No. 1632 del 27 de marzo de 2024
LAM3518	Oleoducto Trasandino - Ota	SAN0019-00-2021	Auto que decreta, rechaza ó niega pruebas No. 5249 del 13 de julio de 2023
		SAN0049-00-2024	Auto de apertura de investigación No. 2450 del 18 de abril de 2024

Fuente: Oficina Asesora Jurídica (OAJ), ANLA, 2025.



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

Para la presente actualización del reporte, y con corte a la fecha del análisis, se realizó la verificación de decisiones judiciales proferidas por la Corte Suprema de Justicia que puedan generar efectos directos o indirectos sobre los proyectos localizados en el área regionalizada. En esta revisión se identificó la Sentencia de Tutela STC4360-2018 que constituye un hito jurídico frente al incremento de la deforestación en la Amazonia colombiana y al incumplimiento de los compromisos establecidos en la Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques. El fallo reconoce la aceleración de la pérdida de bosque 178.597 hectáreas en 2016, un aumento del 44 % respecto a 2015, de las cuales 70.074 hectáreas correspondieron a la Amazonia y atribuye esta dinámica a múltiples factores, entre ellos el acaparamiento de tierras, los cultivos de uso ilícito, la extracción ilícita de minerales, la expansión de infraestructura y agroindustrias, y la tala ilegal. A partir de este diagnóstico, la Corte ordena la formulación de un plan de acción de corto, mediano y largo plazo que permita contrarrestar la deforestación y enfrentar los efectos del cambio climático, así como la creación del Pacto Intergeneracional por la Vida del Amazonas Colombiano (PIVAC), orientado a reducir a cero tanto la deforestación como las emisiones de gases de efecto invernadero. La sentencia también exige la actualización de los planes de ordenamiento territorial de los municipios amazónicos, incorporando medidas explícitas de cero deforestación, y vincula de manera directa a Corpoamazonia, CDA y Cormacarena en la formulación y ejecución de acciones policivas, judiciales y administrativas frente a las problemáticas reportadas por el IDEAM. Dentro de los municipios incluidos entre ellos Puerto Leguízamo, Puerto Asís, Orito y Valle del Guamuez destaca el caso de Puerto Leguízamo, cuya gran extensión de bosque lo convierte en un territorio estratégico para las medidas preventivas. En este sentido, la sentencia ofrece un marco orientador para la gestión ambiental regional y sirve como referencia para anticipar impactos acumulativos derivados tanto de actividades ilícitas como de proyectos externos al licenciamiento ambiental, reforzando la necesidad de integrar estos lineamientos en los análisis territoriales y en los instrumentos de planificación sectorial.



X. PAISAJE Y VALORACIÓN ECONÓMICA

A. PAISAJE

Con base en el área total analizada de 498.862 ha, correspondiente a los municipios de Mocoa, Puerto Asís, Puerto Caicedo y Puerto Guzmán, el paisaje muestra ampliamente el predominio de coberturas de vegetación natural, las cuales representan más del 80% del territorio principalmente bosque denso alto de tierra firme, seguido por vegetación secundaria, que comprende aproximadamente 13%, y por coberturas agropecuarias (pastos y mosaicos), que ocupan cerca del 12%. Las zonas antrópicas, asociada a zonas urbanas, industriales e infraestructura, es mínima y no supera el 1% del área total, lo que confirma que para el área de estudio en el departamento del Putumayo mantiene un paisaje predominantemente natural, con baja fragmentación y alta conectividad ecológica.

Si analizamos los municipios en detalle tenemos:

En Mocoa, el paisaje es mayoritariamente natural, con 14.927 ha (44,6%) de bosque denso alto de tierra firme y 9.227 ha (27,6%) de vegetación secundaria. Las coberturas agropecuarias suman 5.061 ha (15%), mientras que el área urbana representa solo 1.026 ha (3%), manteniendo un territorio con baja fragmentación y presencia productiva moderada.

En Puerto Asís (210.560 ha), predomina un paisaje de cobertura boscosa continuo, con 117.357 ha (55,8%) de bosque denso alto, complementado por 34.977 ha (16,6%) de vegetación secundaria. Las actividades agropecuarias ocupan aproximadamente 45.000 ha (21%), mientras que las áreas urbanas e industriales se mantienen por debajo del 1%, sosteniendo una matriz natural dominante, aunque con presión productiva sobre las coberturas naturales.

Puerto Caicedo (61.428 ha) presenta un paisaje mixto, donde el bosque denso alto abarca 23.206 ha (37,8%) y la vegetación secundaria suma 15.502 ha (25,2%). Las coberturas agropecuarias alcanzan alrededor de 15.600 ha (25%), mientras que la huella urbana e industrial es mínima (menos del 0,1%), reflejando un territorio en transición entre conservación y uso productivo.

Finalmente, Puerto Guzmán (193.399 ha) es el municipio con mayor integridad ecológica al presentar 180.081 ha (93,1%) de bosque denso alto. Las áreas agropecuarias representan cerca de 3.000 ha (1,5%), la vegetación secundaria 4.658 ha (2,4%) y el área urbana menos del 0,1%, consolidando un paisaje predominantemente natural y con alta conectividad forestal.

B. VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL- CUENCA VISUAL DEL PAISAJE

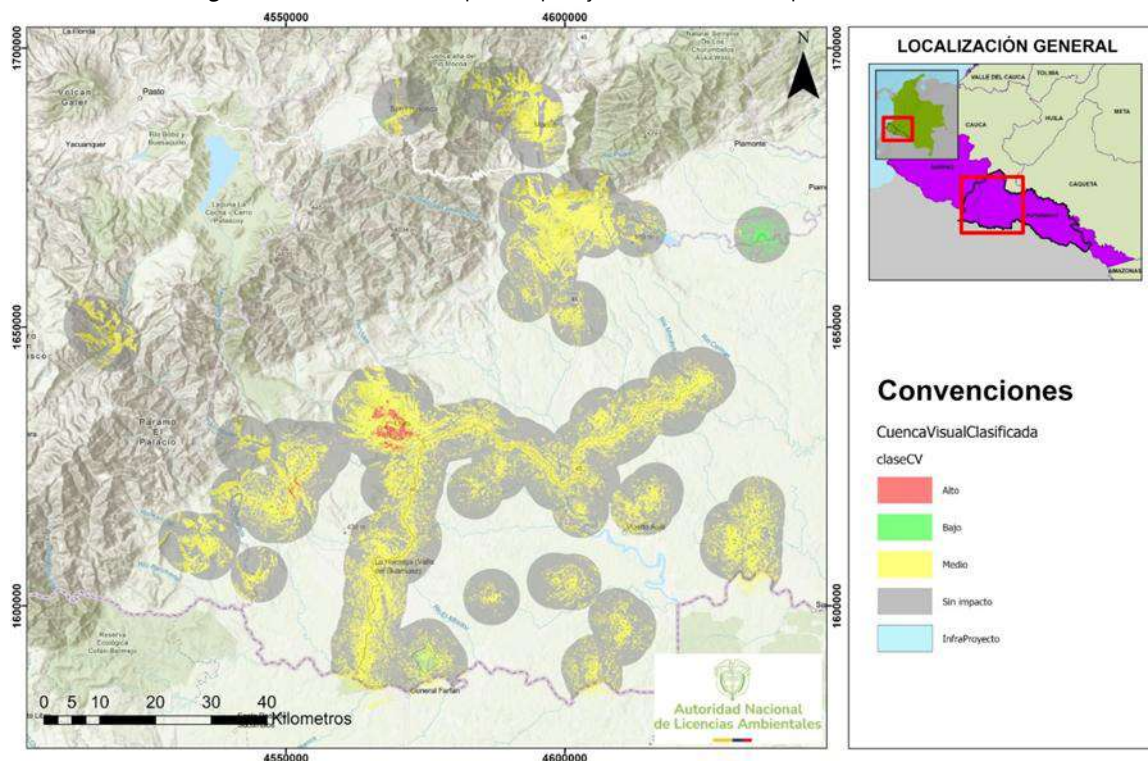
Para este componente, y de acuerdo con el impacto “Alteración a la percepción visual del paisaje” que genera la infraestructura de hidrocarburos en el área de estudio, se desarrolló en dos fases:

La primera fase es la estimación biofísica 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”⁵

⁵ ANLA. Manual para la estimación de la cuenca visual del paisaje y su valoración económica ambiental.
<https://www.anla.gov.co/images/documentos/manuales/2023-09-08-anla-manual-est-cuenc-viisual-paisj-val-econ.pdf>

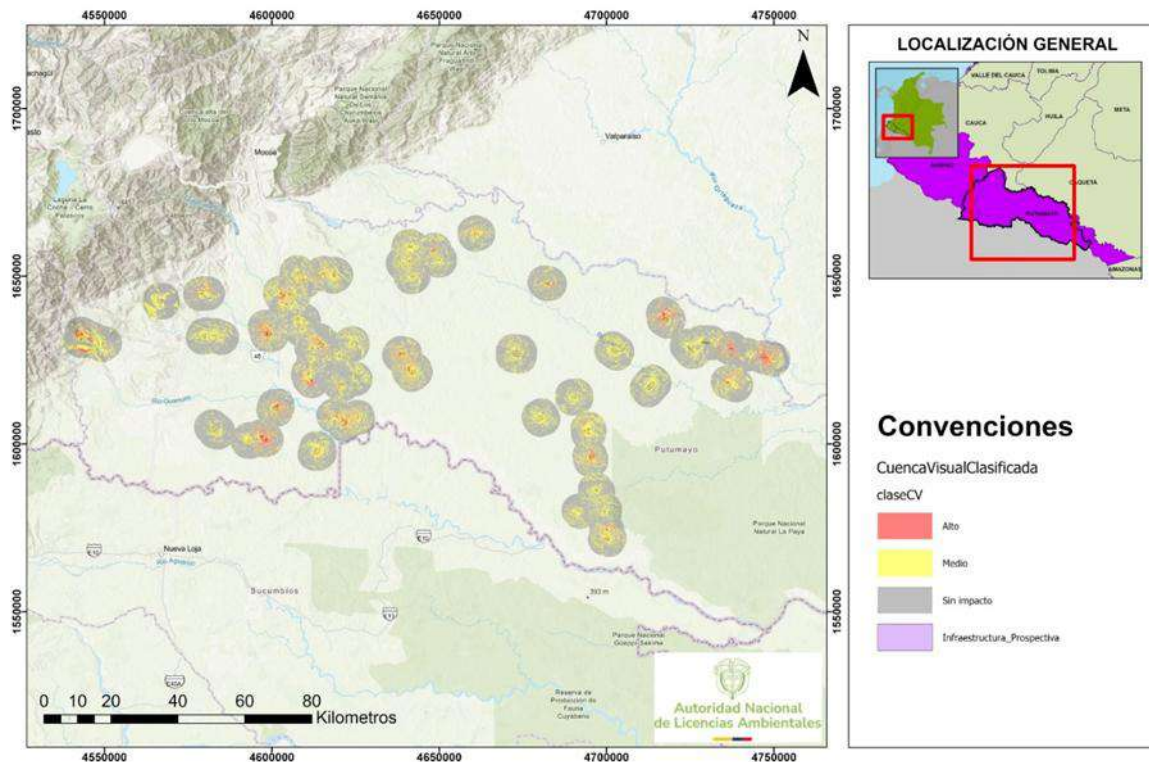
En este sentido, se realizó un análisis que consistió en ejecutar un modelo de cuenca visual con alturas definidas de 15 metros de altura para infraestructura de hidrocarburos (petróleo/gas) para dos escenarios: 1) Escenario actual, que hace referencia a proyectos en operación ya licenciados de ANLA. El escenario 2) hace referencia a proyectos potenciales de acuerdo con escenarios hipotéticos que igualmente presentan infraestructura similar al escenario 1. Para más detalle, se presenta, la ejecución y resultado de las salidas espaciales del modelo mediante la Figura 21 escenario actual y Figura 22 escenario potencial, sobre la cuenca visual actual. El color rojo representa las áreas con alto impacto visual y las de color amarillo un impacto visual medio, para el caso del impacto visual bajo se muestra en color verde.

Figura 21. Visualización del impacto al paisaje del escenario actual para el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2025

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



Fuente: ANLA, 2025.

Como parte de los resultados del modelo, además de una salida gráfica espacial, es la estimación del área (ha) y la población que es afectada visualmente en los dos escenarios del área de estudio, esta última información se presenta acorde con lo dispuesto por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para las estimaciones de población en el año 2020. Los resultados muestran que el escenario actual impacta visualmente un área de 137.438 ha y 126.115 personas. Por su parte, en el escenario potencial el impacto visual es de 116.814 ha y 19.340 personas. Cuando se realiza el análisis escenario actual + potencial, se presenta un área de impacto visual de 239.000 ha y 142.324 personas, este no equivale a una sumatoria directa de escenarios individuales ya que algunas áreas de los dos modelos se superponen lo cual genera una reducción de área (ha) y personas afectadas (Tabla 28)

Tabla 28. Área y población afectada visualmente para escenarios actual y proyectado por la infraestructura de hidrocarburos en el área de estudio.

Impacto visual	Área impactada (ha) (impacto alto + medio)	Población afectada
Escenario actual	137.438	126.115
Escenario potencial	116.814	19.340
Actual + potencial	239.000	142.324

Fuente: ANLA, 2025.

La segunda fase es el desarrollo de la valoración económica ambiental, partiendo de la información biofísica como insumo obtenido en la primera fase, para este caso se utiliza el número de personas afectadas (categoría alta y medio). Seguido, para el cálculo económico se realiza una transferencia de beneficios de la investigación de (Pardo Roza, 2022) donde se realizó una valoración contingente para estimar la disposición a pagar (DAP) de hogares para que propietarios de fincas conserven bosques y sus servicios ecosistémicos en Belén de los



Andaquíes (Caquetá, Colombia), el resultado promedio de la DAP fue de \$0,33 dólares hogar/año. Esta DAP puede ser entendida como un valor indirecto del servicio ecosistémico de belleza visual que ofrecen los bosques del piedemonte amazónico y que las personas estarían dispuestas a pagar para que no sean alterados visualmente por alguna actividad económica, para este caso el desarrollo de infraestructura de hidrocarburos.

Con la información, se puede concluir lo siguiente:

- 1) se proyectó el valor en pesos colombianos a 2024 respecto a la tasa de cambio del dólar para el año del estudio 2022 y su actualización de acuerdo con el IPC.
- 2) Para este caso, el trabajo de Pardo Rozo (2022) ofrece un único valor el cual se proyecta a la población afectada.
- 3). La Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) de 2023 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, muestra que un hogar en el Putumayo está constituido por 2,4 ⁶personas lo que al ajustar los decimales nos da 2 personas/hogar.

En este sentido, \$0,33 dólares hogar/año del año 2022 equivalen aproximadamente a \$1.824,45 COP hogar/año a 2024, considerando la inflación interna de Colombia.

Los resultados muestran de la valoración económica de la “Alteración a la percepción visual del paisaje”, para el escenario actual, potencial y el actual+potencial, se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. Valoración económica del impacto visual del paisaje causado por la infraestructura de proyectos prospectivos en el área de estudio.

Impacto visual	Población afectada	Número de hogares afectados	Valor económico de afectación (COP 1.824,45 hogar/año)
Escenario actual	126.115	63.058	\$115.045.256
Escenario potencial	19.340	9.670	\$17.642.432
Actual + potencial	142.324	71.162	\$129.831.511

Fuente: ANLA, 2025.

Los resultados del análisis de impacto visual muestran que, en el escenario actual, se registran 126.115 personas afectadas, correspondientes a 63.058 hogares, con un valor económico de afectación estimado en \$115.045.256 COP. En el escenario potencial, la población afectada es menor al actual con 19.340 personas (9.670 hogares), con un valor económico proyectado de \$17.642.432 COP. En conjunto, la afectación total entre ambos escenarios alcanza 142.324 personas y 71.162 hogares, lo que representa un valor económico total estimado de \$129.831.511 COP.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que:

La metodología desarrollada en este capítulo, que emplea el instrumento de cuenca visual del paisaje mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y valoración económica, ofrece un marco analítico integral para evaluar el impacto visual. Su aplicación resulta crucial en la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para la obtención de licencias, en la respuesta a requerimientos de cálculo durante la etapa de seguimiento, y en la medición de impactos acumulativos sobre la población a partir de una línea base de afectación visual.

⁶ Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) de 2023. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/ECV/bol-ECV-2023.pdf>



El paisaje de los municipios analizados en el Putumayo mantiene una alta integridad ecológica, con más del 80% del territorio cubierto por bosques y vegetación natural. Las áreas urbanas y productivas representan proporciones muy bajas, lo que confirma un paisaje predominantemente natural, con baja fragmentación y alta conectividad ecológica a escala regional.

La infraestructura de hidrocarburos genera afectación visual significativa, aunque espacialmente acotada. El modelo de cuenca visual evidencia que la infraestructura actual y potencial de hidrocarburos produce una afectación visual relevante entre 137.000 y 239.000 ha según el escenario—, especialmente concentrada en zonas de mayor visibilidad. Sin embargo, la magnitud del impacto se encuentra condicionada por la baja presencia de infraestructura en un territorio ampliamente natural.

La estimación económica muestra que la alteración a la percepción visual del paisaje implica una afectación agregada de aproximadamente \$129 millones de COP/año (escenario actual+potencial), basada en la población expuesta y la disposición a aceptar reportada por estudio. Esto respalda la importancia de considerar el impacto visual como un componente clave en la gestión ambiental de proyectos de infraestructura, para este caso el sector de hidrocarburos. No obstante, y aunque el trabajo del cual se hizo la transferencia de beneficios es de una región cercana al área de estudio, ejercicios de valoración económica in situ ayudan a reflejar un valor más detallado de acuerdo con la población que habita la región.

C. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE ALMACENAMIENTO DE CARBON

Como parte de la valoración de los servicios ecosistémicos del área de estudio, se realizó la cuantificación biofísica y económica del servicio de almacenamiento de carbono en las coberturas vegetales, de acuerdo con la metodología establecida en el documento “Geoproceso para la estimación de valores de referencia de fuentes de carbono y su valoración económica” (ANLA, 2025). Para esta evaluación se utilizó un escenario potencial de 16.740 ha, el cual incluye infraestructura asociada a proyectos de hidrocarburos (instalaciones y oleoductos), así como la proyección de infraestructura vial.

Los resultados se enfocaron en la alteración del carbono almacenado en la biomasa aérea y subterránea, así como en su valoración económica, tomando como referente el valor del impuesto al carbono establecido para el año 2025 por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), correspondiente a \$27.400 por tonelada de CO₂ equivalente (tCO₂eq). Bajo este escenario, se estimó un valor total de carbono almacenado de 8.575.339 tC, equivalente a un promedio de 512 tC/ha.

No obstante, el valor estimado presenta una incertidumbre del 60 % para el carbono aéreo, lo cual indica que, en caso de requerirse estimaciones más específicas o detalladas, estas deberían ajustarse mediante otros modelos o fuentes de información. Para el presente análisis, al tratarse de un ejercicio prospectivo, el resultado puede ser utilizado como un valor de referencia.

Desde el punto de vista económico, si las 16.740 ha fueran intervenidas en su totalidad, impactando tanto la cobertura aérea como el suelo, el valor económico del carbono afectado ascendería a \$862.318.980.328, lo que equivale a \$51.511.956/ha (). Estos valores deben interpretarse, para efectos de este ejercicio, como una estimación del impacto al bienestar asociado a escenarios de afectación de coberturas naturales en el área de estudio, y no como valores de mercado. La determinación de precios de mercado requeriría la aplicación de metodologías más precisas y mediciones directas en campo.



Datos biofísicos y económicos del carbono almacenado (aéreo y subterráneo) del escenario proyectado de intervención.

Tabla 30. Valor económico del carbono.

Métrica	Valor
Área Polígono Estudio (ha)	16.740
Impuesto al carbono DIAN (tCO ₂ eq)	27.400
Toneladas de carbono aéreo	8.202.643
Toneladas de carbono aéreo (incertidumbre)	4.942.499
Toneladas de carbono en suelo	372.696
Carbono Total	8.575.339
tCO ₂ eq aéreo	30.103.700
tCO ₂ eq suelo	1.367.795
tCO ₂ eq total	31.471.496
Valor económico aéreo (tCO ₂ eq)	\$ 824.841.387.922
Valor económico suelo (tCO ₂ eq)	\$ 37.477.592.406
Valor Total (tCO ₂ eq)	\$ 862.318.980.328

Fuente: ANLA, 2025.

Conclusión general:

La valoración biofísica y económica del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono en el área de estudio evidencia la alta relevancia ambiental y económica de las coberturas vegetales, al estimarse un almacenamiento total de 8.575.339 toneladas de carbono en las 16.740 ha evaluadas, con un promedio de 512 tC/ha, lo que resalta su papel en la regulación climática; aunque el resultado presenta una incertidumbre del 60 % para el carbono aéreo, este constituye un valor de referencia para un análisis prospectivo, y desde el punto de vista económico, una intervención total del área implicaría un impacto significativo sobre el bienestar ambiental, estimado en \$862.318.980.328, lo que pone de manifiesto un costo ambiental asociado a la afectación de las coberturas naturales y la importancia de integrar este tipo de valoraciones en la planificación y toma de decisiones sobre el desarrollo de infraestructura y proyectos en el territorio.

XI. CARACTERIZACION CLIMA

A. CLIMA HISTÓRICO

Este capítulo caracteriza el clima regional del Reporte de Análisis Regional del Putumayo con el fin de sustentar la interpretación hidrológica y ambiental del territorio. Se analizan las variables de precipitación, temperatura del aire (máxima y mínima), humedad relativa, velocidad del viento y dirección del viento. Para precipitación y temperatura se emplea un horizonte histórico robusto 1984–2024, que permite calcular promedios multianuales, estacionalidad y extremos. Las demás variables se incluyen con sus periodos disponibles (menores al anterior), lo que se señala en cada apartado de resultados.

Análisis de la zonificación climática (Clasificación Caldas-Lang – IDEAM)

La zonificación climática del área de estudio—con base en la clasificación Caldas-Lang—evidencia un gradiente altitudinal desde las planicies amazónicas hacia el piedemonte y la cordillera andina. Este gradiente controla de manera sistemática los regímenes de temperatura. Por ello, el análisis climático se organiza en dos dominios:

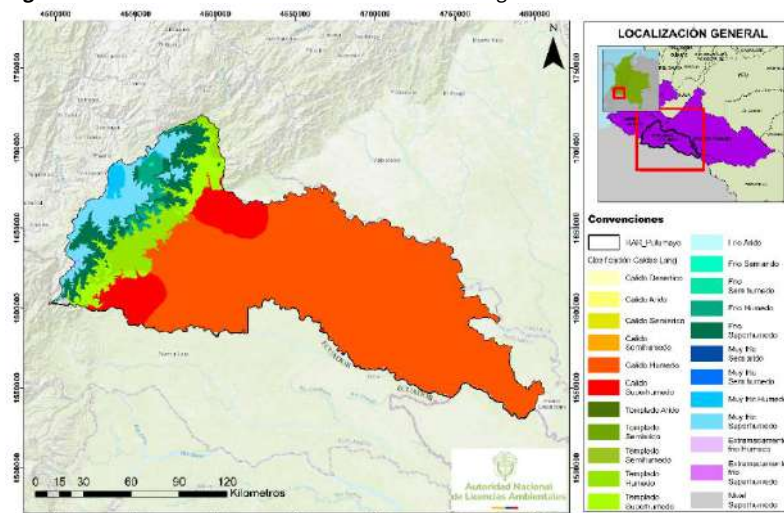
- **Zona llana:** abarca los climas cálidos (p. ej., cálido húmedo y cálido Superhúmedo).
- **Zona de montaña:** incluye los climas templados a fríos propios del piedemonte y la cordillera (p. ej., templado húmedo/Superhúmedo y frío húmedo/Superhúmedo).

El desglose de clases y su porcentaje de área dentro del polígono de estudio se presenta en el archivo de soporte (tabla “Caldas-Lang”), que sirve como marco para interpretar los contrastes espaciales y justificar la separación analítica llano vs. montaña en precipitación y temperatura (IDEAM, 2014).

Tabla 31. Zonificación climática Caldas-Lang.

Zonificación Clima	Área (Km2)	%
Cálido Húmedo	16,184	67.5%
Cálido Superhúmedo	1,941	8.1%
Extremadamente frío Superhúmedo	7	0.0%
Frío Húmedo	502	2.1%
Frío Semihúmedo	7	0.0%
Frío Superhúmedo	1,499	6.2%
Muy frío Húmedo	206	0.9%
Muy frío Superhúmedo	1,395	5.8%
Templado Húmedo	1,226	5.1%
Templado Superhúmedo	1,027	4.3%

Figura 23. Zonificación climática del área de estudio según la clasificación de Caldas-Lang



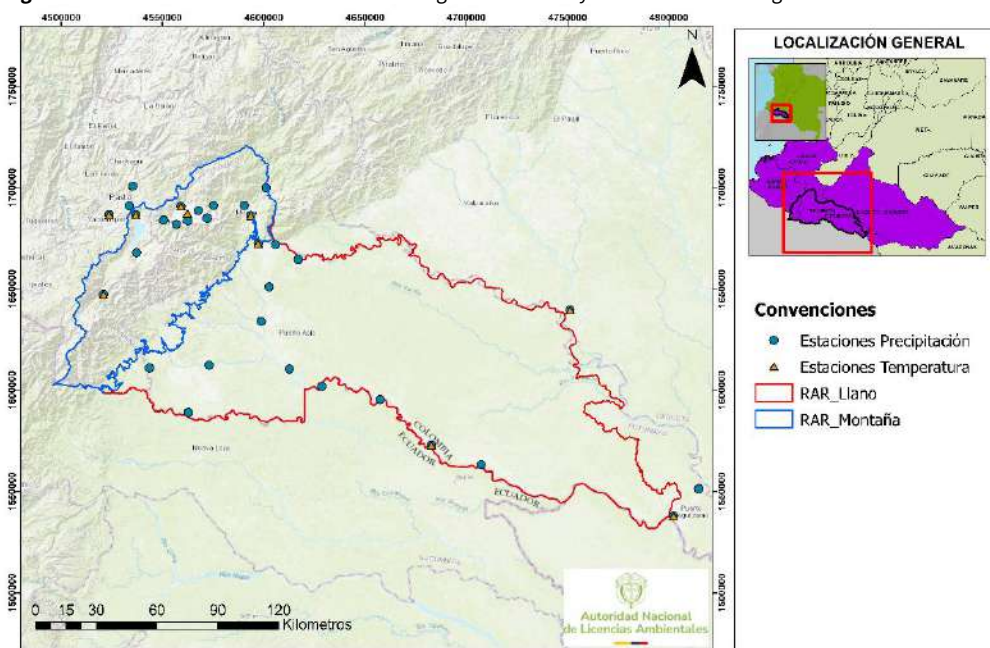
Fuente: ANLA, 2025, a partir de IDEAM, 2014



El análisis se sustenta en 33 estaciones meteorológicas del IDEAM ubicadas en el área de estudio y su zona de influencia. Considerando la zonificación anterior, la cobertura de la red se distribuye así: 17 estaciones en la zona de montaña y 16 estaciones en la zona llana. Esta partición garantiza representatividad de ambos dominios climáticos y permite reportar resultados diferenciados (medias multianuales, estacionalidad y extremos) para cada zona.

En las secciones siguientes se presentan los resultados por variable, destacando las diferencias sistemáticas entre llano y montaña y señalando, cuando aplique, las ventanas temporales específicas de humedad y viento.

Figura 24. Localización de estaciones meteorológicas del IDEAM y caracterización fisiográfica del área de estudio.



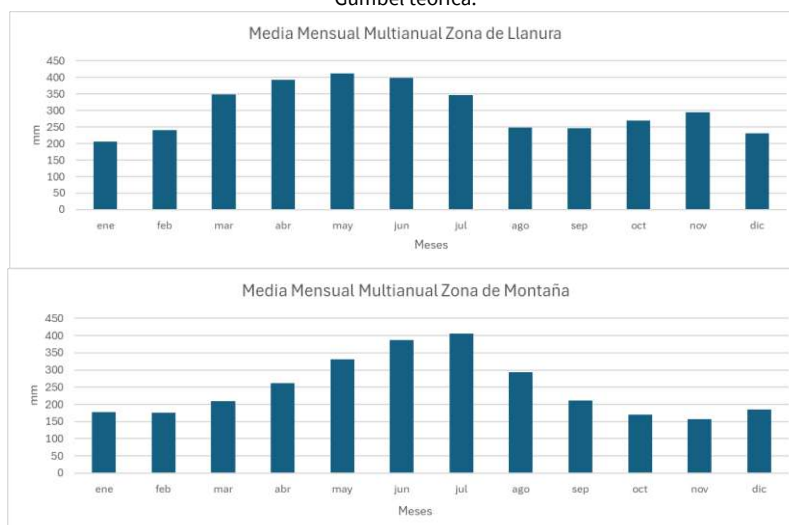
Fuente: ANLA a partir de datos del IDEAM (2025) y estaciones sintéticas definidas en el presente estudio.

El régimen de precipitación en el área de estudio es monomodal, influenciado por el desplazamiento estacional de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) y por el gradiente altitudinal que separa la zona llana (climas cálidos a cálidos Superhúmedo de la planicie amazónica) de la zona de montaña (piedemonte–cordillera con climas templados a fríos). En la zona llana, la media anual multianual (MAM) es $\approx 3\,636$ mm, con media mensual multianual (MMMA) de ≈ 303 mm/mes; el ciclo intra-anual presenta máximos entre abril y junio (≈ 380 – 410 mm/mes) y mínimos en agosto–septiembre (≈ 230 – 260 mm/mes), manteniéndose lluviosa todo el año. En la zona de montaña, la MAM es $\approx 2\,962$ mm y la MMMA ≈ 247 mm/mes; el pico estacional ocurre entre mayo y julio (≈ 320 – 400 mm/mes) y los valores más bajos entre octubre y febrero (≈ 150 – 200 mm/mes). En este contexto, la mayor pluviosidad de la llanura y del piedemonte puede explicarse por un efecto orográfico, las masas de aire húmedo que ascienden desde la Amazonia se encuentran con la cordillera y se ven forzadas a subir; al hacerlo, la presión disminuye, el aire se expande y se enfría, y su humedad se condensa, generando núcleos de lluvia intensa en las cotas bajas y medias de la vertiente oriental antes de alcanzar las máximas altitudes andinas, lo que favorece acumulados más altos en la zona llana que en algunos sectores de montaña (Chávez & Takahashi, 2017; Bookhagen & Strecker, 2008).

En materia de eventos extremos de precipitación diaria máxima en 24 horas, se reporta la estación que registró el mayor extremo en cada zona, con estimaciones mediante Log-Pearson III: en la zona llana, PUERTO LIMÓN [44010110] se estiman 135 mm (T=2 años), 156 mm (T=5), 170 mm (T=10), 186 mm (T=25), 199 mm (T=50) y 211 mm (T=100); en la zona de montaña, CAMPUCANA [44010030] se estiman 114 mm (T=2), 132 mm (T=5), 141 mm (T=10), 152 mm (T=25), 160 mm (T=50) y 166 mm (T=100), es decir, extremos menores que en la llanura. La variabilidad interanual es marcada: 1985 se comportó más seco en el sur amazónico por el posicionamiento

más al norte de la ZCIT, mientras que 2004 fue más húmedo, con excedentes del orden del 20–35 % sobre la MAM en varias estaciones.

Figura 25. Precipitación media mensual multianual y curva de frecuencia de precipitación extrema mediante la distribución de Gumbel teórica.

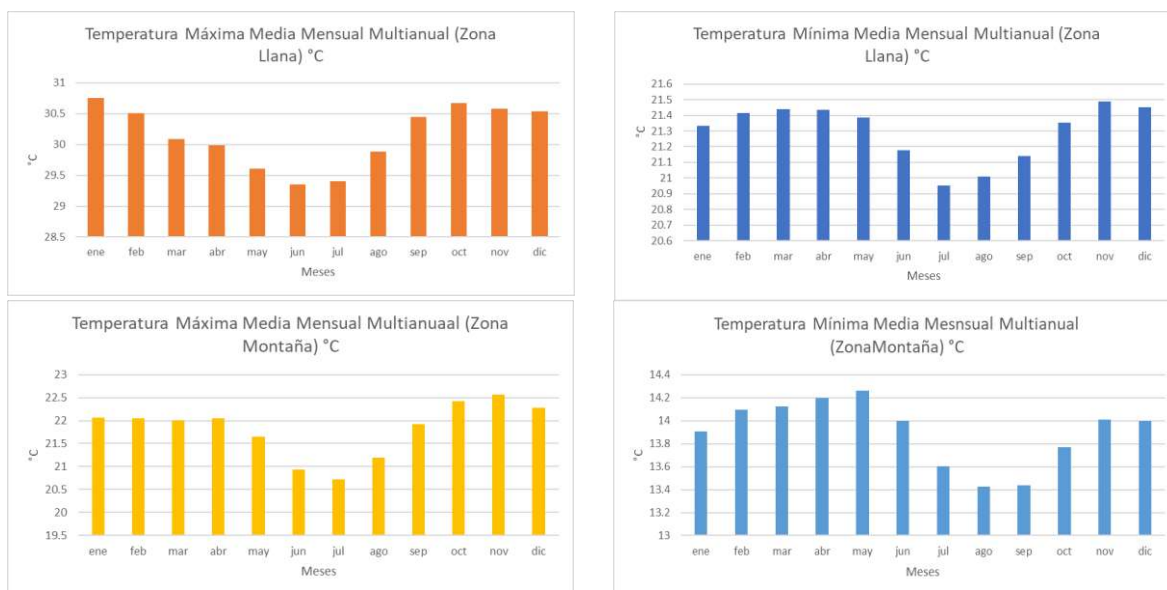


Fuente: ANLA con base en datos del IDEAM, 2025.

La temperatura muestra contrastes marcados entre zona llana y zona de montaña. En la **zona llana**, la Tmax media anual es $\approx 30.15^{\circ}\text{C}$ y la Tmin media anual $\approx 21.30^{\circ}\text{C}$, con amplitud térmica diaria promedio de $\approx 8.85^{\circ}\text{C}$. El ciclo mensual presenta meses más cálidos (por Tmax) en enero ($\sim 30.75^{\circ}\text{C}$) y octubre ($\sim 30.67^{\circ}\text{C}$), y noches más frescas (por Tmin) en julio ($\sim 20.95^{\circ}\text{C}$) y agosto ($\sim 21.01^{\circ}\text{C}$). En la **zona de montaña**, la Tmax media anual es $\approx 21.82^{\circ}\text{C}$ y la Tmin $\approx 13.90^{\circ}\text{C}$, con amplitud térmica diaria de $\approx 7.92^{\circ}\text{C}$; los meses más cálidos (por Tmax) son noviembre ($\sim 22.56^{\circ}\text{C}$) y octubre ($\sim 22.43^{\circ}\text{C}$), mientras que las noches más frías (por Tmin) ocurren en agosto ($\sim 13.42^{\circ}\text{C}$) y septiembre ($\sim 13.44^{\circ}\text{C}$), en concordancia con el gradiente altitudinal.

En la zona llana el umbral de días calurosos ($T_{\text{max}} \geq 35^{\circ}\text{C}$) se supera muy raramente (frecuencia aproximada de 1 día cada 10 años, promedio $\approx 0,1$ días/año). En contraste, las noches tropicales ($T_{\text{min}} \geq 20^{\circ}\text{C}$) son muy frecuentes, con ≈ 346 noches/año ($\sim 95\%$ del año). En la zona de montaña, tanto los días calurosos como las noches tropicales son prácticamente nulos, y no se registran heladas ($T_{\text{min}} \leq 0^{\circ}\text{C}$) en el periodo analizado. Estos indicadores complementan las medias y permiten dimensionar el estrés térmico relevante para la población, la infraestructura y las actividades productivas. Estos resultados concuerdan con el Atlas Climatológico de Colombia del IDEAM (IDEAM, 2017), donde se aprecia el gradiente térmico-altitudinal en los Andes y condiciones más uniformes en la Amazonia; además, el IDEAM explica que la altitud y la circulación atmosférica regional controlan los gradientes térmicos del país. Estos patrones reflejan la influencia combinada de la estacionalidad de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) y de las condiciones atmosféricas locales sobre la variabilidad térmica en la región (Reyes, 2025).

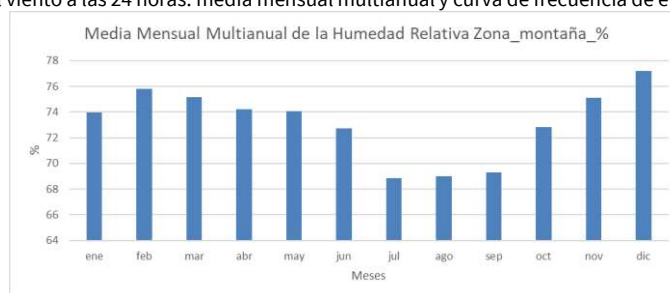
Figura 26. Medias mensuales multianuales de la temperatura diaria y curvas de frecuencia de eventos extremos (máxima y mínima)



Fuente: ANLA con base en datos del IDEAM, 2025.

La red de humedad relativa del área de estudio corresponde mayoritariamente a estaciones de zona de montaña (serie diaria depurada al rango físico 0–100 % para el periodo 19/05/2007–12/12/2024); con base en estas series, la HR media multianual del conjunto de montaña es ~73 %, con máximo en diciembre (~77 %) y mínimo en julio (~69 %), lo que evidencia una estacionalidad moderada típica del piedemonte andino. En la zona llana no se cuenta con series confiables para esta variable, por lo que su interpretación se apoya en el Atlas Climatológico de Colombia del IDEAM, que para la Amazonia caracteriza humedades cercanas a la saturación (> 85 %) durante buena parte del año y baja amplitud intermensual; además, documenta un descenso a mitad de año en el Trapecio Amazónico ligado a la disminución estacional de lluvias y, hacia el piedemonte, valores típicos de ~75–85 % con mayor variabilidad estacional (mínimos ene–feb; máximos jun–jul). Estos rangos sirven como línea base regional para contextualizar la zona llana en ausencia de datos observacionales confiables. (IDEAM, 2007)

Figura 27. Velocidad del viento a las 24 horas: media mensual multianual y curva de frecuencia de eventos extremos máximos.

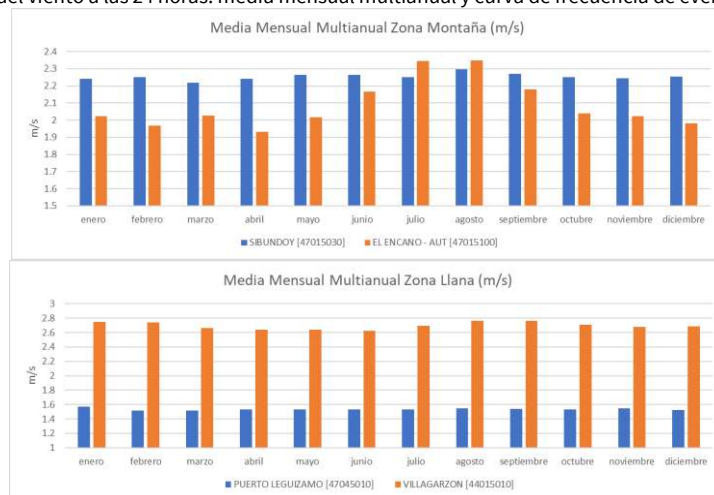


Fuente: ANLA con base en datos del IDEAM, 2025.

La velocidad del viento en el área de estudio es baja a moderada y muestra diferencias según la fisiografía. En la zona de montaña–piedemonte (Sibundoy, El Encanto y Villagarzón), la media multianual es de ~ 2.25 m/s y el percentil 95 (P95) alcanza ~ 5.6 m/s, con estacionalidad débil–moderada y mayor variabilidad local por efectos valle–montaña y canalización. En la zona llana sur (Puerto Leguizamo), la media mensual multianual es ~ 1.5 m/s, con alta proporción de días calmos (< 1 m/s), lo que refleja un régimen suave típico de la planicie amazónica con alta rugosidad (bosque y humedales) y estratificación nocturna. Este comportamiento es coherente con el Atlas de Viento de Colombia (IDEAM) para la Amazonia, que describe bajas velocidades en superficie y limitado

potencial eólico en la llanura, junto con una variabilidad algo mayor hacia el piedemonte por influencia orográfica y circulaciones locales, mientras que los máximos eólicos nacionales se concentran fuera de la región amazónica (IDEAM & UPME, 2017).

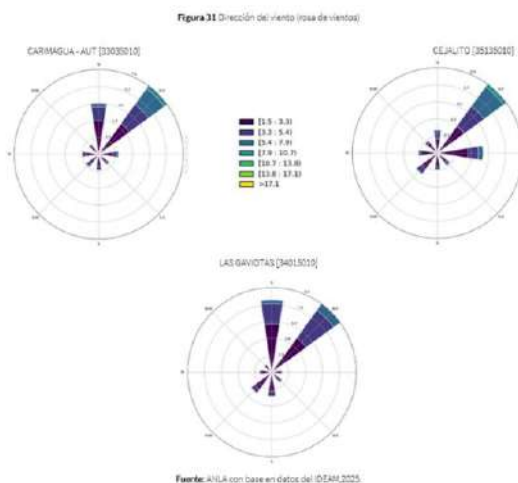
Figura 28. Velocidad del viento a las 24 horas: media mensual multianual y curva de frecuencia de eventos extremos máximos.



Fuente: ANLA con base en datos del IDEAM, 2025.

La dirección del viento muestra un patrón coherente con la configuración regional amazónica y las diferencias locales de la fisiografía. En Puerto Leguízamo (zona llana), la rosa de vientos es marcadamente oriental, con predominio de E-SE la mayor parte del año y alta concentración angular (vientos poco variables), lo que refleja la influencia de los alisios del Atlántico que penetran a la Amazonia y se desplazan de este a oeste. En El Encanto (zona de montaña/piedemonte), aunque también hay una componente oriental importante, se observa una dispersión direccional mayor y una mayor participación de SE-S y NE, consistente con canalización valle-montaña y circulaciones locales (brisas anabáticas y katabáticas) que desvían el flujo dominante (WMO, 2024). Este comportamiento es consistente con el Atlas de Viento de Colombia para la Amazonia, que describe vientos predominantes del este en la llanura, con mayor variabilidad direccional hacia el piedemonte andino por efectos orográficos y de canalización, mientras los máximos eólicos del país se localizan fuera de la región amazónica (IDEAM & UPME, 2017)

Figura 29. Dirección del viento (rosa de vientos)



Fuente: ANLA con base en datos del IDEAM, 2025.



En síntesis, el clima regional del área de estudio muestra un régimen monomodal controlado por la ZCIT y un gradiente altitudinal que diferencia con claridad la zona llana amazónica de la zona de montaña–piedemonte: en llano predominan precipitaciones más altas (Media anual multianual ≈ 3.636 mm) y temperaturas más cálidas ($T_{\max} \approx 30^\circ\text{C}$; $T_{\min} \approx 21^\circ\text{C}$), mientras que en montaña las lluvias son menores (Media anual multianual ≈ 2.962 mm) y el ambiente más fresco ($T_{\max} \approx 22^\circ\text{C}$; $T_{\min} \approx 14^\circ\text{C}$); los extremos diarios de 24 h son mayores en la llanura que en montaña, y la variabilidad interanual incluye años secos y húmedos asociados al posicionamiento estacional de la ZCIT. La humedad relativa en montaña es alta y poco variable ($\sim 73\%$), mientras que, para la llana, ante la falta de series confiables, el Atlas Climatológico indica valores cercanos a saturación ($> 85\%$) con baja amplitud intra-anual. La velocidad del viento es baja a moderada ($\approx 1.5\text{--}2.3$ m/s), con régimen suave en la llanura y ligero aumento/variabilidad en piedemonte; la dirección es predominantemente del este en llano y más dispersa en montaña por efectos orográficos. Estas pautas, sustentadas en series 1984–2024 para precipitación y temperatura (y ventanas específicas para HR y viento), orientan la interpretación hidrológica (estacionalidad de aportes, extremos de lluvia), la gestión del riesgo (picos de 24 h) y la planificación ambiental (condiciones térmicas y de humedad para ecosistemas y actividades), proporcionando una línea base sólida para la toma de decisiones territoriales.

B. PROYECCIONES CLIMÁTICAS FUTURAS BAJO ESCENARIOS SSP

En este apartado se presentan proyecciones de cambio climático para variables como precipitación, temperatura, humedad y viento, basadas en los Escenarios Socioeconómicos Compartidos (SSP) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) para el periodo 2021–2100. Estas proyecciones no son predicciones, sino exploraciones de posibles futuros bajo diferentes condiciones de desarrollo y emisiones, lo que resulta clave para la planificación y toma de decisiones en contextos de incertidumbre climática.

Entre los escenarios analizados se encuentran:

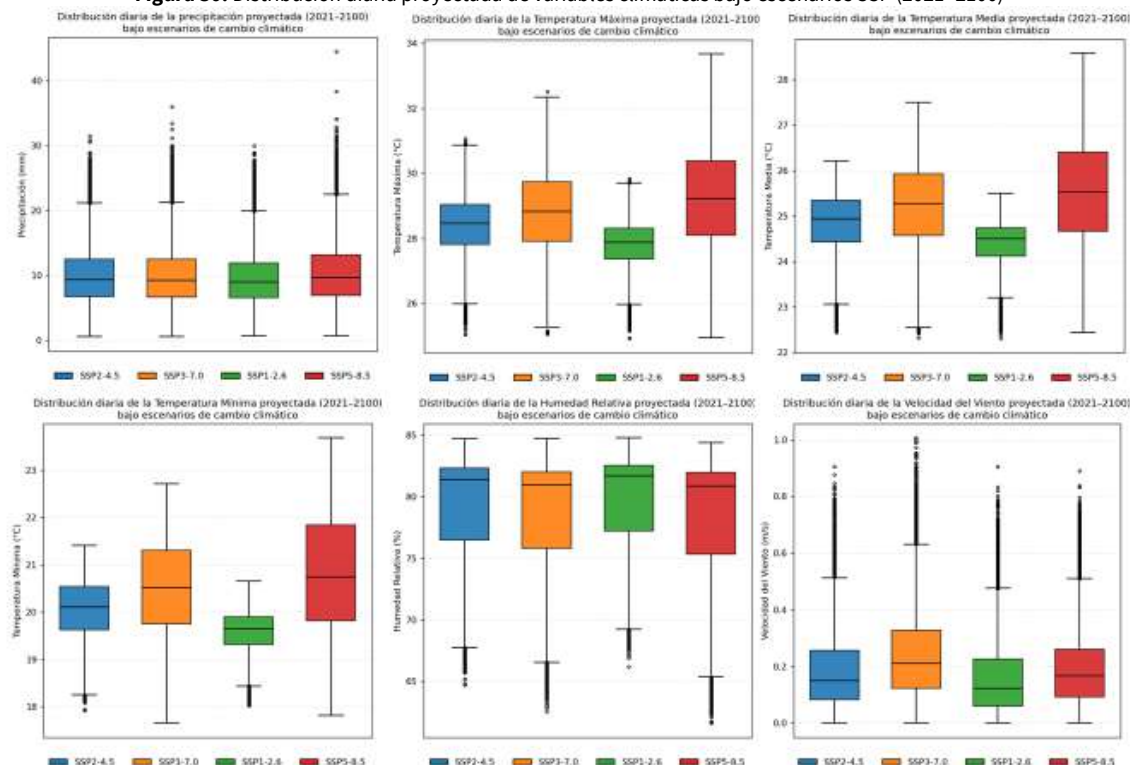
- **SSP1-2.6:** Escenario sostenible con bajas emisiones.
- **SSP2-4.5:** Escenario intermedio o de desarrollo convencional.
- **SSP3-7.0:** Escenario regionalmente desigual con altas emisiones.
- **SSP5-8.5:** Escenario de desarrollo intensivo basado en combustibles fósiles, con emisiones muy altas.

Para enmarcar el estudio se identificará el escenario más crítico, como aquel en el que coinciden (i) los mayores incrementos de temperatura (máxima y mínima), (ii) los mayores aumentos de precipitación y (iii) los mayores desafíos de adaptación (capacidad institucional, exposición y sensibilidad del territorio), de acuerdo con los escenarios nacionales de cambio climático y la evidencia regional para la Amazonia (IDEAM, 2024; IPCC, 2022; Marengo, 2018). Esta triple condición es la más riesgosa para el área de estudio porque acopla forzamientos que ya hoy son problemáticos y los potencia simultáneamente: el calentamiento eleva la evapotranspiración y el estrés térmico (afectando salud y productividad) y seca suelos y combustibles finos en época seca, incrementando la inflamabilidad y el riesgo de incendios y sequías intensas en la cuenca amazónica. Al mismo tiempo, el aumento de lluvias, especialmente de los eventos intensos de 24–120h, incrementa la saturación de suelos, los picos de escorrentía y la probabilidad de inundaciones en la llanura amazónica y de movimientos en masa/avenidas torrenciales en piedemonte, tal como se ha documentado para extremos hidrometeorológicos en la región (OTCA & CIIFEN, 2021)

El resultado son impactos acumulativos: más erosión y carga sólida, mayor turbiedad y afectación de tomas de acueducto, daños a vías y puentes por crecientes, anegamiento de centros poblados ribereños y degradación de humedales, coherentes con la caracterización de vulnerabilidad hidro climática de la cuenca amazónica. A ello se suma un estrés térmico-húmedo creciente que eleva el riesgo sanitario, incluyendo enfermedades transmitidas por vectores y otros eventos sensibles al clima, lo cual ha sido señalado de manera consistente por la literatura reciente sobre salud y cambio climático en América Latina y la Amazonia (Githeko, 2000; Hartinger, 2024; Thomson, 2022). Temperaturas nocturnas más altas reducen el alivio térmico y elevan el índice de calor, mientras la coincidencia de suelos ya intervenidos/deforestación con lluvias más intensas amplifica las pérdidas de suelo y la sedimentación de cauces, debilitando la regulación hídrica y los servicios ecosistémicos. En contextos con desafíos de adaptación altos, las medidas convencionales no son suficientes, por lo que se

requiere una adaptación reforzada que incluya, entre otras, la actualización de tormentas de diseño y estándares de puentes, la ampliación de la capacidad de drenaje urbano-rural, la restauración de laderas y cabeceras, y sistemas de alerta temprana con cobertura y mantenimiento sostenidos, en línea con las recomendaciones de la Política Nacional de Cambio Climático y de la evaluación del IPCC para América Latina (MADS, 2017).

Figura 30. Distribución diaria proyectada de variables climáticas bajo escenarios SSP (2021–2100)



Fuente: ANLA, 2025

Análisis y selección del escenario más crítico

Aunque SSP5-8.5 proyecta el mayor calentamiento y SSP1-2.6 tiende a ser el más seco en balance, el SSP3-7.0 se configura como el peor caso combinado para la gestión territorial porque reúne tres factores al mismo tiempo:

1. Alta demanda atmosférica (más viento y humedad relativa menor), que incrementa la evapotranspiración y el estrés térmico-hídrico sobre personas, cultivos y ecosistemas;
2. Ausencia de “colchón” hídrico, es decir, no cuenta con los excedentes de lluvia que sí aparecen en escenarios más húmedos, lo que reduce la amortiguación natural en estiajes y deja menos margen operativo para abastecimiento y enfriamiento evaporativo;
3. Contexto socioeconómico desfavorable (propio del SSP3), que dificulta adaptar infraestructura, sostener mantenimiento y coordinación institucional y ampliar coberturas de restauración/alerta temprana.

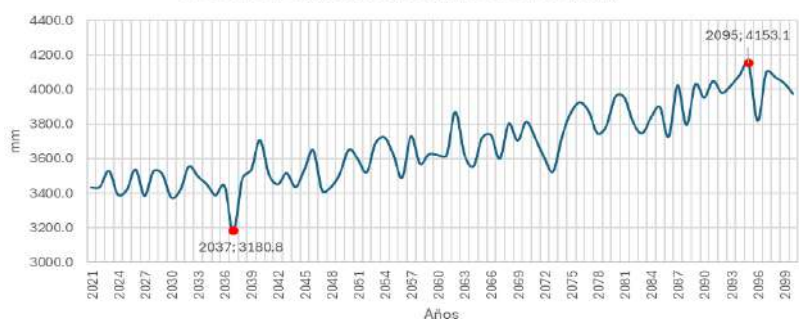
La combinación de estos factores agrava problemas ya presentes en Putumayo: en la llanura amazónica aumenta el riesgo de anegamientos y la presión sobre humedales cuando llegan pulsos de lluvia sin capacidad de drenaje suficiente; en el piedemonte se intensifican picos de escorrentía y inestabilidad de ladera sobre suelos intervenidos, a la vez que el calor efectivo (temperaturas más altas con aire más seco y mayor viento) eleva el índice de calor, empeora el estrés térmico y acelera la demanda de agua.



En términos de lluvia media anual (2021–2100), el orden proyectado es: SSP5-8.5 $\approx$ 3 801 mm > SSP3-7.0 $\approx$ 3 681 mm > SSP2-4.5 $\approx$ 3 618 mm > SSP1-2.6 $\approx$ 3 476 mm. Es decir, SSP3-7.0 no es el más húmedo ni el más seco, pero combina demanda atmosférica alta con precipitaciones que no aportan excedentes amortiguadores, lo que empeora simultáneamente la gestión de agua, calor y riesgo. Los años de referencia ilustran esa presión: en el año más seco (2037) se estiman Tmax 28,47 °C, Tmin 20,0 °C y Tmed 24,79 °C (menos lluvia y más sequedad relativa elevan la demanda hídrica); en el año más lluvioso (2075), con Tmax 31,0 °C, Tmin 22,2 °C y Tmed 26,5 °C, aumenta el estrés térmico-húmedo y se saturan más rápido los suelos y drenajes, con mayor probabilidad de inundaciones en planicies y avenidas en piedemonte.

Implicación para la planificación: bajo SSP3-7.0 se requiere adaptación reforzada y temprana: actualización de tormentas de diseño, ampliación de capacidad de drenaje urbano-rural, protección y restauración de rondas/humedales y laderas, eficiencia hídrica y alerta temprana con operación sostenida. Este escenario es, por convergencia de forzantes y menor margen institucional, el principal desafío para la adaptación climática en el área de estudio.

Figura 31. Distribución anual de la precipitación diaria – SSP5-8.5 (2021–2100)
Precipitación Anual Multianual SSP3-7.0 (mm)

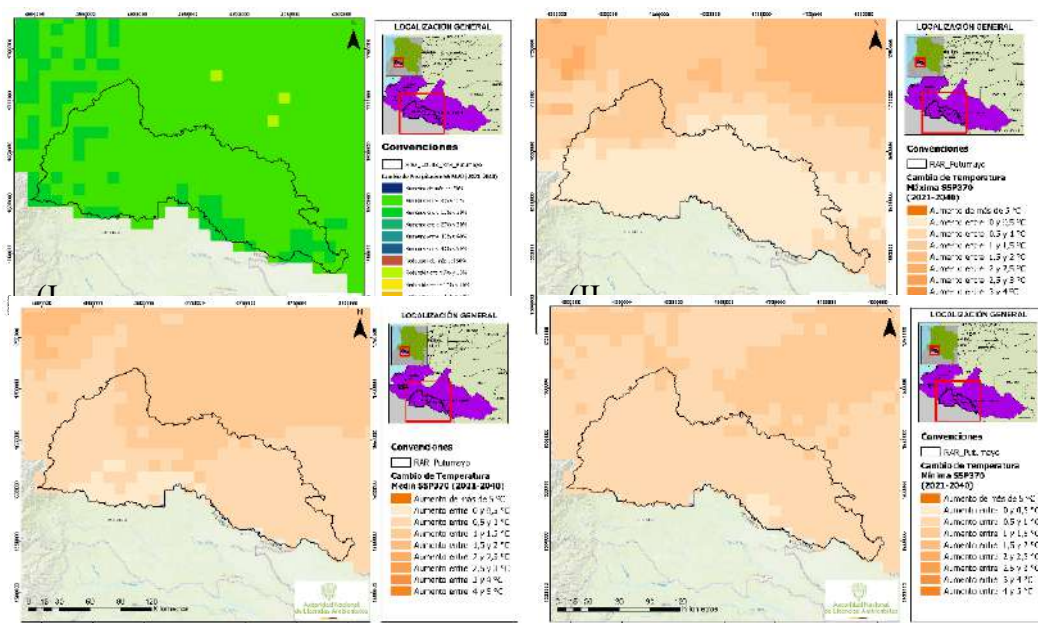


Fuente: ANLA, 2025

Análisis espacial de variaciones climáticas proyectadas a corto plazo (2021–2040)

En el corto plazo (2021–2040, SSP3-7.0) los ráster muestran un calentamiento espacialmente diferenciado en Putumayo: la temperatura máxima aumenta 0–0,5 °C en la zona llana y hasta ~1,5 °C en la zona de montaña/piedemonte; la temperatura mínima presenta un aumento generalizado de hasta ~1,5 °C en todo el territorio (noches más cálidas y menor alivio térmico); y la temperatura media sube en su mayor parte ~1,5 °C, con focos en el pie de montaña que alcanzan ~2 °C. En precipitación, predomina un incremento de 0–10 % sobre la mayor parte del área, con núcleos locales de 10–20 %. En conjunto, el período combina noches más cálidas, días ligeramente más cálidos en llanura y más en montaña y acumulados de lluvia algo mayores, condiciones que aumentan la demanda atmosférica (evapotranspiración) y pueden elevar los picos de escorrentía durante eventos lluviosos.

Figura 32 Cambio Porcentual de precipitación (I) Y Cambio de temperatura máxima (II), media (III) y mínima (IV) para el periodo 2021–2040.



Fuente: IDEAM, 2025

XII. AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO

Este capítulo presenta el análisis integrado de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático en el área de estudio de Putumayo. Con base en los lineamientos metodológicos establecidos en la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático (4CNCC), el Primer Informe Bienal de Actualización (BUR1) y la plataforma SIIVRA, se empleó una aproximación espacial mediante álgebra de mapas para generar insumos técnicos que permiten identificar áreas prioritarias para la adaptación y gestión del riesgo climático.

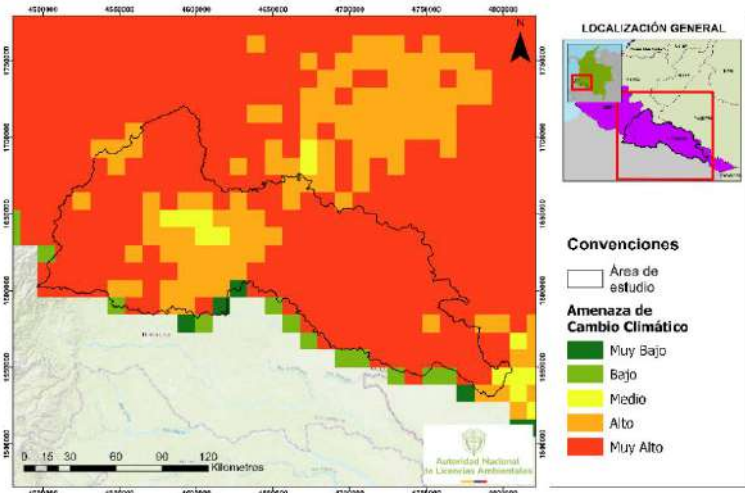
Se analizaron variables relacionadas con los medios abiótico y socioeconómico, integrando capas temáticas que dan cuenta tanto de los fenómenos climáticos extremos como de la capacidad de respuesta del territorio frente a dichos eventos. Los resultados se presentan en tres componentes clave: amenaza, vulnerabilidad y riesgo, todos clasificados en cinco niveles de intensidad: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

A. AMENAZA (CAMBIO CLIMÁTICO COMO DETONANTE)

En este análisis la amenaza es entendida como la probabilidad espacial de que se materialicen impactos físicos en el territorio cuando actúan detonantes asociados al cambio climático, principalmente cambios en los patrones de precipitación y temperatura. La “amenaza final” se representa mediante una capa sintética que integra tres componentes: (i) la amenaza por cambio climático derivada de las proyecciones bajo el escenario SSP3-7.0, (ii) la susceptibilidad a inundación generada por el IDEAM y (iii) la amenaza/susceptibilidad por remoción en masa producida por el Servicio Geológico Colombiano (SGC). El resultado es un mapa en clases ordinales (Muy alta, Alta, Media, Baja) que indica dónde el territorio tiene mayor probabilidad de presentar impactos físicos cuando coinciden un forzante climático intenso y un medio físico predispuesto.

La amenaza por cambio climático se construyó a partir de las proyecciones oficiales de precipitación y temperatura para el escenario SSP3-7.0 en el horizonte 2080–2100, seleccionando los cambios más extremos esperados hacia fin de siglo. Se calcularon las variaciones relativas de precipitación (aumentos y disminuciones del orden de 40–50 % o más) y los mayores incrementos de temperatura media, los cuales se normalizaron y combinaron en un índice único. Las áreas donde coinciden los extremos de ΔP y ΔT se clasifican como de amenaza muy alta o alta, al representar futuras condiciones más cálidas y con mayor inestabilidad hídrica, mientras que los cambios moderados se asocian a niveles medios o bajos de amenaza climática (IDEAM, 2024).

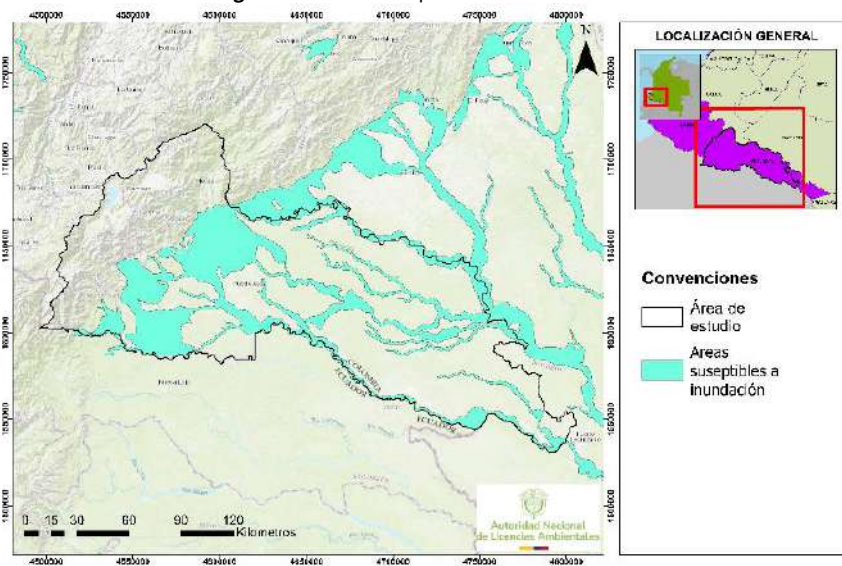
Figura 33 Amenaza por cambio climático



Fuente: IDEAM, 2025

La susceptibilidad a inundación corresponde al mapa oficial del IDEAM que caracteriza la predisposición del medio físico para inundarse en función de la morfología, la pendiente, la altura relativa, la red de drenaje y la presencia de planicies aluviales y humedales. Esta capa no incorpora explícitamente el cambio futuro del detonante climático, sino que representa una condición estática del terreno que indica dónde tiende a concentrarse el agua cuando ocurren crecientes o lluvias intensas (IDEAM, 2016). Para el presente estudio, la cartografía fue recortada al departamento de Putumayo y reclasificada en la misma escala ordinal que la amenaza por cambio climático, de modo que las zonas con alta susceptibilidad se interpretan como áreas donde, bajo escenarios de aumento o déficit extremo de lluvia, la amenaza climática a inundaciones se intensifica.

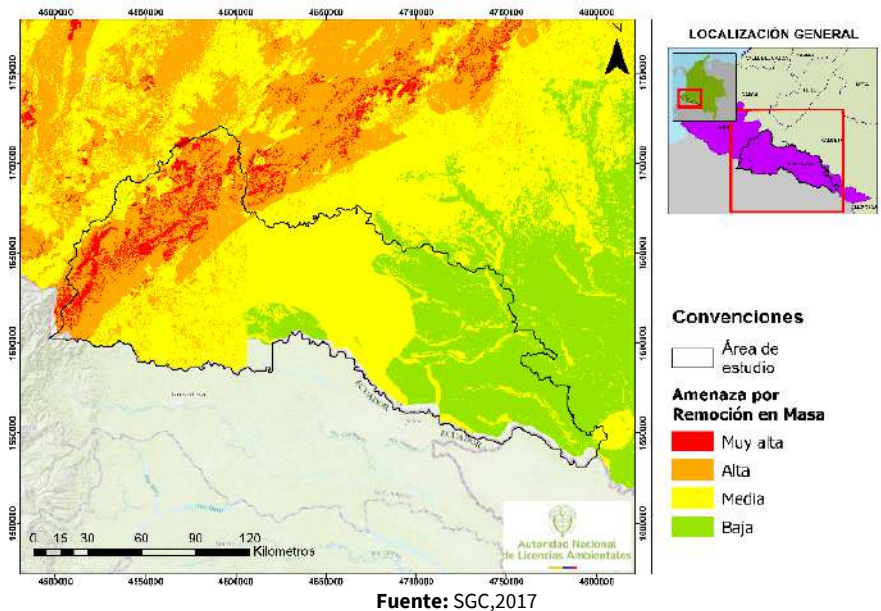
Figura 34 Zonas Susceptibles de Inundación



Fuente: IDEAM, 2016

La amenaza por remoción en masa se basa en la cartografía del SGC, que integra la susceptibilidad de ladera (pendiente, litología, suelos, cobertura y uso del suelo, geometría del relieve) con información de detonantes como la precipitación y el registro histórico de deslizamientos (SGC, 2017). El producto resultante identifica las áreas con mayor probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa bajo eventos de lluvia intensa, distinguiendo clases desde baja hasta muy alta amenaza. En Putumayo se utilizó la capa disponible para el departamento, recortada y reclasificada a la escala común, de manera que los sectores de piedemonte y laderas andino-amazónicas con amenaza alta o muy alta se reconocen como zonas donde el cambio climático proyectado puede agravar la inestabilidad del terreno.

Figura 35 Amenaza de remoción en masa



La amenaza climática final se obtuvo mediante la integración ponderada de las tres capas anteriores, asignando un peso del 50 % a la amenaza por cambio climático y del 25 % a la susceptibilidad a inundación y a la amenaza por remoción en masa, respectivamente. El índice combinado se reclasificó en clases de amenaza Muy alta, Alta, Media y Baja, que expresan la probabilidad física de que el territorio experimente impactos por inundaciones, avenidas torrenciales y deslizamientos hacia 2080–2100 bajo el escenario SSP3-7.0. En términos simples, la amenaza aumenta donde coinciden los mayores cambios climáticos proyectados con planicies inundables y laderas inestables; este resultado constituye la base para el análisis posterior de vulnerabilidad y riesgo.

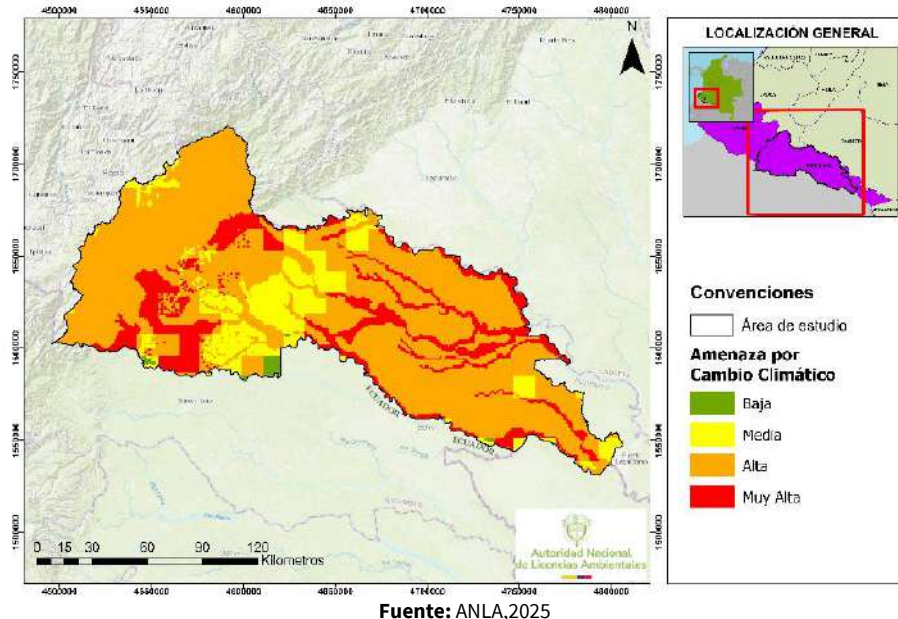
Criterios para ponderación

Tabla 32. Criterios de ponderación para la conformación de la amenaza

Criterio	Justificación	Peso
Amenaza por cambio climático	Representa los mayores cambios en escenario SSP3 futuros de afectación climática en el territorio.	50%
Zonas Susceptibles de Inundación	Refleja áreas con alta susceptibilidad a inundación, según condiciones hidro morfológicas y topográficas.	25%
Amenaza de remoción en masa	Susceptibilidad de laderas/piedemonte (pendiente, litología, cobertura) a deslizamientos y avenidas por lluvias intensas.	25%

Fuente: ANLA,2025

Figura 36. Mapa de amenaza frente a eventos extremos en el área de estudio



El resultado de la amenaza climática conjunta muestra un corredor dominante de amenaza Alta y Muy alta que se concentra en el piedemonte andino–amazónico y la franja central-oriental del área de estudio, siguiendo la red principal de drenaje. En estas zonas coinciden los mayores cambios proyectados de precipitación y temperatura con planicies inundables y laderas inestables, por lo que se espera la mayor probabilidad de impactos físicos (inundaciones, avenidas torrenciales y remociones en masa) bajo el escenario SSP3 hacia 2080–2100.

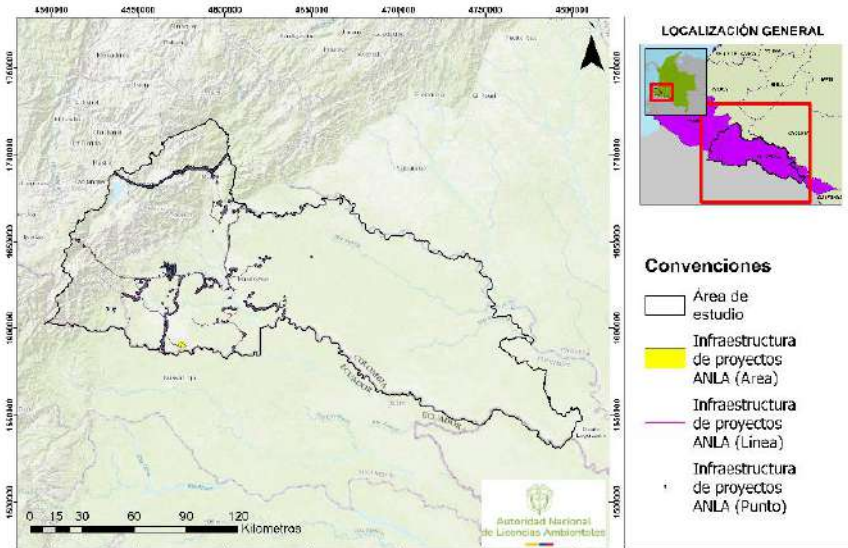
En contraste, las áreas más alejadas del piedemonte, asociadas a terrazas más altas o sectores menos intervenidos, presentan niveles de amenaza Media, debido a que el medio físico muestra menor susceptibilidad.

B. VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad territorial para el departamento de Putumayo se enfocó en identificar dónde el territorio tendría mayores dificultades para enfrentar e implementar respuestas frente al cambio climático, considerando tanto la presencia de infraestructura susceptible a daños como la capacidad institucional, social y ambiental para adaptarse. Para ello se integraron dos insumos principales: (i) la sensibilidad asociada a la infraestructura de proyectos licenciados por la ANLA y (ii) la capacidad adaptativa territorial, derivada del índice de capacidad adaptativa del IDEAM formulado en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (2017). La combinación de estos factores da lugar a un índice compuesto de vulnerabilidad territorial que sirve de base para la posterior evaluación de riesgo.

La primera variable corresponde a la sensibilidad/exposición, representada por la infraestructura asociada a proyectos licenciados por la ANLA dentro del área de estudio. Esta capa incluye obras lineales, áreas de intervención y puntos de infraestructura (vías, facilidades, plataformas, entre otros) que, por su naturaleza, incrementan la exposición del territorio a las amenazas naturales y climáticas, al concentrar activos físicos y actividades económicas susceptibles a daños. La mayor densidad o presencia de infraestructura se interpreta como una sensibilidad más alta, en la medida en que aumenta el potencial de afectación directa y de interrupción de servicios ante eventos extremos.

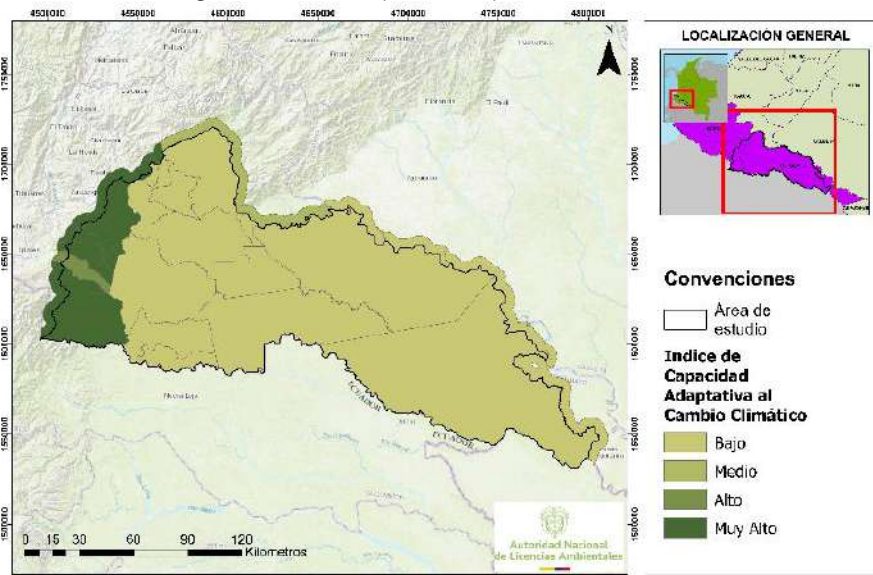
Figura 37 Infraestructura de proyectos licenciados por la ANLA



Fuente: Base de Datos Corporativa corte 10 de noviembre de 2025.

La segunda variable es la capacidad adaptativa territorial, tomada del índice elaborado por el IDEAM para la Tercera Comunicación Nacional (2017), el cual integra dimensiones socioeconómicas, institucionales y ambientales (p. ej., condiciones de bienestar, presencia institucional, planificación del territorio, conservación de ecosistemas) para estimar la capacidad relativa de los municipios para anticipar, resistir y recuperarse de los impactos del cambio climático (IDEAM, 2017). En el área de estudio, este índice se reclasificó en categorías de capacidad adaptativa baja, media, alta y muy alta, donde los valores bajos indican territorios con menores recursos y herramientas para implementar medidas de adaptación y gestión del riesgo.

Figura 38. Índice de capacidad adaptativa de los territorios.



Fuente: IDEAM, 2017

La vulnerabilidad final se obtuvo integrando ambas variables en un índice compuesto que aumenta donde coincide una alta sensibilidad por presencia de infraestructura con una baja capacidad adaptativa territorial, y disminuye donde la infraestructura es escasa o donde la capacidad adaptativa es alta. El mapa resultante permite distinguir zonas con vulnerabilidad Alta y Muy alta, prioritarias para focalizar acciones de reducción del

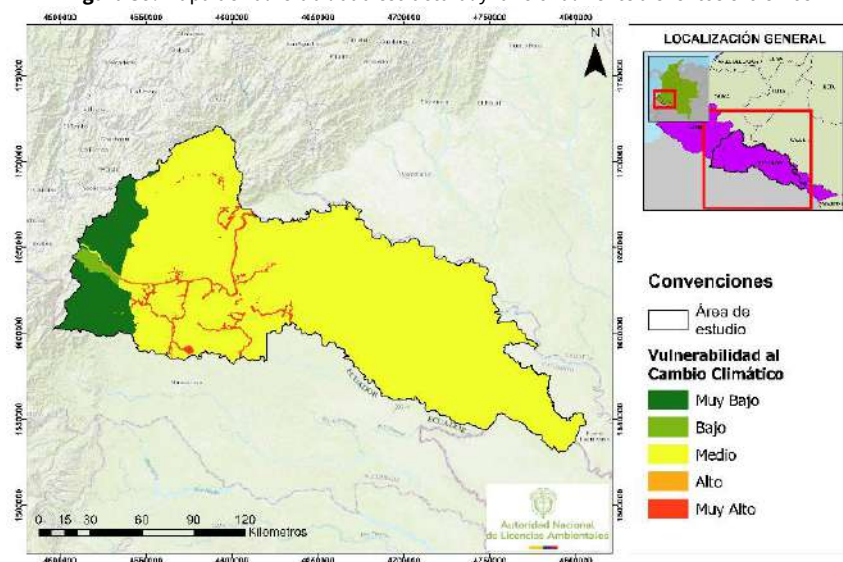
riesgo y fortalecimiento institucional, frente a áreas con vulnerabilidad Media o Baja, donde la combinación de menor exposición y mayor capacidad adaptativa ofrece mejores condiciones para hacer frente a los impactos del cambio climático en Putumayo.

Tabla 33. Criterios de ponderación para la conformación de la amenaza

Criterio	Justificación	Peso
Infraestructura de proyectos licenciados por la ANLA	Basado en evento histórico extremo, evidencia empírica de afectación directa, alta cobertura espacial	50%
Índice de capacidad adaptativa de los territorios.	Refleja amenazas actuales por inundación en zonas bajas e inestables.	50%

Fuente: ANLA, 2025

Figura 39. Mapa de vulnerabilidad estructural y funcional frente a eventos extremos



Fuente: ANLA, 2025

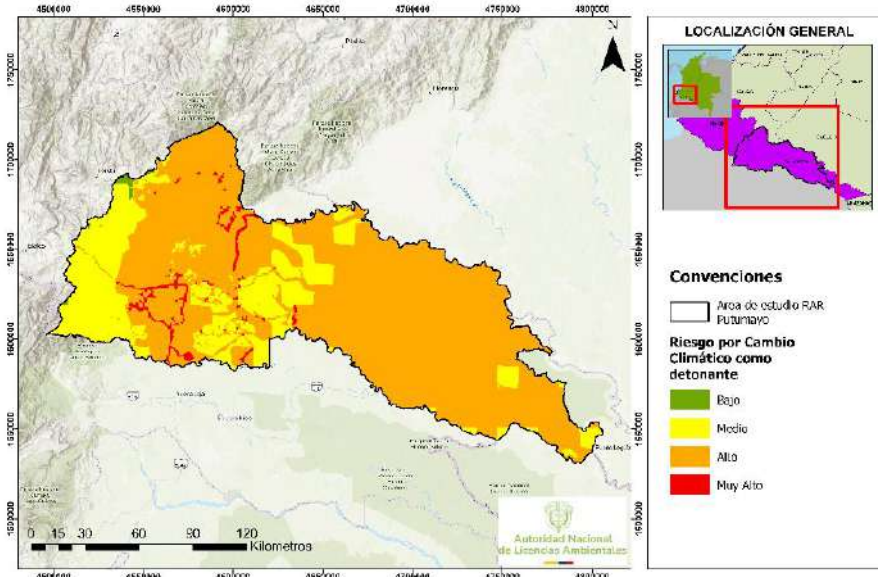
El mapa de vulnerabilidad final muestra que los niveles Muy alto y Alto se concentran en los corredores donde se localiza la infraestructura de proyectos licenciados por la ANLA, especialmente sobre municipios con baja capacidad adaptativa. En estas zonas coinciden una alta exposición de obras, vías e instalaciones con territorios que disponen de menos recursos institucionales, sociales y ambientales para enfrentar y recuperarse de los impactos del cambio climático, por lo que se consideran áreas críticas de vulnerabilidad.

En contraste, la mayor parte del departamento presenta vulnerabilidad Media, asociada a una menor densidad de infraestructura y capacidades adaptativas intermedias, mientras que los sectores del noroccidente con mejores condiciones de capacidad adaptativa y menor presencia de proyectos se clasifican como de vulnerabilidad Baja o Muy baja. En conjunto, el resultado indica que la prioridad de intervención debe centrarse en los tramos de infraestructura ubicados sobre territorios con capacidad adaptativa limitada.



C. RIESGO (CAMBIO CLIMÁTICO COMO DETONANTE)

Figura 40 Riesgo frente a eventos extremos en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2025

El mapa de riesgo por cambio climático como detonante muestra que la mayor parte del área de estudio se clasifica con riesgo Alto, lo que refleja la combinación entre una capacidad adaptativa predominantemente baja en casi todo el territorio y una amenaza climática elevada hacia 2080–2100. Sobre este patrón general se superponen núcleos de riesgo Muy alto en el piedemonte andino–amazónico y en los corredores donde se concentra la infraestructura de proyectos licenciados por la ANLA; allí coinciden simultáneamente la amenaza climática más intensa, la mayor susceptibilidad física y la presencia de infraestructura expuesta, conformando las zonas críticas de riesgo. En este contexto, resulta especialmente relevante que en el piedemonte de Mocoa ya se han materializado estos escenarios en eventos históricos como la avenida torrencial del 31 de marzo y 1 de abril de 2017, que ocasionó más de 300 personas fallecidas, alrededor de 400 personas heridas y cerca de 15.000 personas damnificadas, así como en un nuevo episodio de avenida torrencial en 2018 y múltiples remociones en masa recurrentes en las cuencas de los ríos Mocoa, Mulato y Sangoyaco, además de deslizamientos reiterados documentados en los estudios de amenaza y riesgo del SGC y en el POMCA del río Mocoa. (Calvo, Castañeda Gómez, Díaz Cuesta, & Escobar Mahecha, 2020)

Las áreas con riesgo Medio ocupan una proporción menor del territorio y se asocian principalmente a sectores donde la amenaza climática es relativamente menor, aun cuando la capacidad adaptativa sigue siendo baja. Es decir, el descenso del riesgo en estos casos obedece más a una menor intensidad del detonante climático que a mejores condiciones de respuesta del territorio. En conjunto, el resultado evidencia un escenario donde el riesgo está ampliamente extendido y donde las acciones de gestión y adaptación deben priorizar, en primer lugar, las zonas de riesgo Muy alto vinculadas a infraestructura de proyectos en el piedemonte, precisamente donde la experiencia reciente ha demostrado la ocurrencia de eventos extremos con consecuencias sociales y ambientales de gran magnitud.

XIII. MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN A EVENTOS EXTREMOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Este capítulo integra los resultados del análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, con el fin de reconocer las principales acciones de mitigación y adaptación que deberían priorizarse en el territorio. En concordancia con los compromisos nacionales en materia de cambio climático, se destaca el rol de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en la inclusión de obligaciones climáticas dentro de los procesos de licenciamiento ambiental, en especial para proyectos que se desarrollan en áreas con alta sensibilidad ambiental. La ANLA dispone de diversos instrumentos técnicos en cambio climático que orientan tanto la evaluación realizada por la entidad como la gestión que deben adelantar los titulares. En la Tabla 34. Instrumentos de cambio climático – ANLA se relacionan dichos instrumentos, diferenciando aquellos de uso interno y externo.

Tabla 34. Instrumentos de cambio climático – ANLA

Instrumento de la ANLA	Finalidad	Acceso
Portafolio de Buenas Prácticas en Mitigación y Adaptación	Orientar a los titulares en la implementación voluntaria de medidas de mitigación y adaptación por sector.	Externo
Árbol de decisiones de cambio climático (con Anexos 1 y 2)	Herramienta metodológica interna que define cuándo y cómo imponer obligaciones climáticas; incluye sustento técnico y jurídico sectorial.	Interno

Fuente: ANLA, 2025.

Asimismo, es de señalar que, conforme a lo señalado por la Corte Constitucional, en la sentencia C 280 de 2024, la Corte ordena que la evaluación de los impactos en materia de cambio climático sea exigible a las solicitudes de licencia ambiental o de renovación que se presenten a partir del primero (1) de agosto de 2025, a continuación se destacan los numerales 365, 366 y 419, donde la autoridad ambiental cumple un rol de garante en la protección integral del ambiente y los recursos naturales, en la medida en que le corresponde valorar los riesgos ambientales de los proyectos, incluyendo de manera expresa los impactos asociados al cambio climático. La Corte establece que la omisión de este análisis en los estudios de impacto ambiental impide no solo la adopción de medidas de prevención, mitigación, compensación y reparación, sino también el ejercicio efectivo de la potestad sancionatoria del Estado y la determinación clara de la responsabilidad del licenciario frente a los daños causados. En este sentido, ordena actualizar los términos de referencia de los EIA, con el fin de evitar el otorgamiento de licencias ambientales que no evalúen los efectos del proyecto sobre el cambio climático, atendiendo los avances científicos, las particularidades del territorio y de la población, y las características propias de las actividades a licenciar, como condición necesaria para garantizar el derecho a un ambiente sano.

A. MITIGACIÓN

Colombia, en su calidad de país firmante del Acuerdo de París (Ley 1844 de 2017), asumió el compromiso de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y avanzar hacia un modelo de desarrollo bajo en carbono y resiliente frente al cambio climático. En este contexto, la ANLA aporta a dicho compromiso mediante la inclusión de obligaciones de mitigación en las licencias ambientales y sus modificaciones, cuyo grado de cumplimiento se verifica a través de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA), presentados de forma periódica conforme a lo establecido en cada acto administrativo.

Alcances de las emisiones de GEI

Con la expedición de la Resolución 1447 de 2018 por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se reglamentó el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) y se creó el Registro Nacional de Reducción y Remoción de Emisiones de GEI (RENARE). Posteriormente, la Resolución 418 de 2024 fortaleció este marco



normativo al definir la administración del RENARE y su articulación con otros sistemas nacionales de información sobre cambio climático.

En línea con estas disposiciones, la ANLA ha solicitado la elaboración y presentación de inventarios de GEI a los proyectos con emisiones relevantes. Es importante precisar que esta exigencia no se restringe a una metodología única: el titular puede seleccionar el enfoque que considere más adecuado, siempre que los resultados sean consistentes, verificables y cuenten con un sustento técnico sólido.

A partir de sus lineamientos técnicos, la ANLA sugiere la utilización de metodologías internacionalmente reconocidas, como el GHG Protocol y la ISO 14064, que organizan las emisiones en tres alcances:

- **Alcance 1:** emisiones directas provenientes de fuentes controladas por el proyecto (por ejemplo, maquinaria, calderas o plantas de generación).
- **Alcance 2:** emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad, vapor o calor adquirido.
- **Alcance 3:** demás emisiones indirectas, tales como el transporte de insumos, la gestión y disposición de residuos o los servicios contratados a terceros.

En el área de estudio se identificaron proyectos licenciados por la ANLA que incluyen en sus actos administrativos obligaciones puntuales en materia de cambio climático. En la siguiente tabla se relacionan aquellos proyectos que cuentan con compromisos explícitos asociados a las emisiones de GEI.

Tabla 35. Proyectos licenciados por la ANLA con obligaciones en materia de emisiones de GEI

Expediente/ Sector	Titular / Proyecto	Obligación en Emisiones	Obligación en mitigación
LAV0005-00-2022	Área De Desarrollo Cumplidor Norte / Gran Tierra Colombia Inc Sucursal	cuantificar cada dos (2) años las emisiones de GEI (al menos CH ₄ y CO ₂) de las principales fuentes del proyecto (fuentes fijas, emisiones fugitivas, fuentes móviles, teas y venteos) y reportarlas en los ICA.	reportar cada dos (2) años las acciones de mitigación implementadas y el estimado de reducción de GEI asociado, dejando trazabilidad para su registro en el RENARE cuando aplique.
LAV0009-00-2019	Área De Desarrollo Vonu Este (Put-1) / Gran Tierra Energy Colombia Ltd	elaborar y presentar, en un plazo máximo de doce (12) meses, un inventario de GEI del proyecto (incluyendo cálculo de incertidumbre) y mantenerlo actualizado en los ICA.	con base en los resultados del inventario, definir acciones de mitigación coherentes con los lineamientos del sector (p. ej. Resolución 40807 de MinMinas) y reportar su implementación y avances en los ICA.
LAV0010-00-2023	Construcción De La Perimetral De Villagarzón Entre Las Abscisas K0+000 Al K3+923, Que Forma Parte De La Unidad Funcional 7: Mocoa – Santana – Puerto Asís. / Concesionaria Ruta Al Sur SAS	cuantificar las emisiones directas e indirectas de GEI del proyecto (alcances 1 y 2) y reportarlas periódicamente a través de los ICA.	presentar la relación de acciones de mitigación y el estimado de reducción de GEI, indicando grado de implementación y adjuntando soportes de cumplimiento en cada periodo de seguimiento.
LAV0028-00-2023	Corredor Santana-Mocoa-Neiva, Unidad Funcional 6, Sector Variante Mocoa / Concesionaria Ruta Al Sur SAS	cuantificar las emisiones directas e indirectas de GEI asociadas al proyecto y reportarlas en los ICA	no se establece una obligación específica de mitigación; el acto administrativo se limita a la cuantificación y reporte de emisiones.
LAV0033-00-2019	Área De Desarrollo Verderon (Put-4) / Gran Tierra Energy Colombia Ltd	cuantificar las emisiones de GEI de alcance 1 y 2 (dejando el alcance 3 como opcional) y reportarlas en los ICA.	definir e implementar acciones de mitigación de GEI del proyecto y reportarlas como anexo a los ICA, junto con los soportes que evidencien su ejecución.
LAV0040-00-2022	Área De Desarrollo - Ad Bienparado, Bloque Put 8 / Amerisur Exploración Colombia Limitada	cuantificar las emisiones de GEI de alcance directo e indirecto y reportarlas en los ICA.	presentar la relación de acciones de mitigación y el estimado de reducción de GEI por medida, adjuntando los soportes que evidencien el cumplimiento de estas acciones en cada periodo de reporte.



LAV0047-00-2023	Área De Desarrollo Genesis / Gran Tierra Energy Colombia GMBH Sucursal Colombia	definir y documentar la metodología seleccionada para la estimación de las emisiones de GEI, justificando el método de cuantificación utilizado y reportando los resultados a la ANLA.	reportar las acciones de mitigación y el estimado de reducción de GEI por acción, incluyendo los cálculos realizados y la fecha de inicio y fin de implementación de cada medida.
-----------------	---	--	---

Fuente: ANLA, 2025

Para orientar la gestión de la mitigación de estas emisiones, la ANLA ha elaborado un conjunto de guías de mitigación de GEI, de carácter sectorial y transversal, entre las que se encuentran:

- Guía transversal de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) para proyectos licenciados por la ANLA.
- Guía de buenas prácticas de mitigación de GEI para proyectos de infraestructura vial.
- Guía de buenas prácticas de mitigación de GEI para el sector hidrocarburos.
- Guía de buenas prácticas de mitigación de GEI para el sector energía.
- Guía de buenas prácticas de mitigación de GEI para el sector minería.
- Guía de mitigación y adaptación al cambio climático para el sector de agroquímicos y proyectos especiales.
- El documento “Indicadores de adaptación al cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) para el seguimiento de la obligación de cambio climático”, que reúne una batería de indicadores para reportar las reducciones

B. ADAPTACIÓN

El análisis integral de amenaza, vulnerabilidad y riesgo (AVR) permitió identificar áreas del territorio con distintas condiciones de exposición frente a eventos hidrometeorológicos y fenómenos naturales, algunos de los cuales podrían volverse más frecuentes o intensos debido al cambio climático. Con base en estos resultados, se presentan medidas de adaptación que pueden ser implementadas en los sectores evaluados para reducir la sensibilidad y fortalecer la capacidad de respuesta ante los riesgos identificados.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) ha dispuesto herramientas como el [Portafolio de Buenas Prácticas para la Adaptación al Cambio Climático](#) que pueden ser aplicadas en proyectos, obras o actividades licenciadas, ya sea de forma individual o mediante alianzas interinstitucionales. Estas medidas se proponen como alternativas técnicas para enfrentar los riesgos analizados en el estudio.

De acuerdo con los resultados de la caracterización del riesgo con el cambio climático como detonante, representados en la Figura 40, la mayor parte del área de estudio se ubica en condición de riesgo alto, y los niveles de riesgo muy alto se concentran en el piedemonte andino-amazónico, donde confluyen amenazas climáticas muy altas, susceptibilidades físicas elevadas (inundaciones y remociones en masa), baja capacidad adaptativa territorial y presencia de infraestructura licenciada. En estas condiciones, se evidenció que 30 de los 45 proyectos ubicados dentro del área de estudio tienen su infraestructura asentada sobre zonas de riesgo alto o muy alto.

Para orientar la gestión de este riesgo, la ANLA ha elaborado un conjunto de guías de adaptación al cambio climático de carácter sectorial y transversal, entre las que se encuentran:

- Guía transversal de adaptación al cambio climático para proyectos licenciados por la ANLA.
- Guía de buenas prácticas para la adaptación de la infraestructura vial al clima.
- Guía de buenas prácticas de adaptación al cambio climático para el sector hidrocarburos.
- Guía de adaptación al cambio climático para el sector de agroquímicos y proyectos especiales.
- “Indicadores de adaptación al cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) para el seguimiento de la obligación de cambio climático”.

En la Tabla 36 se listan los proyectos que se encuentran en riesgo alto y muy alto, junto con su categoría de riesgo asociada.



Tabla 36. Proyectos en Riesgo muy alto frente cambio climático como detonante.

Operador	Proyecto	Operador
LAM0199	Perforación de Pozos Exploratorios Mary West-1 Desarrollo de Pozos Mary 6 Y Miraflor 3, Bloque Santana B.	Gran Tierra Energy Colombia Ltda Por Gran Tierra Energy Colombia, Llc Sucursal
LAM1358	Variante de Mocoa - San Francisco	Instituto Nacional De Vías - Invias
LAM1990	Área de interés de Perforación Exploratoria Denominada Orito Sur	Ecopetrol S.A.
LAM2469	Plan de Manejo Ambiental para Áreas Operativas de La Gerencia Sur (Gsu)	Ecopetrol S.A.
LAM3268	Fase De Producción del Pozo Nancy-1	Gran Tierra Energy Colombia Ltda.
LAM3276	Reentry Pozos Temblon 1 Y Temblon 1x	Amerisur Exploración Colombia
LAM3323	Línea de Transmisión A 230 Kv Circuito Doble Betania Altamira Mocoa Pasto (S/E Jamondino) Frontera y Obras Complementarias/Upme 01 2005 - Modificación	Grupo Energía Bogotá
LAM3518	Oleoducto Transandino	Ecopetrol S.A.
LAM3552	Área de Interés de Perforación Exploratoria Las Águilas	Petrominerales Colombia Ltda
LAM4077	Área de Perforación Exploratoria Maranta	Emerald Energy Plc Sucursal Colombia
LAM4113	Licencia Ambiental Global para El Campo Costayaco	Gran Tierra Energy Colombia Ltd.
LAM4174	Campos Quinde, Cohembí Y Quillacinga	Consorcio Colombia Energy
LAM4479	Área de Perforación Exploratoria Rio Mocoa	Gran Tierra Energy Colombia Ltd.
LAM4609	Área de Explotación De Hidrocarburos Platanillo	Amerisur Exploracion Colombia Limitada
LAM4650	Área de Perforación Exploratoria Venado	Gran Tierra Energy Colombia Ltd.
LAM4990	Perforación Exploratoria para un Área de Interés localizada Dentro Del Bloque Coatí.	Grupo C & C Energía (Barbados) Sucursal Colombia
LAM5505	Proyecto Área de Interés Exploratorio Canelo Norte.	Petronova Colombia
LAM6356	Area de Explotación o Desarrollo Moquetá	Gran Tierra Energy Colombia Ltd
LAM7834-00	Áreas Operativas de La Gerencia Sur Existentes y en Operación (Orito, Sur, Occidente Y Nororiental)	Cenit Transporte Y Logistica De Hidrocarburos S. A. S.
LAV0005-00-2022	Área de Desarrollo Cumplidor Norte	Gran Tierra Colombia Inc Sucursal
LAV0009-00-2019	Área de Desarrollo Vonu Este (Put-1)	Gran Tierra Energy Colombia Ltd
LAV0010-00-2023	Construcción de La Perimetral de Villagarzón entre las Abciscas K0+000 Al K3+923, que forma parte de la Unidad Funcional 7: Mocoa – Santana – Puerto Asís.	Concesionaria Ruta Al Sur Sas
LAV0016-00-2023	Construcción Frente Mocoa	Construcciones El Cóndor S.A.
LAV0020-00-2017	Área de Perforación Exploratoria Pomorroso	Gran Tierra Energy Corp.
LAV0028-00-2023	Corredor Santana-Mocoa-Neiva, Unidad Funcional 6, Sector Variante Mocoa	Concesionaria Ruta Al Sur Sas
LAV0033-00-2019	Área de Desarrollo Verderon (Put-4)	Gran Tierra Energy Colombia Ltd
LAV0040-00-2022	Área de Desarrollo - Ad Bienparado, Bloque Put 8	Amerisur Exploracion Colombia Limitada
LAV0047-00-2023	Área de Desarrollo Genesis	Gran Tierra Energy Colombia GmbH Sucursal Colombia
LAV0062-00-2016	Área de Perforación Exploratoria Siriri	Gran Tierra Energy Colombia Ltd.
LAV0075-00-2015	Campo de Producción Mirto Dentro del Bloque Maranta	Emerald Energy Plc Sucursal Colombia

Fuente: ANLA, 2025



De los siete proyectos que cuentan con obligación de cambio climático, solo seis (LAV0005-00-2022, LAV0010-00-2023, LAV0028-00-2023, LAV0033-00-2019, LAV0040-00-2022 Y LAV0047-00-2023) incluyen obligaciones específicas en materia de medidas de adaptación.

A partir de la tabla de proyectos localizados en zonas de riesgo alto por cambio climático como detonante, se identifica que la ANLA dispone de un conjunto de guías de adaptación al cambio climático diferenciadas por sector, entre las cuales se encuentran: la guía para el sector hidrocarburos, la guía de adaptación de la infraestructura vial al clima, la guía de adaptación transversal y la guía para agroquímicos y proyectos especiales, así como una batería de indicadores para el seguimiento de compromisos climáticos. Teniendo en cuenta la naturaleza de cada proyecto y el tipo de riesgo identificado, en los apartados siguientes se presentan las medidas de adaptación sugeridas, seleccionadas y ajustadas a partir de estas guías, con el fin de orientar la gestión del riesgo climático en el área de estudio.

Sector Hidrocarburos

Fuente: *Guía de Adaptación al Cambio Climático – Sector Hidrocarburos (ANLA, 2020)*

Naturaleza del riesgo: incremento de lluvias extremas, inundaciones, erosión y variabilidad de temperatura que afectan infraestructura de producción, pozos, tanques y líneas de flujo.

Medidas recomendadas:

- Reforzar sistemas de drenaje y contención en áreas operativas y plataformas.
- Diseñar estructuras elevadas o protegidas frente a niveles máximos de inundación.
- Implementar barreras vegetales y zonas de amortiguación frente a escorrentías.
- Aplicar soluciones basadas en la naturaleza para control de erosión (franjas de revegetalización, bioingeniería).
- Incorporar monitoreo hidrometeorológico para ajustar la operación en condiciones críticas.
- Integrar el riesgo climático en planes de mantenimiento, contingencia y abandono.

Sector Infraestructura Vial

Fuente: *Guía de Buenas Prácticas para la Adaptación de las Carreteras al Clima (ANLA, 2020)*

Naturaleza del riesgo: lluvias intensas, deslizamientos y socavación en tramos de montaña y piedemonte.

Medidas recomendadas:

- Aumentar capacidad de drenajes longitudinales y transversales.
- Evitar trazados en zonas de alta susceptibilidad a remoción en masa o inundación.
- Estabilizar taludes mediante soluciones biotécnicas y estructurales.
- Incorporar dissipadores de energía, cunetas revestidas y muros de escollera.
- Monitorear taludes, cauces y cruces de quebradas para detectar señales tempranas de inestabilidad.
- Implementar revegetalización y control de erosión en zonas intervenidas.

Guía Transversal de Adaptación

Fuente: *Guía de Adaptación Transversal al Cambio Climático (ANLA, 2020)*

Naturaleza del riesgo: aumento de variabilidad climática que incide sobre el recurso hídrico y la biodiversidad en proyectos de distinta tipología.

Medidas recomendadas:

- Incorporar el riesgo climático en los planes de mantenimiento, contingencia y operación.
- Diseñar sistemas de monitoreo climático e hidrológico en áreas críticas.
- Fortalecer capacidades técnicas e institucionales para la gestión del riesgo.
- Promover restauración ecológica y conservación de coberturas naturales como medidas de adaptación.
- Articularse con autoridades locales y regionales para la planificación del territorio y respuesta a emergencias.



Como parte de las acciones institucionales para fortalecer la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo, la ANLA ha desarrollado una herramienta estratégica de soporte conocida como el Tablero de Variabilidad Climática. Esta plataforma, que integra información histórica y proyectada sobre variables como precipitación, temperatura y humedad, se encuentra conectada con sistemas de pronóstico hidrológico como el FEWS del IDEAM, lo cual fortalece su capacidad anticipativa.

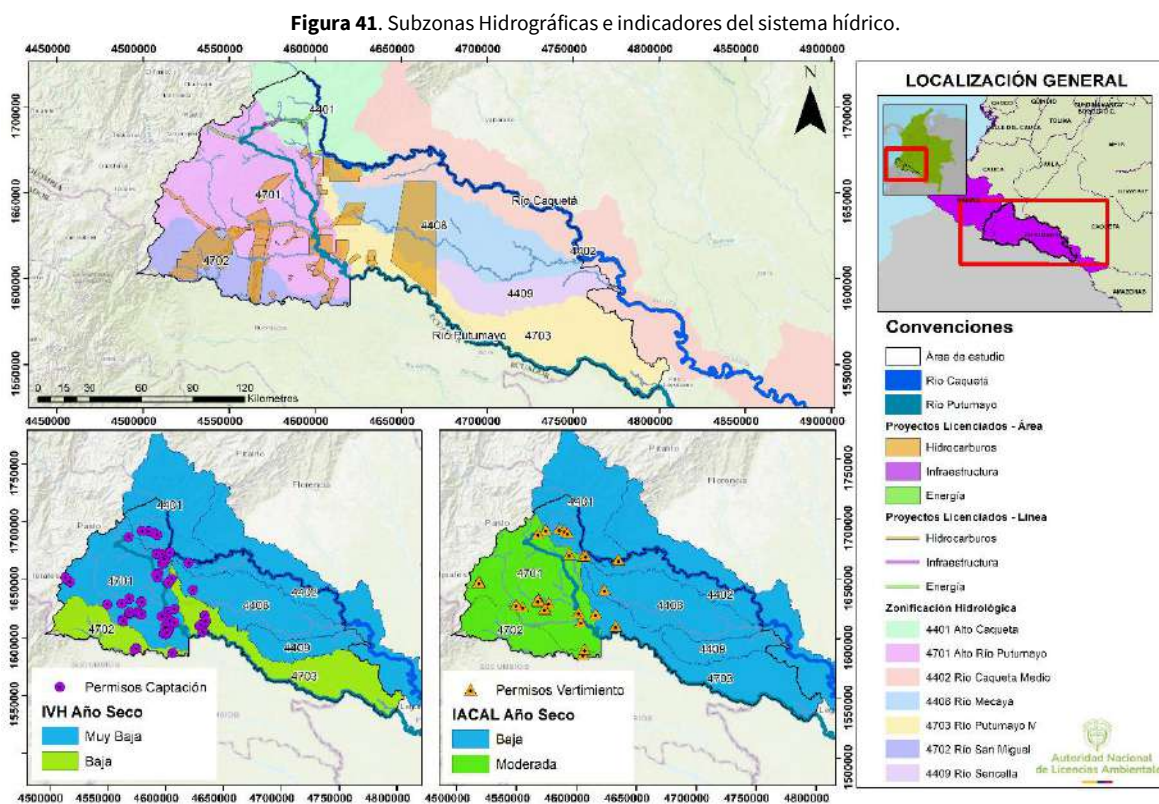
En el caso de proyectos licenciados, esta herramienta facilita el seguimiento climático y la activación de alertas tempranas, apoyando la implementación de medidas correctivas o de contingencia ante condiciones climáticas extremas. Su aplicación permite mejorar la toma de decisiones con base en información técnica actualizada, contribuyendo así a una gestión más eficaz de los riesgos climáticos.

En el siguiente vínculo se puede acceder al Tablero de control "Reporte de variabilidad climática":
Tablero de control "[Reporte de variabilidad climática](#)"

XIV. CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO SUPERFICIAL

A. CONDICIÓN REGIONAL – INDICADORES HIDROLÓGICOS

En el área de estudio definida para el presente Reporte de Análisis Regional se incluyen 7 Subzona Hidrográfica (SZH): Alto Caquetá, Alto Río Putumayo, Río Caquetá Medio, Río Mecaya, Río Putumayo Medio, Río San Miguel y Río Sencella (ver Figura 41). En estas subzonas se observa una ocupación significativa del territorio por proyectos licenciados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), destacándose: SZH Alto Caquetá (11.8 %), Alto Río Putumayo (21.2 %), Río Caquetá Medio (3.1 %), Río Mecaya (27.0 %), Río Putumayo Medio (9.5 %), Río San Miguel (40.0 %) y Río Sencella (0.3 %).



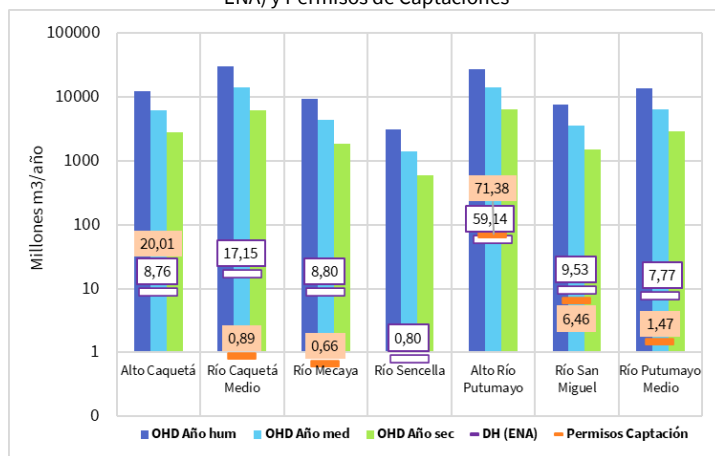
Con el fin de realizar un diagnóstico del componente hídrico superficial, se analizaron las condiciones de oferta, demanda y calidad del recurso hídrico, a partir de indicadores técnicos derivados del Estudio Nacional del Agua (ENA), publicado por el IDEAM en 2022 (ver Tabla 37). Adicionalmente, en la Figura 41 se presenta la distribución de las SZH y los resultados de los índices de Vulnerabilidad al Desabastecimiento (IVH) e Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL), para año seco, los cuales permiten caracterizar la disponibilidad y presión sobre el recurso en cada subzona.

Tabla 37. Índices hidrológicos y permisos de captación y de vertimiento a cuerpos de agua superficial autorizados en cada SZH.

Subzona Hidrográfica (SZH)			Índice de Regulación Hídrica (IRH)	Índice de Uso del Agua (IUA)		Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento (IVH)		Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL)		Permisos de captación de agua superficial			Permisos de vertimientos a cuerpos de agua		
Código	Nombre SZH	% Área	Año medio	Año medio	Año seco	Año medio	Año seco	Año medio	Año seco	No.	Caudal L/s	Caudal Mm3/año	No.	Caudal L/s	Caudal Mm3/año
4401	Alto Caquetá	6%	Alta	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Baja	39	634,66	20,01	22	41,25	1,30
4402	Río Caquetá Medio	8%	Alta	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Baja	7	28,07	0,89	1	3,98	0,13
4408	Río Mecaya	19%	Alta	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Baja	5	21,56	0,68	2	5,50	0,17
4409	Río Sencella	7%	Alta	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Baja	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
4701	Alto Río Putumayo	29%	Alta	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Moderada	181	1712,98	54,02	93	269,15	8,49
4702	Río San Miguel	9%	Moderada	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Baja	Baja	Moderada	65	163,01	5,14	25	173,64	5,48
4703	Río Putumayo Medio	21%	Moderada	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	16	35,35	1,11	7	10,29	0,32

Fuente: ANLA, 2025

Figura 42. Relación entre Oferta Hídrica Disponible (OHD) y Demanda Hídrica (DH - ENA) y Permisos de Captaciones



Fuente: IDEAM, 2022

De acuerdo con lo evidenciado en la **Figura 42** en términos generales, se identifica que todas las SZH presentan una oferta hídrica significativamente mayor que la demanda, lo cual indica condiciones favorables de abastecimiento. Incluso en el escenario de menor disponibilidad (año seco), la oferta supera ampliamente la demanda, evidenciando una baja presión hídrica y un riesgo muy reducido de desabastecimiento bajo las condiciones actuales de uso.

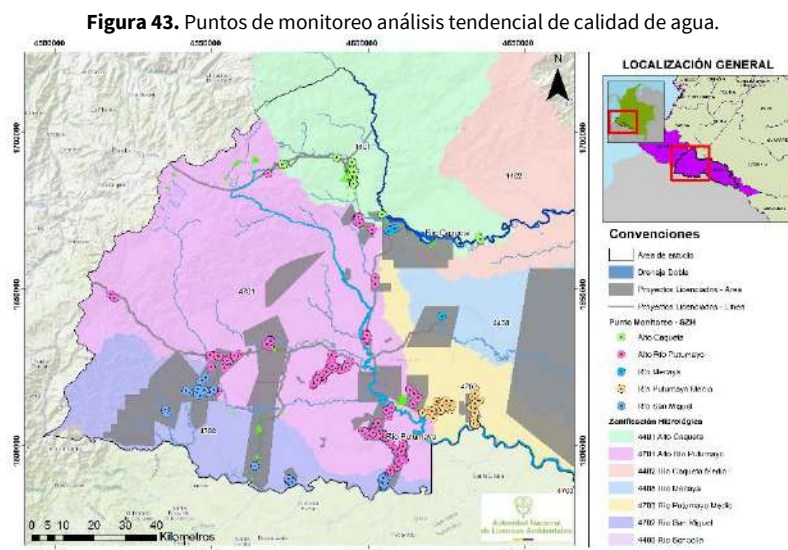
Se identifican diferencias entre la demanda hídrica estimada y los permisos de captación registrados en el área de estudio, los cuales se presentan en la Tabla 37. En las SZH Alto Caquetá y Alto Río Putumayo se observan valores más altos en los caudales concesionados reportados en el SIRH por la ANLA y CORPOAMAZONIA. No obstante, estos valores continúan siendo inferiores a la Oferta Hídrica Disponible (OHD), por lo que no representan un riesgo de desabastecimiento. Es importante resaltar que la totalidad de los permisos de captación reportados al SIRH por CORPOAMAZONIA (corte 8 de agosto de 2025) se encuentran vencidos, razón por la cual se incluyen con fines indicativos. Dichos permisos corresponden al 95% en Alto Caquetá, 100% en Río Caquetá Medio, 91% en Río Mecaya, 83% en Alto Río Putumayo, 98% en Río San Miguel y 55% en Río Putumayo Medio del total de caudal concesionado registrado en la Tabla 37.

En conjunto, el análisis confirma que todas las Subzonas Hidrográficas del área de estudio presentan un abastecimiento hídrico holgado, con relaciones oferta/demanda muy superiores al umbral crítico que podría comprometer la sostenibilidad del recurso. La demanda hídrica actual representa solo una fracción mínima de la oferta, incluso bajo condiciones hidrológicas secas, lo que indica un riesgo muy bajo de déficit por cantidad. La SZH Río Sencella presenta la menor OHD del conjunto (aproximadamente 300 millones de m³/año en año seco); aun así, su demanda (0,80 millones de m³/año) equivale a menos del 1% de la oferta disponible, lo que mantiene un escenario de baja presión sobre el recurso.

Respecto a los permisos de vertimiento identificados en el área de estudio, los mayores caudales autorizados se concentran en las SZH Alto Río Putumayo (8.49 Mm³/año) y Río San Miguel (5.48 Mm³/año). Se observa además que la proporción de caudal autorizado directamente por la ANLA es reducida, dado que el 89% en Alto Caquetá, 100% en Río Caquetá Medio, 68% en Alto Río Putumayo, 88% en Río San Miguel y 57% en Río Putumayo Medio corresponden a permisos otorgados por CORPOAMAZONIA. Esta presión sobre la calidad del recurso hídrico puede verse agravada por deficiencias en los sistemas de tratamiento de aguas residuales presentes en el territorio, considerando que el 42% de los permisos de vertimiento corresponden a descargas de tipo doméstico y municipal.

B. CONDICIÓN REGIONAL- CALIDAD DE AGUA

Para establecer la condición regional del recurso hídrico superficial, se empleó información proveniente de monitoreos fisicoquímicos y microbiológicos reportados a la ANLA mediante Estudios de Impacto Ambiental (EIA) e Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) correspondientes a 18 proyectos localizados en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2025

El presente apartado adopta como referencia los criterios de calidad del recurso hídrico establecidos en el marco normativo ambiental vigente, en particular aquellos definidos en el Decreto 1076 de 2015, los cuales incorporan los criterios transitorios aplicables a los diferentes usos del agua. En este contexto, se seleccionaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos considerados relevantes para el análisis, tales como oxígeno disuelto, pH y coliformes totales y fecales, de acuerdo con su pertinencia para cada uso evaluado.

Los valores de referencia asociados a los usos de consumo humano y doméstico, uso agrícola y preservación de la flora y la fauna se presentan en la siguiente tabla, la cual constituye el insumo normativo para la evaluación de la calidad del agua y el análisis de su aptitud frente a los usos considerados.

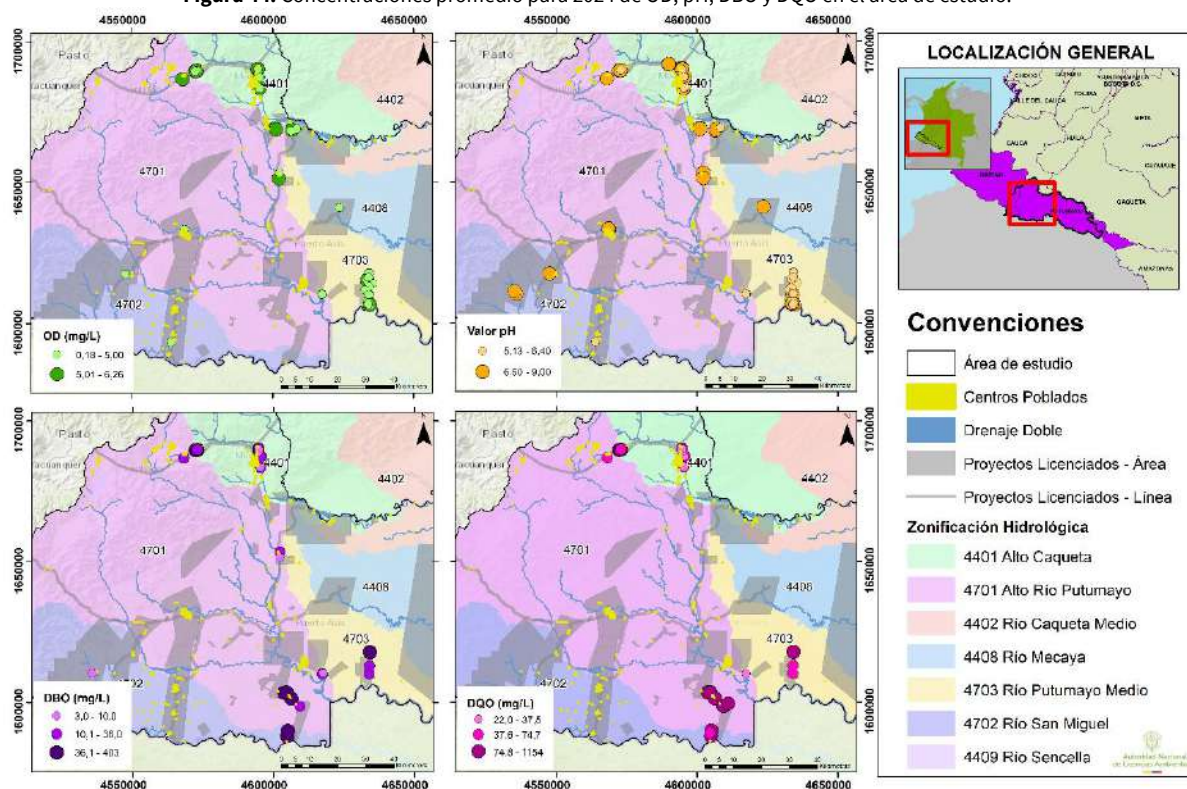
Tabla 38. Criterios de calidad del recurso hídrico según la destinación de uso.

Uso del agua	Oxígeno Disuelto (OD) (mg/L)	pH	Coliformes totales (NMP/100mL)	Coliformes fecales (NMP/100mL)	Referencia normativa
Consumo humano y doméstico (requiere tratamiento convencional)	No establece	5.0 – 9.0	≤ 20000	≤ 2000	Art. 2.2.3.3.9.3
Consumo humano y doméstico (requiere solo desinfección)	No establece	6.5 – 8.5	≤ 1000	No establece	Art. 2.2.3.3.9.4
Uso agrícola	No establece	4.5 – 9.0	≤ 5000	≤ 1000	Art. 2.2.3.3.9.5
Preservación de flora y fauna	≥ 5.0 dulce fría / ≥ 4.0 dulce cálida y marina	5.5 – 9.0 dulce fría 4.5 – 9.0 dulce cálida 6.5 – 8.5 marina estuarina	No establece	No establece	Art. 2.2.3.3.9.10

Fuente: MADS, Decreto 1076 de 2015

El análisis tuvo un enfoque multitemporal, abarcando el periodo 2021–2024, y consideró parámetros seleccionados por su relevancia técnica y su comparabilidad con los resultados publicados para la región en el Reporte de Análisis Regional del área de estudio⁷, el cual contempla información entre 2013–2020; así como el Reporte de Análisis Regional de 2017⁸. En total se consolidaron 972 muestreos realizados en 437 puntos, distribuidos en cinco de las siete Subzonas Hidrográficas (SZH). Se incluyeron parámetros generales de oxigenación (OD), acidez (pH) y carga orgánica (DBO y DQO); compuestos asociados a actividades del sector de hidrocarburos (grasas y aceites, fenoles e hidrocarburos totales); parámetros de calidad microbiológica (coliformes fecales y totales); y metales de interés toxicológico (Ba, Cd, Fe, Hg y Pb). Los valores promedio anuales fueron comparados con los criterios del Decreto 1076 de 2015 y con los Objetivos de Calidad establecidos para los ríos Caquetá y Putumayo, realizando además un contraste general con el análisis de calidad del agua desarrollado en 2023, aclarando que no existe continuidad espacial entre los puntos de monitoreo de ambos ejercicios. Como punto de partida se presenta una gráfica de las concentraciones promedio de los parámetros de oxigenación, acidez y carga orgánica para 2024, que refleja el estado actual del recurso hídrico superficial.

Figura 44. Concentraciones promedio para 2024 de OD, pH, DBO y DQO en el área de estudio.



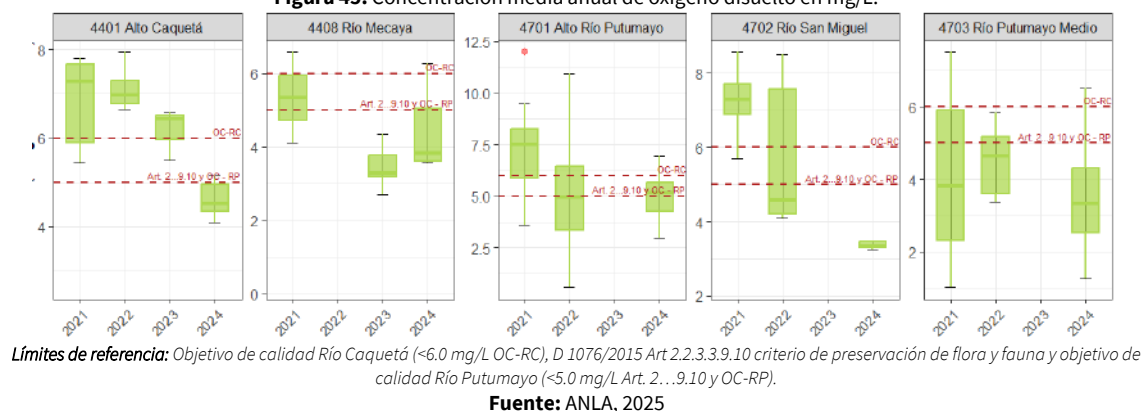
Fuente: ANLA, 2025

⁷ Actualización del Reporte de Análisis Regional del Putumayo (2023): <https://www.anla.gov.co/images/documentos/reportes-alertas/2024-01-19-anla-actu-reporteanalisisregputumayo.pdf>

⁸ Reporte de Alertas para el departamento del Putumayo (2017): https://www.anla.gov.co/documentos/biblioteca/reportealeetputumayo-version_dic-21-2.pdf

Oxígeno Disuelto:

Figura 45. Concentración media anual de oxígeno disuelto en mg/L.



El análisis multitemporal del Oxígeno Disuelto (OD) entre 2021 y 2024 evidencia patrones diferenciados entre las Subzonas Hidrográficas (SZH) evaluadas, reflejando tanto condiciones naturales como posibles presiones antrópicas. En la SZH Alto Caquetá se observan concentraciones estables entre 6 y 8 mg/L, aunque en 2024 se registra un descenso que ubica varios valores por debajo del criterio de preservación de flora y fauna (<5.0 mg/L). En contraste, la SZH Río Mecaya presenta la mayoría de los datos de 2023 y 2024 por debajo de 5.0 mg/L, lo que evidencia una condición de oxigenación persistentemente baja.

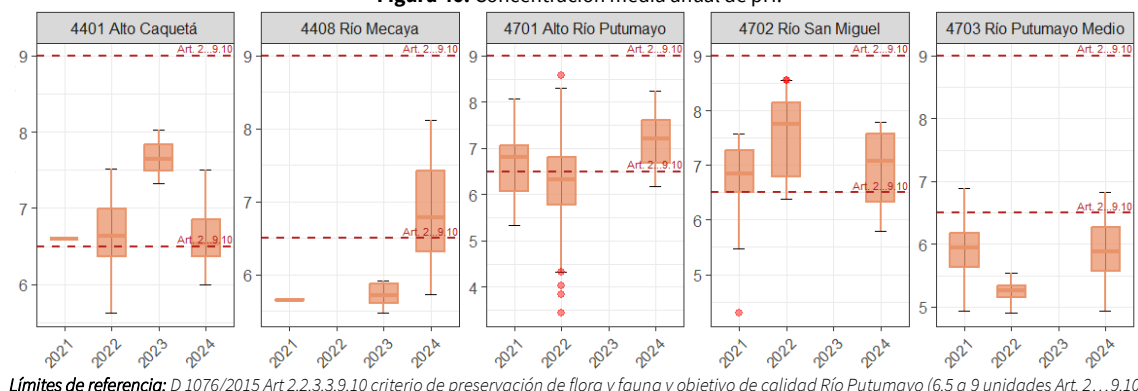
La SZH Alto Río Putumayo muestra la mayor variabilidad interanual, con datos atípicos cercanos a 10 mg/L en 2021 y mínimos próximos a 3 mg/L en años posteriores. La presencia de estos descensos, especialmente en 2022 y 2024, sugiere episodios de estrés ecológico asociados a fluctuaciones de caudal, incrementos irregulares de carga orgánica o condiciones de estancamiento en ciertos tramos. Una tendencia similar se identifica en la SZH Río San Miguel, donde predominan valores altos (6 a 9 mg/L), pero con una caída marcada en 2024. Finalmente, la 4703 Río Putumayo Medio presenta las concentraciones más bajas del conjunto, con medianas cercanas o incluso inferiores al límite de protección. Esta condición recurrente sugiere procesos de degradación asociados a aportes orgánicos o descargas difusas que disminuyen la disponibilidad de oxígeno, lo que podría comprometer la integridad ecológica del sistema.

A nivel espacial (Figura 44), para el año 2024, se evidencian concentraciones inferiores a 5.0 mg/L (conforme al Art 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015 que establece los criterios de preservación de flora y fauna) se localizan principalmente en la SZH 4401 Alto Caquetá, en el municipio de Mocoa, particularmente en cercanías de los centros urbanos de Mocoa y Puerto Limón; en la SZH 4703 Río Putumayo Medio, en el municipio de Puerto Asís; y en la SZH 4701 Alto Putumayo, en el municipio de Orito, sobre el río Orito y en cercanías a la zona urbana de dicho municipio. Esta distribución coincide con lo reportado en el Análisis Regional de 2017, en el cual los valores más bajos de OD también se registraron en el municipio de Puerto Asís, evidenciando la persistencia de condiciones de oxigenación reducida en este sector.



Valores de pH:

Figura 46. Concentración media anual de pH.



Límites de referencia: D 1076/2015 Art 2.2.3.3.9.10 criterio de preservación de flora y fauna y objetivo de calidad Río Putumayo (6.5 a 9 unidades Art. 2...9.10).

Fuente: ANLA, 2025

Respecto al pH, los resultados muestran que la mayoría de las SZH mantienen patrones esperados para ecosistemas amazónicos, donde predominan aguas levemente ácidas debido a condiciones naturales como la geología, la cobertura vegetal y la alta presencia de materia orgánica. En la SZH 4401 Alto Caquetá, el pH se mantiene principalmente entre 6.5 y 7.5, sin evidenciar tendencias de acidificación; no obstante, en años como 2022 y 2023 más del 25% de los datos se ubican por debajo de 6.5, lo que indica episodios puntuales de mayor acidez. La SZH 4408 Río Mecaya presenta valores mayoritariamente por debajo de 6.5, consistentes con sistemas de aguas blandas y naturalmente ácidas, típicos de esta región de la Amazonía.

En la SZH 4701 Alto Río Putumayo se observa nuevamente la mayor variabilidad del conjunto, con registros que oscilan entre valores tan bajos como 4, propios de aguas muy ácidas, y valores superiores a 8. Esta amplitud sugiere mezclas de aguas con distinta mineralización, variaciones asociadas a procesos de escorrentía o aportes puntuales que alteran la capacidad buffer del sistema. Estas fluctuaciones pueden representar un factor de estrés para la biota acuática, especialmente considerando la sensibilidad de muchos organismos a cambios abruptos de pH. La SZH 4702 Río San Miguel presenta valores entre 6.5 y 8, con algunos registros menores, pero en términos generales mantiene un comportamiento moderadamente estable. Finalmente, la SZH 4703 Río Putumayo Medio muestra los valores más bajos durante los años analizados, confirmando una condición más ácida y potencialmente más vulnerable a alteraciones adicionales.

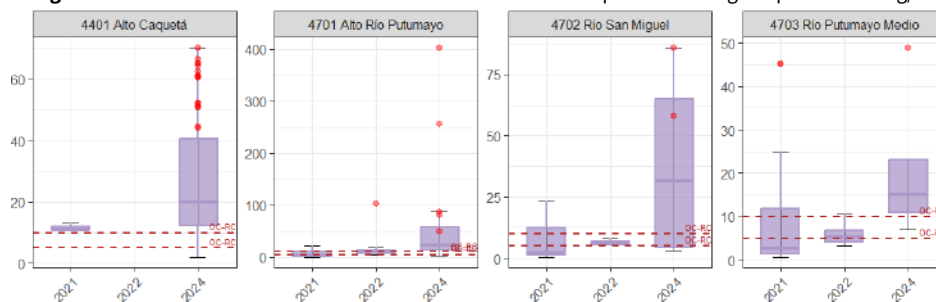
A nivel espacial, para el último año analizado se evidencia que los valores más ácidos, inferiores al límite inferior del criterio de preservación de flora y fauna (Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.9.10), se localizan en la SZH 4401 Alto Caquetá, específicamente en los municipios de San Francisco y Mocoa, y en la SZH 4703 Río Putumayo Medio, en el municipio de Puerto Asís. Esta situación resulta concordante con lo observado previamente en Puerto Asís para el año 2017, lo que refuerza la necesidad de mantener un monitoreo constante para evaluar posibles patrones de persistencia en la acidificación local.

De forma general, el comportamiento del pH en la región refleja condiciones típicas de ecosistemas amazónicos caracterizados por aguas de baja mineralización y acidez natural. Las variaciones más marcadas se registran en Alto Putumayo, donde la amplitud de los valores puede indicar alteraciones en el equilibrio geoquímico, mientras que los valores persistentemente bajos de las SZH del Alto Caquetá y del Río Putumayo Medio justifican un seguimiento detallado para identificar fuentes potenciales de perturbación y su posible influencia sobre la biota.



Demanda Bioquímica y Demanda Química de Oxígeno:

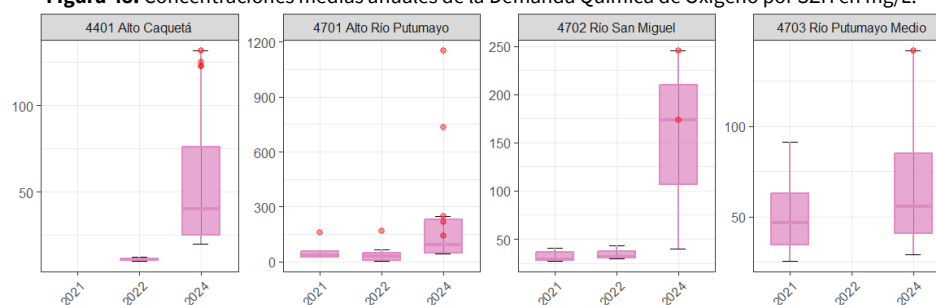
Figura 47. Concentraciones medias anuales de la Demanda Bioquímica de Oxígeno por SZH en mg/L.



Límites de referencia: Objetivo de calidad Río Caquetá (5 a 10 mg/L OC-RC)

Fuente: ANLA, 2025

Figura 48. Concentraciones medias anuales de la Demanda Química de Oxígeno por SZH en mg/L.



Fuente: ANLA, 2025

Las Figura 47 y Figura 48 presentan el comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) entre 2021 y 2024, evidenciando un deterioro de la calidad del agua, con un incremento marcado durante el año 2024 en todas las Subzonas Hidrográficas (SZH). Los diagramas muestran que, mientras en los primeros años las concentraciones se mantuvieron bajas, en 2024 se observan aumentos abruptos en ambas variables, con medianas que superan ampliamente los criterios de calidad establecidos para el río Putumayo (5–10 mg/L). Asimismo, se identifican valores atípicos que alcanzan niveles extremos, en algunos casos superiores a 300 mg/L de DBO y 1000 mg/L de DQO, lo que refleja un incremento significativo en la carga orgánica biodegradable y no biodegradable. Este comportamiento sugiere aportes inusuales provenientes de vertimientos domésticos, comerciales o industriales, así como descargas difusas asociadas a zonas urbanas en crecimiento. La dispersión de los datos es especialmente marcada en las SZH Alto Putumayo, Medio Putumayo y río San Miguel.

Las concentraciones más altas de DBO durante 2024 fueron reportadas por los expedientes LAM4174, LAM1358, LAM4609 y LAV0028-00-2023, correspondientes a la SZH Alto Caquetá (municipios de San Francisco y Orito) y a las SZH Alto y Medio Putumayo (municipio de Puerto Asís). Las mediciones más elevadas fueron registradas por el proyecto LAM4174 en noviembre en los sectores de Pantano Bajo y Quebrada Honda en Puerto Asís, con valores de 403, 256, 87, 86 y 81 mg/L. El comportamiento de la DQO es consistente con el observado para la DBO, registrándose las mayores concentraciones en las mismas SZH y municipios. Los valores más altos fueron reportados por los expedientes LAM4174, LAM1358 y LAM4609, alcanzando 1154, 734, 249 y 246 mg/L, también durante noviembre de 2024 en Pantano Bajo y Quebrada Honda.

Se destaca que, de acuerdo con el Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022, el aporte de carga contaminante por DBO y DQO (en toneladas/año) en el Área Hidrográfica del Amazonas proviene principalmente de las fuentes domésticas asociadas a la población. El informe reporta 8857 t/año de DBO y 15576 t/año de DQO, cifras que representan aproximadamente el 94% de la carga total generada en la región, en comparación con las demás



actividades analizadas (industria, sacrificio de ganado y producción de café). En este sentido, se infiere que las altas cargas orgánicas observadas en el área de estudio se relacionan con los aportes generados por la población, cuya disposición de aguas residuales presenta limitaciones en cobertura, tratamiento y eficiencia.

En conjunto, los resultados evidencian un deterioro significativo de la calidad del agua en 2024, producto del aumento simultáneo de cargas orgánicas biodegradables y no biodegradables. Este comportamiento puede generar efectos ambientales relevantes, como disminución del oxígeno disuelto, alteraciones en la composición de macroinvertebrados, mayor estrés fisiológico en peces y afectaciones para usos sensibles como el abastecimiento o la preservación de ecosistemas. Lo anterior resalta la necesidad de revisar las presiones antrópicas recientes en la cuenca y fortalecer las medidas de control, gestión y monitoreo dirigidas a la reducción de aportes orgánicos hacia los sistemas hídricos.

Compuestos Orgánicos (Hidrocarburos Totales, Fenoles y Grasas y Aceites):

En cuanto a los parámetros Hidrocarburos Totales, Fenoles y Grasas y Aceites, se cuenta con una disponibilidad limitada de datos detectados por los laboratorios encargados del análisis de muestras asociadas a los expedientes en seguimiento por parte de la ANLA. Esta situación dificulta la comparación entre registros, debido a que los límites de detección varían entre laboratorios. Para Hidrocarburos Totales, se reportan 466 resultados no detectados y únicamente 19 detectados. Los límites de detección (0.2, 0.5, 1.4, 2, 4 y 5 mg/L) permiten afirmar que los 466 valores no detectados en todas las SZH entre 2021 y 2024 se encuentran por debajo de 5 mg/L. Entre los datos cuantificados se observan valores puntuales elevados, como 57 mg/L en la SZH Río San Miguel (expediente LAM4174, noviembre de 2024, aguas abajo de un punto de vertimiento sobre la Quebrada El Diamante en el municipio de Puerto Asís), mientras que los demás registros se mantienen por debajo de 7 mg/L. En relación con los Fenoles, se presentan 428 datos no detectados con límites de 0.0002, 0.01, 0.1 y 0.2 mg/L, lo que indica que dichos valores no superan 0.2 mg/L. Se dispone adicionalmente de 94 datos cuantificados. En la SZH Alto Río Putumayo, la media registrada fue de 0.06 mg/L en 2022 y de 0.01 mg/L en 2024.

Para el parámetro de Grasas y Aceites, se reportan 449 valores no detectados (Límites de detección entre 0.05 y 10 mg/L) y 170 detectados. En la SZH Alto Caquetá, los valores más altos corresponden a 5 mg/L en 2021 y 1.5 mg/L en 2024. En la SZH Río Mecaya, el valor máximo registrado fue de 0.80 mg/L en 2023. En el Alto Río Putumayo se identificó un valor atípico de 3 mg/L en la Quebrada El Nacadero en marzo de 2022. En el Río Putumayo Medio, como resultado de la caracterización ambiental del expediente LAV0054-00-2022, se reportaron concentraciones entre 2.28 y 4.58 mg/L en noviembre de 2021 en sectores como la Quebrada Agua Negra y el Caño El Temblón en el municipio de Puerto Asís. Finalmente, en la SZH Río San Miguel se registró el valor más alto durante 2024 (61.20 mg/L), asociados al expediente LAM4174, en noviembre sobre la Quebrada El Diamante y aguas abajo de un punto de vertimiento.

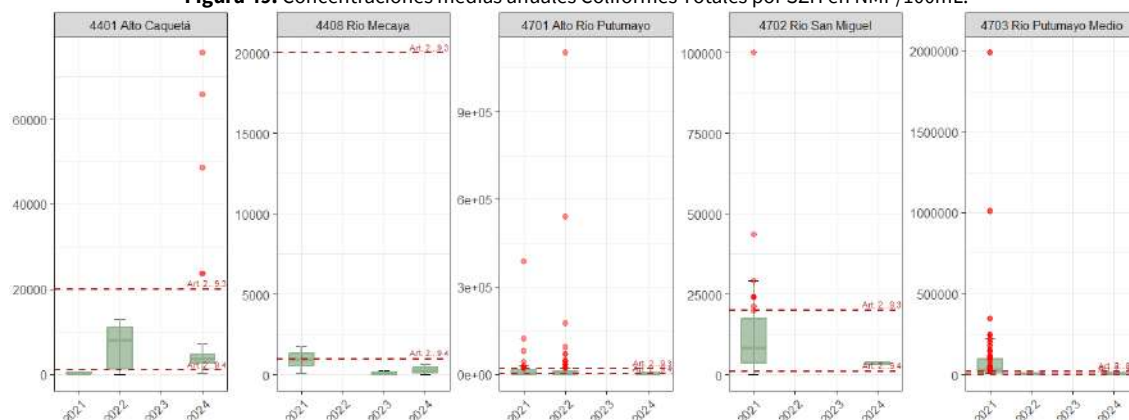
En términos generales, la alta proporción de datos no cuantificables indica que la mayoría de los registros presentan concentraciones de Hidrocarburos Totales, Fenoles y Grasas y Aceites por debajo de los límites de detección empleados. No obstante, los valores elevados observados en 2024 en las SZH Alto Río Putumayo y Río San Miguel, asociados principalmente al expediente LAM4174, sugieren la presencia de episodios puntuales de incremento en compuestos de origen petroquímico o fenólico. La escasez y heterogeneidad de la información limita la identificación de tendencias sostenidas; sin embargo, los picos registrados evidencian posibles aportes antrópicos localizados que requieren verificación y seguimiento.

Es importante señalar que, mediante el Concepto Técnico No. 004982 del 8 de julio de 2025, asociado al expediente LAM4174, se identificó la presencia de concentraciones detectables de Hidrocarburos Totales y de Grasas y Aceites vinculadas a un pasivo ambiental ubicado en el área. Si bien estos hallazgos explican parcialmente los valores elevados registrados en 2024, se recomienda realizar un seguimiento detallado de estos parámetros y, de ser necesario, implementar medidas de manejo adicionales para prevenir afectaciones locales en la calidad del agua.



Coliformes Totales:

Figura 49. Concentraciones medias anuales Coliformes Totales por SZH en NMP/100mL.



Límites de referencia: D 1076/2015 Art 2.2.3.3.9.3 Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico (20000 NMP/100ml Art. 2...9.3) y D 1076/2015 Art 2.2.3.3.9.4 Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico (1000 NMP/100ml Art. 2...9.4).

Fuente: ANLA, 2025

La Figura 49 evidencia un comportamiento heterogéneo entre las Subzonas Hidrográficas (SZH), con presencia recurrente de valores que superan ampliamente los límites de referencia establecidos en el Artículo 2.2.3.3.9.3 y Artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015. En general, se registran valores atípicos extremadamente altos que incrementan el riesgo sanitario y confirman episodios puntuales de contaminación fecal significativa.

En las SZH Alto Caquetá y Río Mecaya, las concentraciones presentan una variabilidad moderada, con picos que alcanzan aproximadamente 60 000 NMP/100 mL en 2024 (Alto Caquetá) y 2 300 NMP/100 mL en 2021 (Mecaya). Sin embargo, las situaciones más críticas se observan en las SZH Alto Río Putumayo, Río San Miguel y Río Putumayo Medio, donde los valores atípicos superan en algunos años los 900 000 NMP/100 mL en 2022 y alcanzan hasta 2 000 000 NMP/100 mL en 2021. Estas concentraciones excepcionalmente elevadas evidencian eventos de contaminación fecal severa, posiblemente relacionados con el crecimiento de asentamientos urbanos, el manejo inadecuado de aguas residuales, la disposición directa de vertimientos o descargas no autorizadas en quebradas y caños tributarios.

En coherencia con estos resultados, se amplió la ventana de análisis para contrastar los datos con la calidad del recurso hídrico superficial y subterráneo (2012 -2024). Se graficaron los puntos donde se registran sobrepasos a los criterios del Artículo 2.2.3.3.9.3 del Decreto 1076/2015, tanto para coliformes totales (20 000 NMP/100 mL) como para coliformes fecales (2 000 NMP/100 mL). Los sobrepasos se identifican en diferentes SZH y municipios del área de estudio, destacándose las SZH Alto Río Putumayo y Río Putumayo Medio en los municipios de Villagarzón, Puerto Asís y Orito, así como la SZH Alto Caquetá en jurisdicción de Mocoa.

Desde un enfoque ambiental, este patrón de variabilidad sugiere que los cuerpos de agua en estas zonas enfrentan presiones crecientes por actividades antrópicas, especialmente en contextos con infraestructura sanitaria limitada. La recurrencia de valores máximos muy por encima de los criterios regulatorios implica riesgos para los usos del recurso hídrico asociados a recreación con contacto primario, consumo humano previo a potabilización y preservación de la biota acuática. Esta situación se agrava ante la ausencia o insuficiencia de sistemas de tratamiento para la potabilización del agua en el área de estudio.

Metales Pesados:

Se definen como elementos metálicos de interés al Bario (Ba), Cadmio (Cd), Níquel (Ni), Mercurio (Mg) y Plomo (Pb), debido a su asociación con actividades desarrolladas en el área de estudio entre esas del sector de hidrocarburos y de minería.

Tabla 39. Excedencias en los datos de monitoreo de metales pesados para el área de estudio del reporte.

Parámetro	Excedencias				Límite Art. 2.2.3.3.9.4 Dec 1076	Descripción Excedencias
	2021	2022	2023	2024		
Bario	✗	✓	✓	✗	1.0 mg/L	2021: LAM3276 – Evento contingente (3,23 mg/L) Quebrada Guineíta (SZH Río San Miguel). 2024: LAM4174 - Salida PTAR industrial Cohembí 1, con valores de 12, 10, 14 y 18 mg/L y Salida PTAR industrial Cohembí 6, con valores de 13, 9, y 3 mg/L (SZH Alto Río Putumayo).
Cadmio	✗	✓	✓	✓	0.01 mg/L	2021: LAM2469 – 1 dato (0.029 mg/L) en el punto de captación 1 sobre el río Guamez (SZH Alto Río Putumayo).
Mercurio	✗	✗	---	✓	0.002 mg/L	2021: LAM2462 – 1 dato (0.0043 mg/L) aguas arriba del punto de captación 1 sobre el río Guamez (SZH Alto Río Putumayo). LAM2469 – 1 dato (0.0039 mg/L) aguas arriba del punto de captación 3 sobre el río Amaroncito. 2022: LAV0047-00-2023 – 1 dato (2 mg/L) Laguna Documa levantamiento de línea base (SZH Alto Río Putumayo).
Níquel	✓	✗	✓	✓	0.2 mg/L	2021: LAV0047-00-2023 – 1 dato (4.1 mg/L) sobre el río Acae levantamiento de línea base (SZH Alto Río Putumayo).
Plomo	✗	✗	✓	✓	0.05 mg/L	2021: LAM6356 – 1 dato (0.3 mg/L) nacedero (SZH Alto Caquetá). LAV0054-00-2022 – 1 dato (0.1 mg/L) aguas arriba ocupación cauce Quebrada Agua Negra (SZH Río Putumayo Medio). 2022: LAV0056-00-2015 – 1 dato (0.2 mg/L) aguas abajo captación Quebrada Manuela (SZH Alto Río Putumayo).

Fuente: ANLA, 2025

Vale la pena destacar que, en la Tabla 39, se señalan en color amarillo los casos en los que no es posible verificar excedencias frente al límite de referencia establecido en el Decreto 1076 de 2015, específicamente en el Art. 2.2.3.3.9.4 – Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico. Adicionalmente, la presencia de una “X” en color rojo indica aquellos casos en los que se identifican excedencias del límite de referencia, mientras que el símbolo “✓” en color verde corresponde a los casos en los que todos los datos cuantificados se encuentran por debajo del límite establecido. Esta limitación no obedece a la ausencia de riesgo, sino a restricciones analíticas asociadas a los límites de detección empleados por los laboratorios durante algunos periodos de reporte.

En el caso del Cadmio, los proyectos reportan valores no cuantificados, con límites de detección que varían ampliamente entre 0.00025 mg/L y 2 mg/L, lo cual imposibilita determinar cumplimiento cuando el límite normativo se encuentra por debajo del valor mínimo detectable. Para el Níquel, se presenta una única excepción asociada al uso de un límite de detección de 25 mg/L en 2021 para el expediente LAM3276, valor muy superior al umbral regulatorio, lo que impide verificar el cumplimiento en ese año. De manera similar, para el Plomo, solo en 2021 y 2022 se emplearon límites de 0.1 mg/L y 25 mg/L (expedientes LAM3276 y LAM3518, respectivamente), restringiendo la evaluación del cumplimiento normativo en esos periodos. Para el Mercurio, los límites de detección se encuentran entre de 0,003 mg/L a 1 mg/L, donde los valores más altos de estos límites se presentaron en el 2021 (0,001 y 1 mg/L) y en el 2022 (0,002 mg/L).

En términos generales, no se evidencian tendencias crecientes ni sostenidas en las concentraciones de metales en los cuerpos de agua monitoreados por la ANLA; los registros disponibles muestran únicamente eventos puntuales de excedencia asociados a condiciones específicas. Aun así, se recomiendan acciones para aquellos proyectos donde se detectaron valores superiores a los normativos, orientadas a fortalecer y mantener de manera rigurosa los programas de monitoreo y avanzar en la estandarización de límites de detección entre proyectos, garantizando así la comparabilidad y calidad técnica de la información reportada.

Sin embargo, aunque los análisis fisicoquímicos del agua no presentan detecciones de metales pesados por encima de los límites analíticos, la evidencia científica reciente sugiere que la situación en la Amazonía es más



compleja y exige un enfoque precautorio. El informe 2019 del Instituto SINCHI indica que, pese a que los ecosistemas lóticos conservan buena parte de su estructura y función, existe un porcentaje significativo de peces de consumo con concentraciones de mercurio total superiores al límite recomendado por la OMS (0.5 mg Hg/kg), particularmente en especies carnívoras con mayor capacidad de bioacumulación. Este hallazgo confirma que la evaluación fisicoquímica del agua es insuficiente para asegurar la inocuidad de los recursos hidrobiológicos, por lo que se requiere un monitoreo integral que incorpore agua, sedimentos y biota en distintos momentos hidrológicos (Instituto SINCHI — IERNA, 2019).

A esta complejidad se suma la presión creciente por minería ilegal de oro de aluvión, identificada por el Observatorio de Conflictos Socioambientales de la Amazonía en ríos como Caquetá, Putumayo, Apaporis, Cotuhé, Inírida y Guainía, entre otros. Sobrevuelos de la FCDS y reportes del sistema SAI-EVOA (UNODC–Ministerio de Minas) evidencian densidades altas y muy altas de explotación ilícita en varios de estos cursos hídricos, confirmando la expansión y persistencia del fenómeno. Este tipo de actividad constituye una de las principales fuentes potenciales de liberación de mercurio hacia los ecosistemas acuáticos, lo que refuerza la necesidad de interpretar los resultados ambientales a la luz de estas presiones regionales y de priorizar esquemas de monitoreo que permitan identificar riesgos para la biota acuática y la salud humana (Observatorio Amazonia, 2022).

A esta complejidad se suma la presión creciente por minería ilegal de oro de aluvión, identificada por el Observatorio de Conflictos Socioambientales de la Amazonía en ríos como Caquetá, Putumayo, Apaporis, Cotuhé, Inírida y Guainía, entre otros. Sobrevuelos de la FCDS y reportes del sistema SAI-EVOA (UNODC–Ministerio de Minas) evidencian densidades altas y muy altas de explotación ilícita en varios de estos cursos hídricos, confirmando la expansión y persistencia del fenómeno. Este tipo de actividad constituye una de las principales fuentes potenciales de liberación de mercurio hacia los ecosistemas acuáticos, lo que refuerza la necesidad de interpretar los resultados ambientales a la luz de estas presiones regionales y de priorizar esquemas de monitoreo que permitan identificar riesgos para la biota acuática y la salud humana.

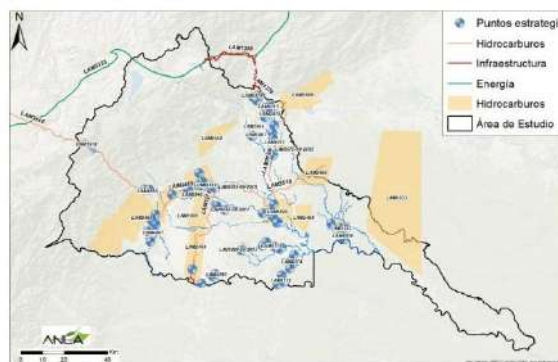
C. ESTRATEGIA DE MONITOREO PARA EL ALTO RÍO PUTUMAYO

Las estrategias de monitoreo tienen como objetivo central la identificación de impactos acumulativos en el componente hídrico superficial, mediante el seguimiento sistemático de la dinámica del recurso y la estandarización de las condiciones de tiempo, modo y lugar en que se ejecutan los monitoreos en una región priorizada.

En el caso del Alto Río Putumayo, la estrategia fue formulada en 2021 como respuesta a la alta relevancia del componente hídrico superficial identificada por la ANLA en el Reporte de Alertas Regional del departamento del Putumayo (2017). Dicho reporte evidenció limitaciones estructurales en la información disponible, incluyendo: diferencias metodológicas entre proyectos, vacíos de monitoreo en zonas críticas, y falta de comparabilidad regional. Estas condiciones impedían realizar un análisis integrado del estado del recurso, afectando la capacidad institucional para anticipar riesgos y gestionar impactos acumulativos derivados de actividades licenciadas. En consecuencia, se estableció la necesidad de una red de monitoreo sectorial y regionalizada que permitiera caracterizar de manera consistente la dinámica hidrológica y la calidad del agua, mejorar la toma de decisiones ambientales y optimizar la gestión del recurso hídrico en la zona de influencia.

A partir de este diagnóstico, la estrategia definió una red compuesta por 61 puntos de monitoreo, asociados a 20 expedientes de competencia de la ANLA (LAM4479, LAM4113, LAM2078, LAV0009-00-2019, LAM4323, LAV0075-00-2015, LAM5887, LAM4077, LAM5025, LAM3565, LAM4609, LAM4174, LAV0056-00-2015, LAV0020-00-2017, LAM4990, LAM2469, LAV0042-00-2017, LAM4847, LAM4650 y LAM3552) (Figura 50).

Figura 50. Propuesta Red de Monitoreo Estrategia Alto Río Putumayo.



Fuente: ANLA, 2017

Al corte de septiembre de 2025, el avance en la implementación de la estrategia evidencia un progreso gradual pero aún insuficiente:

- ✓ 11 proyectos han sido identificados como viables para la imposición de la estrategia.
- ✓ 6 expedientes se encuentran en fase 2, es decir, en proceso de implementación dentro de cada proyecto (LAM2078, LAM4113, LAM4479, LAM4990, LAV0009-00-2019 y LAV0056-00-2015).
- ✓ 2 expedientes están en trámite de acto administrativo para formalizar las nuevas obligaciones (LAM2469 y LAV0075-00-2015).
- ✓ Solo 3 expedientes están reportando datos conforme a los lineamientos técnicos de la estrategia (LAM4174, LAM4609 y LAV0020-00-2017).

Como resultado, todavía no se cuenta con un Informe del Estado de los Recursos Naturales (IERRNN) específico para esta estrategia, debido a que la cantidad de información disponible sigue siendo limitada para un análisis integrador regional. No obstante, parte de los datos reportados han sido incorporados en el análisis previo de calidad de agua, permitiendo un avance inicial en la caracterización del estado del recurso.

D. MODELACIÓN HÍDRICA SUPERFICIAL - CANTIDAD DE AGUA

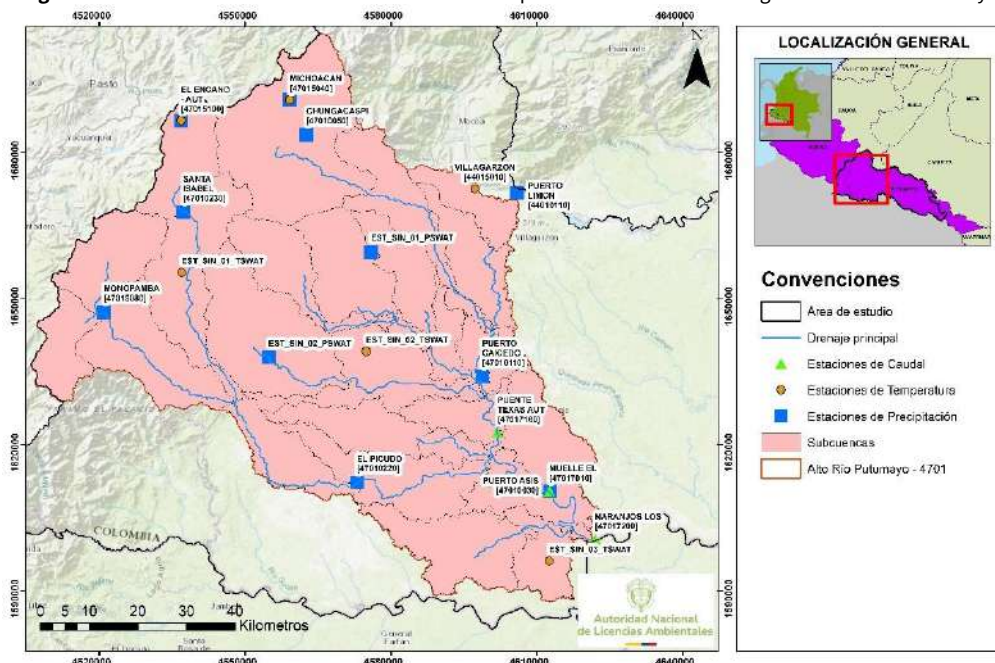
Objetivo específico del ejercicio de modelación

Caracterizar el régimen de cantidad de agua en las subcuencas de la Subzona Hidrográfica Alto Río Putumayo (4701) mediante la estimación de caudales característicos (Q_{med} , $Q_{máx}$, $Q_{mín}$, Q_{95} y $7Q_{10}$), con el propósito de cuantificar la variabilidad intra-anual, identificar los meses más húmedos y secos, determinar los años extremos (húmedos y secos) e inferir la oferta hídrica disponible por subcuenca. Asimismo, evaluar la sensibilidad de estos indicadores hidrológicos bajo escenarios prospectivos de cambio climático mediante la simulación del escenario SSP3-7.0 de la Cuarta Comunicación Nacional (IDEAM, 2024), y actualizar la hidrología de los tramos de los ríos Orito y Guamuez (principales receptores de vertimientos en el área regionalizada) como insumo para el modelo de calidad de agua, con el fin de evidenciar potenciales impactos acumulativos y sustentar recomendaciones de gestión para condiciones actuales y futuras.

Información utilizada

Como base climática histórica se emplearon series regionalizadas provenientes de estaciones sintéticas derivadas de reanálisis (ver capítulo XI “CARACTERIZACIÓN CLIMA” y Figura 51), las cuales suministran información de precipitación y temperatura máxima y mínima para el periodo 1984 - 2024. Estas series se construyeron a partir de bases de datos del IDEAM y de información proveniente de CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data). Para la condición de clima futuro, se utilizaron las proyecciones de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático bajo el escenario SSP3-7.0, incorporando precipitación y temperatura (máxima y mínima) para el periodo 2021 - 2100 como forzantes de los escenarios hidrológicos. La hidrometría observada (caudales medios diarios m^3/s) correspondió al periodo 1999 - 2024 para la estación PUENTE TEXAS AUT (código 47017160, IDEAM), empleada como referencia para la calibración regional de la subzona Alto Río Putumayo (4701).

Figura 51. Localización de las estaciones seleccionadas para la modelación hidrológica del Alto Río Putumayo.



Fuente: ANLA a partir de datos del IDEAM (2025) y estaciones sintéticas definidas en el presente estudio

Además de la información hidroclimatológica, para el desarrollo del modelo hidrológico en la SZH 4701 se integró información temática y fisiográfica de alta resolución. Se empleó el mapa de coberturas derivado de imágenes de la Agencia Espacial Europea (ESA), generadas a partir de los sensores Sentinel-1 y Sentinel-2 con resolución espacial de 10 m. Asimismo, se incorporaron los tipos de suelos y el modelo de elevación del terreno (DEM) obtenidos del IGAC, este último con una resolución de 38.2 m.

Metodología

Para el desarrollo del modelo hidrológico en la SZH 4701, se empleó el programa SWAT de tipo semi-distribuido. El modelo hidrológico desarrolla balances hídricos en cada una de las subcuencas, basado en información de precipitación y temperatura (máxima y mínima). En este sentido, la construcción del modelo hidrológico inició con la definición del área de modelación (SZH 4701), seleccionada debido a la alta concentración de permisos de concesión, ocupación y vertimientos asociados a proyectos licenciados por la ANLA. Esta delimitación permitió focalizar la modelación sobre las cuencas con mayor presión sobre el recurso hídrico superficial y con potencial de afectaciones acumulativas.

Posteriormente, se realizó la compilación y procesamiento de la información climática e hidrometeorológica, insumo fundamental para el modelo SWAT. Se integraron series diarias de precipitación y temperatura máxima y mínima obtenidas del IDEAM. Adicionalmente, para mejorar la representación espacial del clima se incorporaron datos de CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data), que complementan áreas con menor densidad de estaciones meteorológicas.

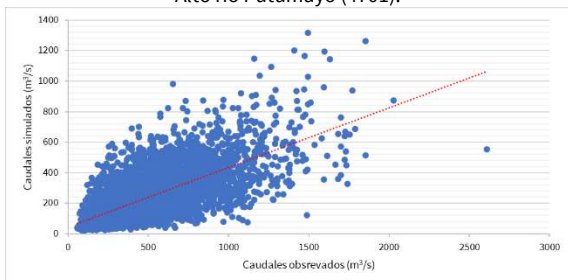
En paralelo, se construyó la base espacial del modelo utilizando diversa cartografía temática: el mapa de coberturas obtenido de imágenes Sentinel-1 y Sentinel-2, los tipos de suelo y el Modelo de Elevación Digital. A partir del cruce de estas capas (coberturas, pendientes y suelos) se generaron las Unidades de Respuesta Hidrológica (URH), previamente estimadas en el estudio de línea base del Putumayo de 2022 y utilizadas como insumo para la modelación actual.

Con la información climática y espacial estructurada, se procedió a la configuración del modelo SWAT de tipo semi-distribuido, donde se representaron las subcuencas y URH de la SZH. El modelo fue diseñado para simular los procesos de precipitación-escorrentía, evapotranspiración, infiltración, flujo base, recarga y transporte en



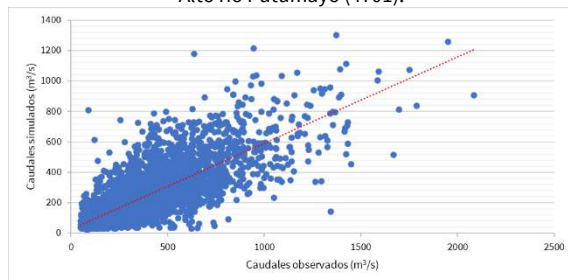
cauces, generando balances hídricos diarios en cada subcuenca. La etapa de calibración y validación del modelo utilizó series de caudales medios diarios provenientes de la estación hidrológica PUENTE TEXAS AUT del IDEAM. Para la calibración se emplearon dos tercios de la serie histórica (1999-2014) y para la validación un tercio restante (2015-2024). El ajuste se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson, obteniendo valores de 0.5 para la calibración (ver Figura 52) y 0.6 para la validación (ver Figura 53), lo que indica un desempeño adecuado para modelos hidrológicos a escala diaria, según la literatura técnica.

**Figura 52. Calibración modelo hidrológico SZH
Alto río Putumayo (4701).**



Fuente: ANLA, 2025

**Figura 53. Validación modelo hidrológico SZH
Alto río Putumayo (4701).**



Fuente: ANLA, 2025

Con los parámetros calibrados y validados, se ejecutaron simulaciones por subcuenca para el periodo histórico 1987-2024 (forzado con precipitación y temperaturas del análisis) y para el periodo futuro 2021-2100 bajo SSP3-7.0. A partir de estas simulaciones se calcularon indicadores hidrológicos relevantes para la gestión ambiental: caudales ambientales, mínimos, máximos, oferta hídrica total y oferta hídrica disponible (OHD).

Supuestos de modelación

La modelación hidrológica se desarrolló a paso diario y bajo un esquema semi-distribuido, mediante la desagregación espacial en subcuencas y Unidades de Respuesta Hidrológica (URH). En este enfoque, se asume que dentro de cada URH existe homogeneidad interna en cuanto a la combinación de uso del suelo, tipo de suelo y pendiente, de modo que la variabilidad espacial fina no representada se considera secundaria para los fines del estudio. Se entiende que la agregación de procesos a nivel de URH es suficiente para capturar la señal hidrológica dominante en la SZH 4701 y para la estimación de los caudales medios diarios, caudales ambientales, mínimos, máximos y oferta hídrica disponible.

Para el clima histórico, se asume la representatividad regional de las series de precipitación y temperatura obtenidas del IDEAM y complementadas con datos CHIRPS, en especial hacia las zonas medias y bajas de la subzona donde la densidad de estaciones es menor. Se considera que la combinación de registros en estación y datos satelitales captura de forma adecuada la variabilidad espaciotemporal relevante para el periodo 1999 - 2024 utilizado en la calibración y validación del modelo. De igual forma, se asume que la estructura del modelo SWAT es lo suficientemente sensible a las variaciones en precipitación y temperatura para reproducir los patrones de escorrentía característicos del área.

Respecto a los datos espaciales, se asume la consistencia temática y geométrica del mapa de coberturas generado a partir de imágenes Sentinel-1 y Sentinel-2 (10 m) y de los tipos de suelo y DEM obtenidos del IGAC (resolución 38,2 m). La generación de URH a partir del cruce de estas capas se considera apropiada para representar la heterogeneidad fisiográfica relevante para el modelado hidrológico, aceptando que cambios submensuales en el uso del suelo o la cobertura vegetal no son explícitamente representados en el modelo.

En la calibración y validación, se supone que los datos observados de caudal en la estación PUENTE TEXAS AUT del IDEAM, presentan suficiente calidad y continuidad para ajustar el modelo. Se considera válida la transferencia espacial de los parámetros calibrados al resto de subcuencas de la SZH, dado que estas comparten condiciones climáticas, fisiográficas y funcionales dentro del mismo sistema hidrográfico. Los coeficientes de correlación obtenidos (0.5 en calibración y 0.6 en validación) son aceptados como evidencia de



un desempeño adecuado del modelo para simulaciones a escala diaria, según criterios de referencia en la literatura. Se asume además la ausencia de cambios significativos en obras de regulación hidráulica o grandes intervenciones hidrológicas durante el periodo analizado que pudieran distorsionar la señal de caudales observada.

Para los escenarios de cambio climático, se adopta la consistencia interna de las proyecciones bajo el escenario SSP3-7.0, incluyendo su reducción de escala y correcciones de sesgo. Se asume que los campos de temperatura y precipitación proyectados representan adecuadamente los cambios esperados para los horizontes 2021 – 2100. La estructura del modelo SWAT, así como sus parámetros calibrados bajo el clima histórico, se mantiene fija en las simulaciones futuras, de forma que los cambios en los caudales emergen exclusivamente de las alteraciones proyectadas en precipitación y temperatura, sin incorporar variaciones explícitas en coberturas, uso del suelo, infraestructura hidráulica o demanda hídrica futura.

Resultados (Hallazgos principales escenario actual y cambio climático)

ESCENARIO HISTORICO (1999–2024)

Al igual que en el reporte anterior, para la SZH 4701 se estimaron caudales ambientales aplicando cinco (5) metodologías basadas exclusivamente en criterios hidrológicos: el Índice de Regulación Hídrica (IRH), los percentiles Q90, Q95 y Q97.5 de la curva de duración de caudales medios diarios, y el caudal 7Q10 propuesto por Gao et al. (2010) (ver Tabla 40). Estas metodologías permiten mantener la coherencia comparativa entre ambas evaluaciones y proporcionan un rango amplio de posibles valores de caudal ambiental para cada subcuenca. En este sentido, para la subcuenca Río Putumayo (San Pedro-Alguacil), el caudal ambiental por el IRH es de $7.57 \text{ m}^3/\text{s}$, frente a $4.26 \text{ m}^3/\text{s}$ estimados en el reporte anterior, lo que representa un incremento superior al 75 %. Este comportamiento se repite en las subcuencas principales del Putumayo.

En las subcuencas de montaña, los cambios son menores. En el río Alisales, el caudal IRH disminuye ligeramente de $3.10 \text{ m}^3/\text{s}$ en 2022 a $2.91 \text{ m}^3/\text{s}$ en 2025, mientras que Q95 y Q97.5 muestran diferencias inferiores a $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Esto confirma que las zonas de cabecera mantienen estabilidad hidrológica, con variaciones pequeñas atribuibles a las variaciones climáticas presentadas en los últimos 2 años.

Tabla 40. Resultados obtenidos de caudal ambiental por diferentes metodologías para la SZH del Alto río Putumayo (4701).

Subcuenca	Nombre de subcuencas	IRH	Caudal ambiental (m³/s)				
			Caudal ambiental (IRH)	Caudal ambiental Q90	Caudal ambiental Q95	Caudal ambiental Q97.5	Caudal ambiental 7Q10
1	Río Putumayo (Río San Pedro - Río Alguacil)	0.52	7.57	4.14	3.41	2.86	6.53
2	Laguna La Cocha	0.59	1.89	1.54	1.42	1.34	1.91
3	Río Guineo (Nacimiento - Río Nabayaco)	0.51	3.18	2.30	2.06	1.90	3.32
4	Río Putumayo (Río Guineo - TEM-CSPLAM5887-0003)	0.60	16.35	8.82	7.13	6.18	12.02
5	Río Alisales (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	0.52	2.91	1.37	0.95	0.65	2.02
6	Río San Juan (Nacimiento - Río Conejo)	0.66	3.38	2.49	2.21	2.00	5.04
7	Río Afladores (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	0.53	2.49	1.56	1.27	1.07	2.05
8	Río Guineo (Río Nabayaco - Afluencia Río Putumayo)	0.61	13.62	6.53	5.27	4.81	7.87
9	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM5887-0003 - Río Guineo)	0.63	20.62	10.61	8.05	6.93	13.60
10	Río Conejo	0.60	1.89	1.17	0.89	0.74	2.92
11	Río San Juan (Río Conejo - Río Vides)	0.67	6.75	4.75	3.99	3.51	8.55
12	Río Vides	0.62	1.72	1.13	0.95	0.84	2.91
13	Río San Juan (Río Vides - Afluencia Río Putumayo)	0.69	12.79	8.75	7.35	6.47	13.71
14	Río Putumayo (Río Guineo - Río San Juan)	0.70	36.73	27.89	19.03	14.90	26.61
15	Río Orito (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2205-0007)	0.67	8.38	6.67	5.77	5.13	9.70
16	Quebrada el Venado	0.72	55.19	42.96	30.70	24.65	41.66
17	Río Orito (TEM-CSP-LAM2205-0007 - Afluencia Río Putumayo)	0.70	18.20	15.95	13.83	12.45	18.66
18	Río Sucio (Río Afladores - Río Guamuez)	0.57	12.31	6.57	4.92	4.02	8.34
19	Río Guamuez (Laguna La Cocha - Río Sucio)	0.81	18.18	17.17	15.56	13.83	20.68
20	Río Putumayo (Río Orito - PUENTE TEXAS AUT [47017160])	0.73	80.50	64.38	48.08	38.62	62.88
21	Río Acaé (Nacimiento - TEM-CSPLAV0042-00-2017-0003)	0.52	4.21	3.07	2.74	2.50	4.11
22	Río Putumayo (PUENTE TEXAS AUT [47017160] - Río Guamuez)	0.74	83.66	67.17	49.04	38.88	63.50
23	Río Acaé (TEM-CSP-LAV0042-00-2017-0003 - Afluencia Río Putumayo)	0.64	8.62	5.32	4.25	3.76	5.75
24	Río Putumayo (Río Acaé - Río Guamuez)	0.74	94.88	75.72	55.75	44.03	72.15
25	Río Putumayo (Río Guamuez - TEM-CSPLAM4174-0003)	0.77	173.10	142.80	111.14	90.60	830.30
26	Río Guamuez (Río Sucio - EL PICUDO [47010220])	0.72	40.86	35.81	30.44	27.52	37.54
27	Río Guamuez (EL PICUDO [47010220] - Afluencia Río Putumayo)	0.74	57.27	48.95	40.92	35.32	53.38
28	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM4174-0003 - Río Cohembi)	0.78	199.20	167.22	129.88	104.44	150.93
29	Río Cohembi (TEM-CSP-LAM2469-0026 - Afluencia Río Putumayo)	0.67	13.97	8.89	7.58	6.84	11.66
30	Río Putumayo (Río Cohembi - Final SZH 4701)	0.78	216.50	182.06	142.20	115.80	163.50
31	Río Cohembi (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2469-0026)	0.67	9.55	6.18	5.30	4.76	8.08

Fuente: ANLA, 2025

Un comportamiento distinto se observa en ríos con aportes medios y altos. El río Guineo, por ejemplo, muestra incrementos importantes entre ambos reportes. En el tramo alto (subcuenca 3), el caudal IRH aumenta de 2.46 m³/s (2022) a 3.18 m³/s. En el tramo medio (subcuenca 8), el caudal IRH pasa de 13.56 m³/s a 13.62 m³/s; sin embargo, el Q90 sube de 5.94 m³/s a 6.53 m³/s y el Q95 de 4.92 m³/s a 5.27 m³/s, mostrando un incremento claro en los caudales de baja probabilidad.

En el río Orito, donde históricamente se concentran permisos de captación, la comparación muestra diferencias marcadas. En la subcuenca alta (15), el IRH en 2022 era 6.62 m³/s, mientras que en 2025 asciende a 8.38 m³/s. En el tramo medio-bajo (17), el IRH pasa de 16.62 m³/s (2022) a 18.20 m³/s (2025). Este incremento se mantiene en todos los métodos: por ejemplo, el Q90 sube de 13.27 a 15.95 m³/s, y el Q95 de 9.87 a 13.83 m³/s, lo cual indica que el nuevo modelo simula una mayor estabilidad del caudal base.

En cuanto al río Acaé, también se identifican diferencias relevantes. En la cuenca alta (subcuenca 21), el caudal IRH en 2022 era 3.82 m³/s, mientras que en el presente reporte es 4.21 m³/s. En la cuenca baja (23), se reporta un incremento del caudal IRH de 6.24 m³/s a 8.62 m³/s y en el Q95, el valor pasa de 2.68 m³/s a 4.25 m³/s. Estas



diferencias reflejan que, con la nueva información climática y espacial, el modelo estima una mayor capacidad de regulación.

En los tramos principales del río Guamuez, las variaciones también son significativas. En el tramo alto (subcuenca 19), el caudal IRH aumentó de 16.79 m³/s (2022) a 18.18 m³/s, mientras que en el tramo bajo (subcuenca 27) el caudal IRH pasó de 40.75 m³/s a 57.27 m³/s, un incremento notable de más del 40 %. Dicho aumento se refleja también en el Q95, que pasó de 31.51 m³/s a 40.92 m³/s.

Finalmente, en el río Putumayo, corriente principal de la subzona, los incrementos entre reportes son los más marcados. En el tramo previo a la confluencia con el río Guamuez (subcuenca 24), el caudal IRH pasa de 106.86 m³/s (2022) a 94.88 m³/s, mostrando una ligera disminución; sin embargo, en los tramos posteriores el comportamiento se invierte. En el tramo Guamuez-Cohembi (subcuenca 28) el caudal IRH sube de 196.52 a 199.20 m³/s, mientras que al final de la SZH (subcuenca 30) el IRH aumenta de 201.80 m³/s (2022) a 216.50 m³/s (2025). Asimismo, el Q97.5 sube de 85.51 m³/s a 115.80 m³/s, lo que representa un incremento superior al 35 % en el caudal ambiental bajo condiciones más restrictivas.

De la misma forma, se estimaron los caudales mínimos en cada una de las subcuencas para distintos periodos de retorno (Tabla 41). En este sentido, en las subcuencas de cabecera los caudales mínimos permanecen relativamente estables en comparación con los valores reportados en 2022. Por ejemplo, en Laguna La Cocha, para el presente reporte se obtienen caudales para un Pr2 de 1.21 m³/s y para un Pr20 de 1.03 m³/s, valores muy similares a los estimados en 2022 (entre 1.10 y 1.00 m³/s). El río Conejo presenta un caudal para el Pr2 de 0.90 m³/s, coherente con el rango del informe anterior (0.80–1.00 m³/s). Este conjunto de resultados sugiere que los procesos hidrológicos en las zonas de alta montaña no difieren sustancialmente entre ambos reportes, reflejando estabilidad fisiográfica y climática en la SZH.

Tabla 41. Resultados obtenidos de caudal mínimo para diferentes periodos de retorno en la SZH del Alto río Putumayo (4701).

Subcuencas	Nombre de subcuencas	Caudales mínimos (m ³ /s)				
		Pr2	Pr5	Pr10	Pr15	Pr20
1	Río Putumayo (Río San Pedro - Río Alguacil)	2.95	2.20	1.93	1.81	1.74
2	Laguna La Cocha	1.21	1.05	1.03	1.03	1.03
3	Río Guineo (Nacimiento - Río Nabayaco)	1.88	1.55	1.48	1.46	1.45
4	Río Putumayo (Río Guineo - TEM-CSPLAM5887-0003)	5.92	4.22	3.87	3.77	3.73
5	Río Alisales (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	0.47	0.20	0.13	0.11	0.09
6	Río San Juan (Nacimiento - Río Conejo)	2.28	1.78	1.67	1.65	1.64
7	Río Afladores (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	1.03	0.75	0.65	0.61	0.58
8	Río Guineo (Río Nabayaco - Afluencia Río Putumayo)	4.67	4.02	3.89	3.85	3.83
9	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM5887-0003 - Río Guineo)	6.22	4.44	4.09	3.99	3.95
10	Río Conejo	0.90	0.45	0.37	0.35	0.34
11	Río San Juan (Río Conejo - Río Vides)	2.96	2.42	2.36	2.35	2.35
12	Río Vides	1.08	0.70	0.62	0.60	0.59
13	Río San Juan (Río Vides - Afluencia Río Putumayo)	6.68	5.02	4.68	4.58	4.54
14	Río Putumayo (Río Guineo - Río San Juan)	11.95	10.00	9.79	9.75	9.74
15	Río Orito (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2205-0007)	5.98	4.79	4.28	4.06	3.91
16	Quebrada el Venado	20.94	17.62	16.39	15.87	15.55
17	Río Orito (TEM-CSP-LAM2205-0007 - Afluencia Río Putumayo)	11.67	10.16	9.83	9.74	9.70
18	Río Sucio (Río Afladores - Río Guamuez)	3.55	2.33	1.86	1.66	1.54
19	Río Guamuez (Laguna La Cocha - Río Sucio)	16.31	13.66	12.02	11.14	10.54
20	Río Putumayo (Río Orito - PUENTE TEXAS AUT [47017160])	32.60	27.40	25.46	24.63	24.14
21	Río Acaé (Nacimiento - TEM-CSPLAV0042-00-2017-0003)	2.34	2.09	2.08	2.08	2.08
22	Río Putumayo (PUENTE TEXAS AUT [47017160] - Río Guamuez)	32.73	27.40	25.42	24.57	24.06
23	Río Acaé (TEM-CSP-LAV0042-00-2017-0003 - Afluencia Río Putumayo)	3.65	3.12	2.96	2.90	2.87
24	Río Putumayo (Río Acaé - Río Guamuez)	36.94	31.00	28.75	27.78	27.19
25	Río Putumayo (Río Guamuez - TEM-CSPLAM4174-0003)	74.46	62.44	57.33	55.01	53.57
26	Río Guamuez (Río Sucio - EL PICUDO [47010220])	25.69	22.24	20.60	19.84	19.38
27	Río Guamuez (EL PICUDO [47010220] - Afluencia Río Putumayo)	31.91	27.37	25.19	24.18	23.56
28	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM4174-0003 - Río Cohembi)	85.75	71.08	64.84	62.02	60.26
29	Río Cohembi (TEM-CSP-LAM2469-0026 - Afluencia Río Putumayo)	7.29	6.23	5.86	5.70	5.61
30	Río Putumayo (Río Cohembi - Final SZH 4701)	94.44	78.03	71.06	67.90	65.94
31	Río Cohembi (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2469-0026)	4.98	4.15	3.95	3.89	3.86

Fuente: ANLA, 2025

En contraste, en las subcuencas medias los caudales mínimos del presente reporte son consistentemente más altos que los reportados en 2022. En el río Guineo (nacimiento – Nabayaco), el caudal para un Pr2 es de 1.88 m³/s mientras que en 2022 era cercano a 1.60 m³/s; de manera similar, el caudal para Pr20 sube de aproximadamente 1.30 m³/s a 1.45 m³/s. En el río San Juan (Conejo – Vides) el caudal para Pr2 alcanza 2.96 m³/s frente a valores de 2.6–2.8 m³/s en 2022. El río Sucio muestra un caudal para Pr2 de 3.55 m³/s, superior a los 3.1–3.3 m³/s reportados en 2022. Los mayores cambios se observan en los ríos con alta demanda hídrica o mayor densidad de permisos, donde el régimen de mínimos es especialmente relevante para la gestión ambiental. En el río Orito, el tramo alto (subcuenca 15) muestra un caudal para Pr2 de 5.98 m³/s, superior a los valores del informe anterior (aprox. 5.2 m³/s), mientras que en el tramo medio–bajo (subcuenca 17) el caudal para Pr2 asciende a 11.67 m³/s, respecto a los 10.3 m³/s del reporte del 2022. Este aumento de entre 10 y 15 % es consistente a lo largo de todos los periodos de retorno (5, 10 y 20), lo cual indica una mayor estabilidad hidrológica simulada en la cuenca del Orito.

Un comportamiento similar ocurre en el río Acaé. En su tramo alto (subcuenca 21), el caudal para un Pr2 es de 2.34 m³/s, frente a los 2.1–2.2 m³/s del informe 2022. En el tramo bajo (subcuenca 23), el incremento es más evidente: el caudal para Pr2 pasa de aproximadamente 3.0 m³/s a 3.65 m³/s, mientras que para un Pr20 sube de 2.5–2.6 m³/s a 2.87 m³/s. En el río Guamuez, los incrementos son todavía más marcados. En el tramo alto (subcuenca 19), el caudal para Pr2 de 16.31 m³/s supera los valores anteriores (15–15.5 m³/s), mientras que en el tramo bajo (subcuenca 27), el caudal para Pr2 se incrementa de unos 27–28 m³/s a 31.91 m³/s. Asimismo, el caudal para el Pr20 llega a 23.56 m³/s, significativamente superior a los 21 m³/s del informe 2022.

Finalmente, en el río Putumayo, corriente principal de la SZH, se observan los aumentos más significativos en los caudales mínimos. En el tramo medio (subcuenca 20), el caudal para un Pr2 sube de 30–31 m³/s (2022) a 32.60 m³/s. Más abajo, en el tramo Guamuez–Cohembi (subcuenca 28), el caudal para Pr2 pasa de 83 m³/s a 85.75 m³/s, mientras que para el Pr20 asciende de 58–59 m³/s a 60.26 m³/s. En el punto final de la SZH (subcuenca 30), el incremento es aún más claro: el caudal para Pr2 alcanza 94.44 m³/s, superando los valores del informe anterior (91–92 m³/s).

Como parte del análisis hidrológico, se realizó la estimación de los caudales máximos para cada una de las subcuencas de la SZH 4701 bajo diferentes periodos de retorno (Pr2, Pr5, Pr10, Pr20, Pr25, Pr50 y Pr100), con el fin de caracterizar el comportamiento de eventos extremos y su variabilidad espacial (ver Tabla 42). Al focalizar los resultados en las fuentes hídricas que actualmente presentan una mayor densidad de permisos de captación o vertimiento, se evidencian incrementos importantes en los caudales máximos simulados respecto al comportamiento medio de cada sistema.

Tabla 42. Resultados obtenidos de caudal máximo para diferentes periodos de retorno en la SZH del Alto río Putumayo (4701).

Subcuen- cas	Nombre de subcuencas	Caudales máximos (m ³ /s)						
		Pr2	Pr5	Pr10	Pr20	Pr25	Pr50	Pr100
1	Río Putumayo (Río San Pedro - Río Alguacil)	503.83	684.91	824.36	964.84	1010.23	1151.54	1293.28
2	Laguna La Cocha	57.82	66.55	69.75	71.71	72.17	73.25	73.94
3	Río Guineo (Nacimiento - Río Nabayaco)	193.66	219.32	236.31	252.61	257.78	273.71	289.52
4	Río Putumayo (Río Guineo - TEM-CSP-LAM5887-0003)	498.76	638.01	730.21	818.65	846.71	933.13	1018.91
5	Río Alisales (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	197.24	239.41	267.33	294.11	302.60	328.77	354.75
6	Río San Juan (Nacimiento - Río Conejo)	75.90	99.38	114.93	129.85	134.58	149.16	163.63
7	Río Afladores (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	133.38	162.31	181.46	199.83	205.66	223.61	241.43
8	Río Guineo (Río Nabayaco - Afluencia Río Putumayo)	346.52	386.46	412.90	438.27	446.32	471.11	495.71
9	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM5887-0003 - Río Guineo)	452.66	604.97	704.57	796.52	824.90	909.96	991.16
10	Río Conejo	56.78	67.68	72.04	74.87	75.57	77.26	78.41
11	Río San Juan (Río Conejo - Río Vides)	124.56	146.40	154.00	158.47	159.49	161.82	163.26
12	Río Vides	49.72	58.97	62.58	64.89	65.45	66.80	67.70
13	Río San Juan (Río Vides - Afluencia Río Putumayo)	167.51	202.27	225.29	247.37	254.38	275.95	297.37
14	Río Putumayo (Río Guineo - Río San Juan)	618.58	741.83	823.44	901.72	926.55	1003.05	1078.97
15	Río Orito (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2205-0007)	143.21	186.30	214.83	242.20	250.88	277.62	304.16
16	Quebrada el Venado	633.98	808.77	946.69	1087.04	1132.58	1274.87	1418.13
17	Río Orito (TEM-CSP-LAM2205-0007 - Afluencia Río Putumayo)	257.87	311.17	346.46	380.31	391.04	424.12	456.95
18	Río Sucio (Río Afladores - Río Guamuez)	497.72	621.83	704.00	782.81	807.82	884.84	961.29

19	Río Guamuez (Laguna La Cocha - Río Sucio)	158.52	219.84	260.43	299.37	311.72	349.77	387.54
20	Río Putumayo (Río Orito - PUENTE TEXAS AUT [47017160])	912.46	1078.39	1188.25	1293.63	1327.06	1430.04	1532.25
21	Río Acaé (Nacimiento - TEM-CSPLAV0042-00-2017-0003)	211.10	244.50	261.34	274.87	278.75	289.68	299.31
22	Río Putumayo (PUENTE TEXAS AUT [47017160] - Río Guamuez)	876.89	1038.70	1145.84	1248.61	1281.20	1381.63	1481.31
23	Río Acaé (TEM-CSP-LAV0042-00-2017-0003 - Afluencia Río Putumayo)	171.50	192.57	202.35	209.88	211.99	217.82	222.83
24	Río Putumayo (Río Acaé - Río Guamuez)	971.13	1145.91	1261.62	1372.62	1407.83	1516.29	1623.95
25	Río Putumayo (Río Guamuez - TEM-CSPLAM4174-0003)	1345.66	1662.72	1877.43	2079.47	2142.44	2332.85	2516.62
26	Río Guamuez (Río Sucio - EL PICUDO [47010220])	562.68	701.76	793.84	882.16	910.18	996.49	1082.16
27	Río Guamuez (EL PICUDO [47010220] - Afluencia Río Putumayo)	566.21	701.57	795.59	885.28	913.44	999.10	1082.45
28	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM4174-0003 - Río Cohembi)	1242.52	1524.27	1744.28	1967.21	2039.41	2264.67	2491.10
29	Río Cohembi (TEM-CSP-LAM2469-0026 - Afluencia Río Putumayo)	182.05	219.65	244.75	268.18	275.45	297.36	318.41
30	Río Putumayo (Río Cohembi - Final SZH 4701)	1383.77	1657.93	1879.65	2121.62	2204.44	2478.37	2779.42
31	Río Cohembi (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2469-0026)	122.70	153.41	177.15	201.10	208.85	232.98	257.19

Fuente: ANLA, 2025

En el río Orito, la cuenca baja (subcuenca 17) presenta caudales máximos frecuentes del orden de 311.2 m³/s para Pr5 y hasta 456.9 m³/s para Pr100, valores que superan los 266.9 m³/s reportados en 2022. En la cuenca alta (subcuenca 15), los caudales máximos oscilan entre 186.3 m³/s (Pr5) y 304.2 m³/s (Pr100), magnitudes superiores a los 189.6 m³/s referidos en 2022, evidenciando mayor respuesta hidrológica ante eventos intensos. El río Acaé también presenta incrementos significativos: en su cuenca alta (subcuenca 21), los caudales máximos varían entre 244.5 m³/s (Pr5) y 299.3 m³/s (Pr100). En la cuenca baja (subcuenca 23), los valores se ubican entre 192.6 m³/s y 222.8 m³/s, siendo coherentes con las estimaciones del 2022 de hasta 229.9 m³/s y mostrando una mayor estabilidad en la progresión de los diferentes periodos de retorno.

En el río Guineo, los resultados se diferencian claramente entre cuenca alta y baja. En la parte alta (subcuenca 3) los caudales máximos van desde 219.3 m³/s (Pr5) hasta 289.5 m³/s (Pr100), superando los 187.2 m³/s señalados en el análisis anterior. En la cuenca baja (subcuenca 8), los valores aumentan de manera considerable, alcanzando 386.5 m³/s (Pr5) y hasta 495.7 m³/s (Pr100), cifra superior a los 348.9 m³/s previamente referidos y reflejando un aporte acumulado significativo en esta sección del río. Finalmente, para el río Putumayo, en el punto donde finaliza la SZH 4701 (subcuenca 30) se estiman caudales máximos de 1657.9 m³/s (Pr5) y hasta 2779.4 m³/s para Pr100. Estas magnitudes superan ampliamente el valor de 1455.9 m³/s citado en el informe anterior y evidencian una capacidad de respuesta mucho mayor durante eventos extremos, en concordancia con los cambios de precipitación en los últimos dos años.

En concordancia con el reporte anterior, la Oferta Hídrica Disponible (OHD) se calculó restando el caudal ambiental promedio a la Oferta Hídrica Total (OHT) para escenarios de año húmedo, seco y medio (ver Tabla 43). Esta información permite identificar la disponibilidad real del recurso en las subcuencas con mayor presión por captaciones y vertimientos. En este sentido, en el río Orito, la cuenca alta (subcuenca 15) presenta OHD de 20.06 m³/s en año húmedo, 12.10 m³/s en año medio y 4.71 m³/s en año seco, valores coherentes con las estimaciones anteriores (20 m³/s). En la cuenca baja (subcuenca 17), la OHD se incrementa a 50.10 - 26.94 m³/s según el año, lo cual coincide con los valores reportados en 2022 (53.95 m³/s).

Tabla 43. Resultados obtenidos de OHT y OHD en la SZH del Alto río Putumayo (4701).

Subcuencas	Nombre de subcuencas	Oferta Hídrica Total (m ³ /s)			Oferta Hídrica Disponible (m ³ /s)		
		Año Húmedo	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo	Año Seco	Año Medio
1	Río Putumayo (Río San Pedro - Río Alguacil)	69.54	47.60	57.22	64.64	42.70	52.32
2	Laguna La Cocha	8.15	4.88	6.44	6.53	3.26	4.82
3	Río Guineo (Nacimiento - Río Nabayaco)	26.09	19.43	22.82	23.54	16.88	20.27
4	Río Putumayo (Río Guineo - TEM-CSPLAM5887-0003)	76.62	53.80	64.95	66.52	43.70	54.85
5	Río Alisales (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	23.89	17.01	21.03	22.31	15.43	19.45
6	Río San Juan (Nacimiento - Río Conejo)	11.61	4.85	7.83	8.59	1.83	4.80
7	Río Afladores (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	15.46	11.06	13.71	13.77	9.37	12.02
8	Río Guineo (Río Nabayaco - Afluencia Río Putumayo)	66.00	49.08	57.34	58.38	41.46	49.72
9	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM5887-0003 - Río Guineo)	79.59	56.72	68.01	67.63	44.76	56.05

10	Río Conejo	8.79	3.28	5.79	7.27	1.76	4.27
11	Río San Juan (Río Conejo - Río Vides)	23.32	10.85	16.03	17.81	5.34	10.52
12	Río Vides	7.43	2.82	4.89	5.92	1.31	3.38
13	Río San Juan (Río Vides - Afluencia Río Putumayo)	42.55	23.35	30.65	32.73	13.54	20.84
14	Río Putumayo (Río Guineo - Río San Juan)	150.61	115.89	132.69	125.58	90.86	107.66
15	Río Orito (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2205-0007)	27.19	11.84	19.23	20.06	4.71	12.10
16	Quebrada el Venado	192.57	147.89	166.87	153.54	108.86	127.84
17	Río Orito (TEM-CSP-LAM2205-0007 - Afluencia Río Putumayo)	65.92	42.76	52.59	50.10	26.94	36.77
18	Río Sucio (Río Afladores - Río Guamuez)	71.29	50.48	62.36	64.05	43.25	55.13
19	Río Guamuez (Laguna La Cocha - Río Sucio)	35.00	23.72	29.33	17.91	6.63	12.24
20	Río Putumayo (Río Orito - PUENTE TEXAS AUT [47017160])	272.75	202.86	231.15	213.86	143.97	172.26
21	Río Acaé (Nacimiento - TEM-CSPLAV0042-00-2017-0003)	25.66	14.71	20.99	22.33	11.38	17.66
22	Río Putumayo (PUENTE TEXAS AUT [47017160] - Río Guamuez)	273.64	203.37	231.78	213.19	142.92	171.33
23	Río Acaé (TEM-CSP-LAV0042-00-2017-0003 - Afluencia Río Putumayo)	33.34	21.84	27.15	27.80	16.30	21.61
24	Río Putumayo (Río Acaé - Río Guamuez)	304.08	227.80	258.58	235.58	159.29	190.07
25	Río Putumayo (Río Guamuez - TEM-CSPLAM4174-0003)	463.87	362.55	406.00	194.28	92.96	136.42
26	Río Guamuez (Río Sucio - EL PICUDO [47010220])	124.40	98.28	111.96	89.96	63.85	77.53
27	Río Guamuez (EL PICUDO [47010220] - Afluencia Río Putumayo)	162.68	125.76	145.47	115.51	78.59	98.30
28	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM4174-0003 - Río Cohembi)	497.95	392.96	437.54	347.62	242.63	287.20
29	Río Cohembi (TEM-CSP-LAM2469-0026 - Afluencia Río Putumayo)	46.82	32.03	38.06	37.04	22.24	28.27
30	Río Putumayo (Río Cohembi - Final SZH 4701)	535.57	425.03	471.53	371.56	261.02	307.52
31	Río Cohembi (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2469-0026)	31.61	21.79	25.78	24.84	15.01	19.00

Fuente: ANLA, 2025

En el río Acaé, la cuenca alta (subcuenca 21) muestra OHD entre 22.33 y 11.38 m³/s, similar al reporte anterior (21 m³/s), mientras que la cuenca baja (subcuenca 23) alcanza valores entre 27.80 y 16.30 m³/s, consistentes con los 28 m³/s mencionados en el informe anterior. El río Guineo evidencia el mismo comportamiento creciente entre cuencas: en la parte alta (subcuenca 3) la OHD varía entre 23.54 y 16.88 m³/s y en la cuenca baja (subcuenca 8) entre 58.38 y 41.46 m³/s, valores acordes con los históricos (23 y 59 m³/s).

Finalmente, en el río Putumayo, el punto final de la SZH (subcuenca 30) presenta OHD de 371.56 m³/s en año húmedo, 307.52 m³/s en año medio y 261.02 m³/s en año seco. Aunque estos valores son menores a los 503 m³/s del informe previo, mantienen la tendencia de alta disponibilidad. En síntesis, los nuevos valores de OHT y OHD mantienen coherencia con el informe anterior, pero muestran mayor diferenciación entre escenarios climáticos.

ESCENARIO FUTURO (2021–2100)

Bajo el escenario SSP3-7.0, la estacionalidad se mantiene: los meses más secos siguen concentrándose en enero y febrero y el pico húmedo en mayo y junio. En este sentido, el análisis integrado del caudal ambiental (ver Tabla 44) y oferta hídrica (ver Tabla 45, Figura 54 y Figura 55) permite evidenciar patrones hidrológicos consistentes a lo largo del territorio, resaltando diferencias importantes entre subcuencas de alta montaña, tributarios medios y el río principal. En términos generales, los valores de caudal ambiental se mantienen siempre por debajo de la oferta hídrica disponible, como es esperable para preservar las condiciones ecológicas mínimas del sistema. Sin embargo, la distancia entre ambos valores varía ampliamente entre subcuencas, lo cual permite identificar zonas de mayor vulnerabilidad y cuencas que presentan una mayor robustez hidrológica.

Tabla 44. Resultados de caudal ambiental escenario Futuro SSP3-7.0, año 2021-2100 para la SZH del Alto río Putumayo (4701).

SubC	Nombre de subcuencas	IRH	Caudal ambiental (m ³ /s)					Promedio
			Caudal ambiental I (IRH)	Caudal ambiental I Q90	Caudal ambiental I Q95	Caudal ambiental I Q97.5	Caudal ambiental I Q99	
1	Río Putumayo (Río San Pedro - Río Alguacil)	0.85	36.22	32.08	26.70	22.79	30.36	29.63
2	Laguna La Cocha	0.84	4.76	4.23	3.59	3.15	4.00	3.95
3	Río Guineo (Nacimiento - Río Nabayaco)	0.83	13.68	11.73	9.19	7.42	10.86	10.58



4	Río Putumayo (Río Guineo - TEM-CSPLAM5887-0003)	0.86	61.58	54.97	45.92	39.33	49.62	50.29
5	Río Alisales (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	0.84	16.93	15.14	12.85	10.82	19.24	15.00
6	Río San Juan (Nacimiento - Río Conejo)	0.84	25.97	23.15	19.43	16.55	21.61	21.34
7	Río Afladores (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	0.83	10.36	9.10	7.46	6.24	9.06	8.44
8	Río Guineo (Río Nabayaco - Afluencia Río Putumayo)	0.84	37.04	32.27	26.07	21.57	27.89	28.97
9	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM5887-0003 - Río Guineo)	0.86	64.19	57.40	48.13	41.41	51.16	52.46
10	Río Conejo	0.86	24.23	22.01	18.87	16.44	20.61	20.43
11	Río San Juan (Río Conejo - Río Vides)	0.86	52.50	47.62	40.66	35.41	43.32	43.90
12	Río Vides	0.84	16.72	14.70	12.01	10.11	13.30	13.37
13	Río San Juan (Río Vides - Afluencia Río Putumayo)	0.85	75.58	68.18	58.27	50.60	60.93	62.71
14	Río Putumayo (Río Guineo - Río San Juan)	0.86	106.90	94.99	79.09	67.34	83.08	86.28
15	Río Orito (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2205-0007)	0.83	38.27	33.90	28.39	24.11	31.61	31.26
16	Quebrada el Venado	0.86	185.50	165.80	139.20	119.93	145.53	151.19
17	Río Orito (TEM-CSP-LAM2205-0007 - Afluencia Río Putumayo)	0.83	57.58	51.56	43.85	37.64	45.76	47.28
18	Río Sucio (Río Afladores - Río Guamuez)	0.85	52.13	46.74	39.61	33.98	46.74	43.84
19	Río Guamuez (Laguna La Cocha - Río Sucio)	0.90	28.57	27.06	25.09	23.50	27.47	26.34
20	Río Putumayo (Río Orito - PUENTE TEXAS AUT [47017160])	0.85	250.20	223.43	188.40	162.40	196.05	204.10
21	Río Acaé (Nacimiento - TEM-CSPLAV0042-00-2017-0003)	0.80	11.93	10.14	7.85	6.33	9.75	9.20
22	Río Putumayo (PUENTE TEXAS AUT [47017160] - Río Guamuez)	0.85	251.90	225.30	190.47	164.10	196.54	205.66
23	Río Acaé (TEM-CSP-LAV0042-00-2017-0003 - Afluencia Río Putumayo)	0.81	16.29	14.03	11.20	9.22	12.33	12.61
24	Río Putumayo (Río Acaé - Río Guamuez)	0.85	268.70	239.90	201.77	173.80	209.29	218.69
25	Río Putumayo (Río Guamuez - TEM-CSPLAM4174-0003)	0.86	394.60	356.20	303.60	265.93	310.34	326.14
26	Río Guamuez (Río Sucio - EL PICUDO [47010220])	0.87	97.47	88.95	78.12	70.14	85.19	83.98
27	Río Guamuez (EL PICUDO [47010220] - Afluencia Río Putumayo)	0.87	120.50	109.40	95.26	84.30	99.28	101.75
28	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM4174-0003 - Río Cohembi)	0.85	417.30	376.20	324.87	286.73	330.27	347.07
29	Río Cohembi (TEM-CSP-LAM2469-0026 - Afluencia Río Putumayo)	0.77	20.04	18.22	16.33	15.26	17.95	17.56
30	Río Putumayo (Río Cohembi - Final SZH 4701)	0.85	435.70	392.33	338.90	301.23	347.11	363.05
31	Río Cohembi (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2469-0026)	0.76	13.06	12.00	10.86	10.23	12.05	11.64

Fuente: ANLA, 2025

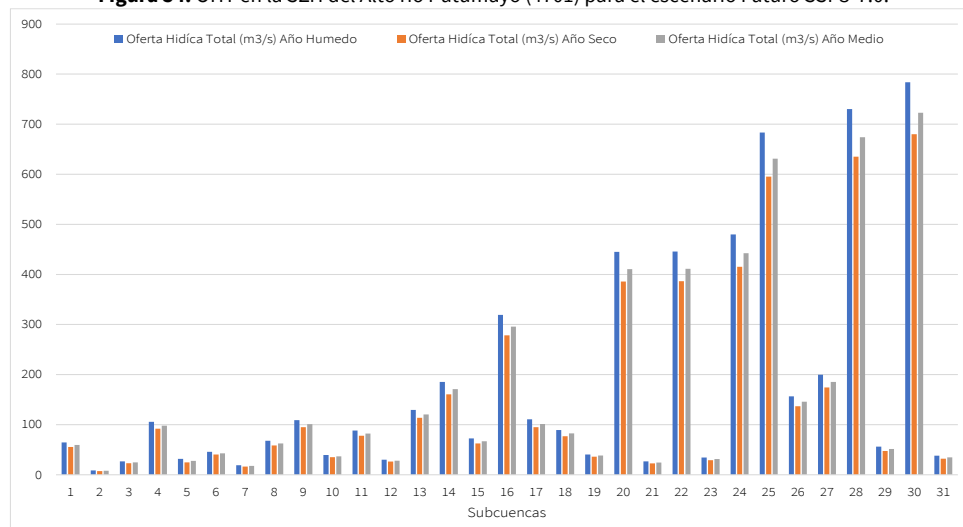
Tabla 45. Resultados obtenidos de OHT y OHD en la SZH del Alto río Putumayo (4701) para el escenario Futuro SSP3-7.0.

Subcuenca s	Nombre de subcuencas	Oferta Hídrica Total (m³/s)			Oferta Hídrica Disponible (m³/s)		
		Año Húmedo	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo	Año Seco	Año Medio
1	Río Putumayo (Río San Pedro - Río Alguacil)	64.51	55.49	59.41	34.88	25.86	29.78
2	Laguna La Cocha	8.66	7.39	8.03	4.71	3.45	4.08
3	Río Guineo (Nacimiento - Río Nabayaco)	26.87	23.18	24.68	16.30	12.61	14.10
4	Río Putumayo (Río Guineo - TEM-CSPLAM5887-0003)	105.83	92.02	97.90	55.54	41.73	47.62
5	Río Alisales (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	31.65	24.59	27.88	16.66	9.60	12.89
6	Río San Juan (Nacimiento - Río Conejo)	45.89	40.50	42.81	24.54	19.16	21.47
7	Río Afladores (Nacimiento - Afluencia Río Sucio)	19.01	16.50	17.69	10.56	8.06	9.25
8	Río Guineo (Río Nabayaco - Afluencia Río Putumayo)	67.93	58.53	62.41	38.96	29.57	33.44
9	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM5887-0003 - Río Guineo)	109.20	94.92	100.96	56.74	42.46	48.50
10	Río Conejo	39.55	34.97	36.90	19.11	14.53	16.47
11	Río San Juan (Río Conejo - Río Vides)	88.19	77.82	82.17	44.29	33.92	38.27
12	Río Vides	29.95	26.40	27.91	16.58	13.04	14.55
13	Río San Juan (Río Vides - Afluencia Río Putumayo)	129.49	113.84	120.37	66.78	51.13	57.66
14	Río Putumayo (Río Guineo - Río San Juan)	185.19	160.62	171.03	98.91	74.34	84.76
15	Río Orito (Nacimiento - TEM-CSP-LAM2205-0007)	72.65	62.59	66.86	41.39	31.34	35.60
16	Quebrada el Venado	319.35	278.36	295.63	168.16	127.17	144.44
17	Río Orito (TEM-CSP-LAM2205-0007 - Afluencia Río Putumayo)	110.86	94.94	101.40	63.58	47.66	54.12
18	Río Sucio (Río Afladores - Río Guamuez)	89.37	77.01	82.73	45.53	33.17	38.88
19	Río Guamuez (Laguna La Cocha - Río Sucio)	40.54	36.02	38.32	14.20	9.68	11.99
20	Río Putumayo (Río Orito - PUENTE TEXAS AUT [47017160])	444.98	385.78	410.47	240.88	181.68	206.37
21	Río Acaé (Nacimiento - TEM-CSPLAV0042-00-2017-0003)	26.89	22.72	24.50	17.69	13.52	15.30
22	Río Putumayo (PUENTE TEXAS AUT [47017160] - Río Guamuez)	445.80	386.43	411.20	240.14	180.77	205.54
23	Río Acaé (TEM-CSP-LAV0042-00-2017-0003 - Afluencia Río Putumayo)	34.56	29.20	31.44	21.95	16.58	18.82
24	Río Putumayo (Río Acaé - Río Guamuez)	480.01	415.40	442.34	261.32	196.71	223.65
25	Río Putumayo (Río Guamuez - TEM-CSPLAM4174-0003)	683.47	595.24	631.09	357.34	269.11	304.95
26	Río Guamuez (Río Sucio - EL PICUDO [47010220])	156.50	136.89	145.91	72.52	52.91	61.93
27	Río Guamuez (EL PICUDO [47010220] - Afluencia Río Putumayo)	199.59	174.24	185.36	97.84	72.50	83.62

28	Río Putumayo (TEM-CSP-LAM4174-0003 – Río Cohembi)	730.29	635.03	673.93	383.22	287.95	326.86
29	Río Cohembi (TEM-CSP-LAM2469-0026 – Afluencia Río Putumayo)	56.19	47.56	51.48	38.63	30.00	33.92
30	Río Putumayo (Río Cohembi – Final SZH 4701)	783.65	680.09	722.75	420.60	317.04	359.69
31	Río Cohembi (Nacimiento – TEM-CSP-LAM2469-0026)	38.03	32.16	34.87	26.39	20.52	23.23

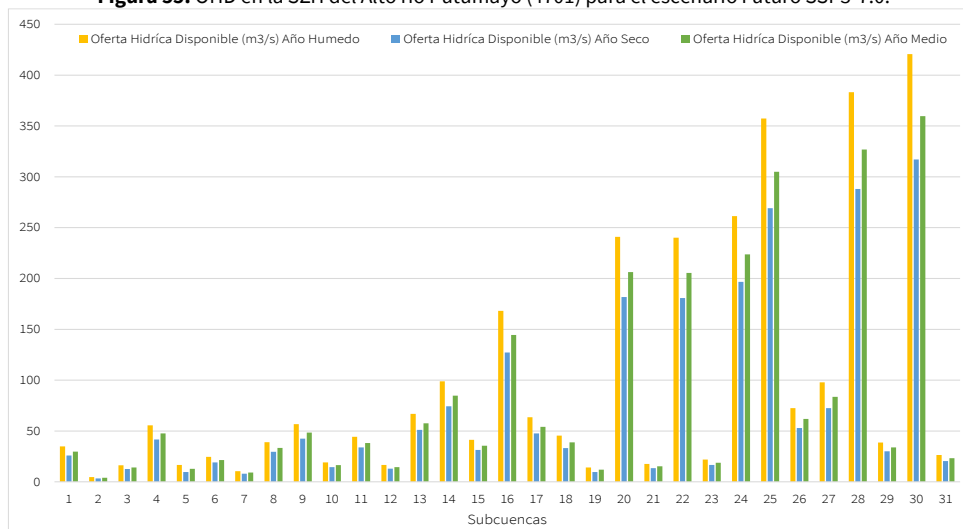
Fuente: ANLA, 2025

Figura 54. OHT en la SZH del Alto río Putumayo (4701) para el escenario Futuro SSP3-7.0.



Fuente: ANLA, 2025

Figura 55. OHD en la SZH del Alto río Putumayo (4701) para el escenario Futuro SSP3-7.0.



Fuente: ANLA, 2025

En este contexto, las subcuencas donde se concentra la mayor cantidad de proyectos licenciados por el ANLA muestran comportamientos hidrológicos que requieren especial atención. En el caso del Río Acaé, tanto en su tramo de cabecera como antes de su confluencia con el Putumayo, se observan caudales ambientales relativamente bajos (11.93–16.29 m³/s). Estos valores, por estar entre los más reducidos del área, indican una regulación hídrica limitada y alta sensibilidad a los periodos secos. Esto se confirma al comparar el caudal ambiental con la oferta disponible en año seco: en varios tramos, la oferta baja a 13–16 m³/s, lo que en algunos escenarios se acerca peligrosamente al caudal ambiental requerido. Esto convierte al Río Acaé en una subcuenca ambientalmente vulnerable, donde el margen para nuevas demandas de uso del agua es reducido y requiere estricta gestión.



El Río Guineo presenta un comportamiento más robusto que el Acaé, aunque también evidencia condiciones de sensibilidad. En sus dos tramos analizados, el caudal ambiental IRH oscila entre 13.68 y 37.04 m³/s, mientras que la oferta hídrica disponible en año medio se sitúa entre 14.10 y 33.44 m³/s en los tramos más pequeños y cerca de 48–62 m³/s en los tramos mayores. Si bien existe un mayor margen entre el caudal ambiental y la oferta disponible, en año seco este margen se reduce significativamente, lo que indica que, aunque el Río Guineo posee mayor estabilidad que el Acaé, sigue siendo una subcuenca que requiere un manejo cuidadoso, sobre todo en proyectos que generen captaciones continuas o permanentes.

Por su parte, el Río Orito muestra caudales ambientales más elevados (38.27 y 57.58 m³/s), lo que refleja una subcuenca con mayor capacidad hídrica natural. La oferta hídrica disponible en año medio supera los 35–54 m³/s y puede llegar a más de 60 m³/s en escenarios húmedos. Aunque en este caso el margen respecto al caudal ambiental es algo mayor que en el Acaé o el Guineo, en año seco el margen disponible se estrecha, en especial en el tramo de cabecera, donde la oferta disponible cae a cerca de 31 m³/s frente a un caudal ambiental de 38.27 m³/s. Este comportamiento implica que, aun siendo una subcuenca con buena disponibilidad hídrica, el Río Orito presenta episodios en los que el caudal ambiental podría no estar completamente garantizado durante estiajes severos, condición que debe considerarse en decisiones de licenciamiento y gestión operacional.

En contraste con estas subcuencas tributarias, el Río Putumayo, como cauce principal, presenta la mayor oferta hídrica del área de estudio y, por ende, los mayores caudales ambientales. En sus distintos tramos, los caudales ambientales IRH alcanzan valores entre 61.58 y 435.70 m³/s, mientras que la oferta hídrica disponible en año medio varía entre 47.62 y más de 359 m³/s. Debido a esta magnitud, los porcentajes de caudal ambiental frente a la oferta disponible suelen ser más bajos (10–20%), lo que evidencia un sistema hidrológicamente más resiliente y con mayor capacidad para soportar demandas de uso, incluso en escenarios secos. No obstante, esta robustez no debe conducir a una percepción de disponibilidad ilimitada, pues los valores ambientales aún representan una fracción significativa del caudal, especialmente en los tramos medio y alto del Putumayo, donde la estabilidad ecológica del sistema depende de mantener estos volúmenes.

En el horizonte completo 2021–2100, el año más crítico en oferta hídrica en la SZH 4701 es el 2037, con un promedio anual de 631.25 m³/s, mientras que el año con mayor oferta es 2095 (≈816.54 m³/s).

Recomendaciones para la gestión

Se recomienda a la SELA que, en el proceso de evaluación de nuevas solicitudes de concesiones de agua o modificaciones a las existentes, las decisiones se fundamenten en la comparación del caudal solicitado con los caudales de estiaje y caudal ambiental de los puntos representativos de cada subcuenca, particularmente en aquellas donde se concentra la mayor cantidad de proyectos licenciados por el ANLA, como el Río Acaé, Río Guineo y Río Orito. En estas subcuencas se evidencian márgenes reducidos entre el caudal ambiental y la oferta hídrica disponible, especialmente en años secos, por lo cual, cualquier captación significativa debe evaluarse con precaución. Cuando la captación represente una proporción alta respecto a los caudales mínimos multianuales, se recomienda exigir un plan de operación por temporadas, basado exclusivamente en el régimen hidrológico: captar y almacenar durante la época de mayor disponibilidad (meses húmedos identificados en cada subcuenca) y reducir al máximo las tomas directas en el periodo de estiaje, donde la oferta se aproxima al caudal ambiental en tributarios sensibles como el Acaé y algunos tramos del Guineo. Adicionalmente y considerando la duración multidecadal de varios proyectos, se recomienda solicitar que el titular demuestre que la operación sigue siendo viable bajo escenarios futuros (2030s, 2050s, 2090s) y que cuente con rutas de adaptación, como ampliación de almacenamiento o ajuste de ventanas de captación si la oferta hídrica disminuye.



En el proceso de seguimiento, se recomienda a la SSLA verificar el cumplimiento del régimen aprobado mediante campañas y registros, especialmente en las subcuencas donde se observa una mayor sensibilidad hidrológica. En el Río Acaé, donde los valores de caudal ambiental son cercanos a la oferta disponible en año seco, se recomienda solicitar evidencia de volúmenes almacenados en la temporada húmeda, registros de uso durante el estiaje y aforos o referencias hidrométricas que demuestren que la captación no presiona los caudales mínimos ecológicos. En el Río Orito y el Río Guineo, aunque presentan mayor robustez hídrica, también se identifican periodos donde el margen entre la oferta y el caudal ambiental se estrecha, por lo que se aconseja priorizar visitas de campo en los meses de estiaje para validar que el uso del agua no compromete la disponibilidad ambiental. En el Río Putumayo, pese a su alta capacidad hídrica, se recomienda mantener la verificación, especialmente en tramos con múltiples captaciones o descargas.

A las Corporaciones Autónomas Regionales se les recomienda incorporar en sus instrumentos de gestión del recurso hídrico las curvas de permanencia y los umbrales de estiaje específicos por subcuenca, con el fin de orientar temporadas de restricción basadas en la evidencia histórica y modelada. En subcuencas críticas como el Acaé y ciertos tramos del Guineo, esta información es clave para evitar la autorización de captaciones en condiciones que puedan comprometer el caudal ambiental. También se recomienda fortalecer la red hidrométrica mediante estaciones automáticas y aforos en estiaje y crecientes, actualizar las curvas de gasto cuando sea necesario y promover, especialmente en los usuarios medianos y grandes, el almacenamiento intra-anual que permita desacoplar la demanda de los meses secos.

A las alcaldías y prestadores de acueducto, se les recomienda elaborar planes de estiaje que garanticen autonomía durante los meses críticos mediante almacenamiento y medidas de eficiencia en la demanda. Esto es especialmente importante en subcuencas como el Acaé, donde los caudales mínimos pueden acercarse al caudal ambiental. También se recomienda adaptar tomas e infraestructura a la doble exigencia del régimen hidrológico: operar con caudales muy bajos en estiaje y asegurar estabilidad frente a picos de creciente en época húmeda. Asimismo, se sugiere promover campañas de uso eficiente y trasladar consumos no esenciales hacia la temporada de mayor disponibilidad.

Como medida de gestión interinstitucional, se recomienda coordinar acciones de paisaje orientadas a sostener el caudal base y disminuir la estacionalidad, tales como reforestación, restauración de rondas hídricas y recuperación de planicies de inundación en puntos estratégicos de subcuencas con alta presión como el Orito y el Guineo. Esto permitirá aumentar la retención y liberar caudal lentamente en temporada seca, sosteniendo los caudales ambientales y reduciendo la frecuencia de restricciones. Para viabilizar estas acciones, se recomienda alinear compensaciones ambientales, medidas de gestión y acuerdos de conservación enfocadas en restauración de rondas y planicies inundables, con indicadores verificables como kilómetros intervenidos, hectáreas reconectadas y número de conexiones hidráulicas rehabilitadas. Esto debe complementarse con el seguimiento del régimen hidrológico en temporada húmeda y estiaje para evaluar mejoras en la permanencia del agua.

Finalmente, se recomienda actualizar los instrumentos de planificación reconociendo que el régimen de cantidad de agua es no estacionario, incorporando el comportamiento por décadas y bandas de incertidumbre para mínimos de estiaje, valores medios y periodos de mayor disponibilidad. Las reglas de uso del agua deben vincularse a estos caudales observados y ajustarse periódicamente mediante una cláusula de revisión quinquenal, a partir del seguimiento hidrométrico y de la actualización de los escenarios de cambio climático.

E. MODELACIÓN HÍDRICA SUPERFICIAL – CALIDAD DEL AGUA

Objetivo específico del ejercicio de modelación

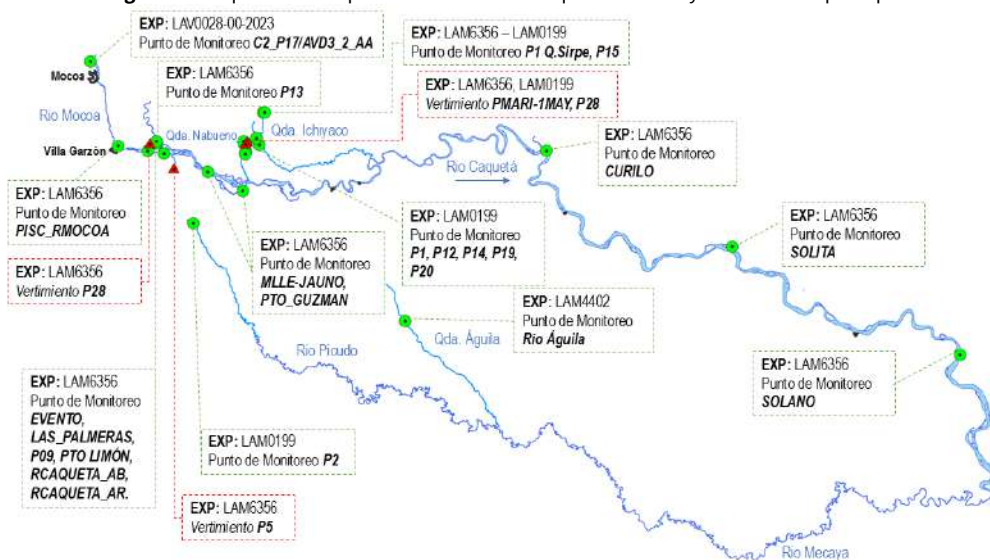
El ejercicio de modelación de calidad del agua en los sistemas río Caquetá–Mocoa y río Orito–Putumayo tuvo como objetivo evaluar la respuesta de los cuerpos receptores frente a los vertimientos acumulativos bajo diferentes condiciones hidrológicas y climáticas, con el fin de determinar su capacidad de asimilación y el grado de cumplimiento frente a los objetivos. Para ello, se analizaron parámetros representativos de carga orgánica,

toxicidad y estado sanitario, tales como oxígeno disuelto, DBO, DQO, Fenoles, Grasas y Aceites, Hidrocarburos, metales seleccionados (por ejemplo, Bario, Arsénico y Mercurio), nutrientes (Nitratos), Sólidos Suspendedos Totales y Coliformes fecales y totales, en tres escenarios hidrológicos: caudal medio histórico, caudal ambiental asociado al 7Q10 y caudal medio proyectado para un año seco con cambio climático al 2037.

Información utilizada

Para alcanzar el objetivo planteado, se actualizaron los dos (2) modelos de calidad del agua desarrollados para el RAR Putumayo desarrollado en el 2023. Estos modelos permiten analizar y cuantificar los posibles impactos sobre los cuerpos de agua del área de estudio a partir de diferentes condiciones hidrológicas y de vertimiento. El primer modelo (ver Figura 56) corresponde al río Caquetá–Mocoa y sus afluentes principales (río Ichiyaco, río Picudo–Mecaya, quebrada Nabueno y quebrada Águila), desde la cabecera urbana del municipio de Mocoa hasta 1.000 m aguas abajo de su confluencia con el río Mecaya, considerando los ocho (8) permisos de vertimiento otorgados por la ANLA en la subzona hidrográfica Alto Caquetá, Caquetá Medio y Mecaya.

Figura 56. Esquema Conceptual Modelo 1 – Río Caquetá – Mocoa y sus afluentes principales



Fuente: ANLA, 2025

La información de entrada de las variables de calidad del agua (23 parámetros) se obtuvo y actualizó a partir de la Base de Datos de la entidad, asociada a los proyectos licenciados en la zona para el periodo 2019–2024. A partir de los registros de caracterización de agua superficial se definieron puntos de condición de borde y puntos internos de control para la calibración del modelo a lo largo del tramo de estudio. La línea base de calibración se estableció con los muestreos realizados en julio de 2020, empleando el caudal medio reportado para esa fecha, y la validación se efectuó con la campaña de julio de 2019. Para la evaluación de los nuevos escenarios hidrológicos, la información de calidad del agua y de vertimientos se actualizó con los datos disponibles a diciembre de 2024.

Para la actualización hidrológica se utilizaron los caudales obtenidos en las modelaciones hidrológicas y escenarios de cambio climático desarrolladas en las secciones anteriores del presente reporte, y para los cuerpos de agua que no estaban incluidos en las subcuencas modeladas, se incluyeron dos modelos hidrológicos adicionales utilizando el modelo lluvia–escorrentía GR4J a paso diario, un modelo parsimonioso de 4 parámetros que representa el almacenamiento de producción y enrutamiento, incluye percolación no lineal y emplea dos hidrogramas unitarios para separar respuestas rápida y lenta. El modelo se calibró para el área aferente a la estación PIEDRA LISA II - AUT [44017120] en el periodo 2005–2010, y para la estación ANDAQUI - AUT [44017110] en el periodo 2005–2015 con resultados para Kling–Gupta Efficiency (KGE) = 0,51 y KGE = 0,69 respectivamente.



La validación se realizó en el periodo 2011–2019 para la estación PIEDRA LISA II - AUT [44017120], con KGE = 0.48 y en el periodo 2016–2024 para la estación ANDAQUI - AUT [44017110] con resultados de KGE = 0,67.

A partir de los modelos hidrológicos se definieron tres escenarios de análisis:

- **Escenario 1 (ESC 1):** caudal medio histórico de las fuentes hídricas, definido a partir del análisis de registros hidrométricos y empleado como situación de referencia actual.
- **Escenario 2 (ESC 2):** caudal ambiental asociado al 7Q10, entendido como el caudal medio mínimo de siete días consecutivos con un periodo de retorno de diez años, representativo de condiciones de bajo caudal y derivado de la modelación hidrológica base.
- **Escenario 3 (ESC 3):** caudal medio proyectado para un año seco en el horizonte 2037 bajo condiciones de cambio climático, calculado a partir de los escenarios climáticos trabajados en el componente de cambio climático, que permite explorar una posible reducción en la capacidad de asimilación de las corrientes.

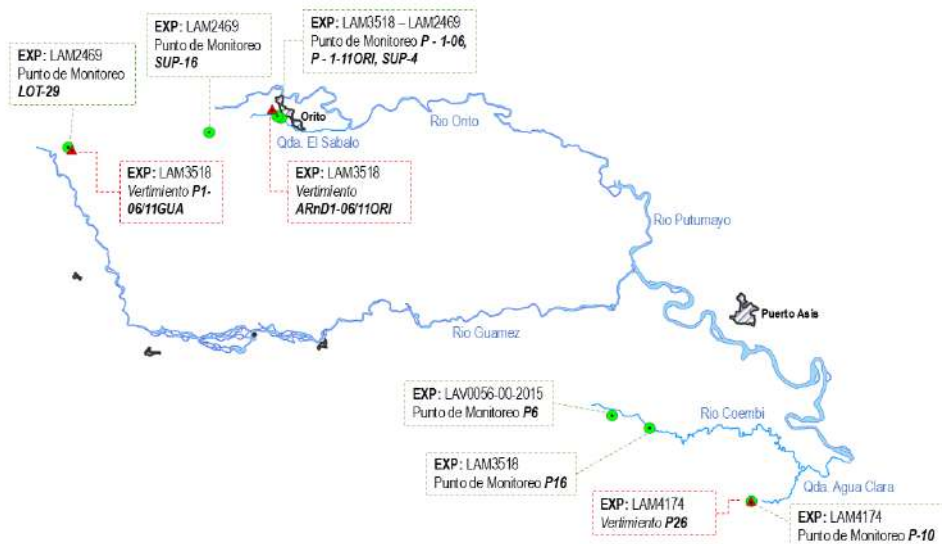
Adicionalmente, se incorporaron los aportes de vertimientos domésticos asociados a la población cercana (a partir de la información de la cabecera municipal de Mocoa) y los vertimientos no domésticos licenciados en la zona, vinculados a los expedientes LAM0199, LAM6356, LAM4479 y LAM4402 sobre las fuentes superficiales.

El segundo modelo representa el río Orito–Putumayo y sus afluentes tributarios (río Guamuéz, río Cohembi y quebrada El Sábalo) (ver Figura 57), con el propósito de evaluar el comportamiento de la calidad del agua en la subzona hidrográfica río Orito, teniendo en cuenta los permisos de vertimiento otorgados por la ANLA en este ámbito.

La información de entrada para las variables de calidad del agua se tomó de las campañas realizadas por los proyectos y compiladas en la geodatabase (GDB) presentada a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales para el periodo 2019–2021. Debido a la falta de información más reciente en esta zona, la línea base de calibración se mantuvo con los muestreos realizados en octubre de 2019, empleando el caudal medio reportado para esa fecha, y la validación se realizó con la campaña de octubre de 2021. Para este modelo se aplicó el mismo esquema de escenarios hidrológicos descrito anteriormente: ESC 1 (7Q10), ESC 2 (caudal medio histórico) y ESC 3 (caudal medio para año seco 2037 bajo cambio climático), a partir de los resultados de la modelación hidrológica.

Finalmente, se consideraron los vertimientos domésticos por población cercana (con base en la información del PORH del río Orito y de la cabecera municipal de Orito) y los vertimientos no domésticos licenciados en la zona, asociados a los expedientes LAM3518, LAM3542 y LAM4154 sobre las fuentes superficiales. A continuación, se presenta el esquema conceptual del Modelo 2.

Figura 57. Esquema conceptual Modelo 2 - Río Orito – Putumayo sus afluentes tributarios



Fuente: ANLA, 2025

Metodología

A partir del análisis regional de la calidad del agua y de los resultados de la estrategia de monitoreo en la zona, se seleccionó un conjunto de parámetros prioritarios para la modelación en los sistemas río Caquetá–Mocoa y río Orito–Putumayo, desarrollada en HEC-RAS versión 6.2. Entre ellos se incluyeron variables asociadas a carga orgánica, toxicidad, estado sanitario y características físico–químicas, tales como oxígeno disuelto, DBO, DQO, Fenoles, Grasas y Aceites, Hidrocarburos, Coliformes fecales y totales, Nitratos, Sólidos Suspendidos Totales, Conductividad, Temperatura y metales específicos (por ejemplo Bario, Arsénico y Mercurio), todos contenidos en los modelos de calidad del agua y articulados con los objetivos de calidad del Decreto 1076 de 2015 para preservación de fauna y flora.

Con el fin de analizar la respuesta de estos parámetros bajo diferentes condiciones hidrológicas y climáticas, se estructuraron tres escenarios de caudal para ambos modelos, utilizando como referencia las concentraciones más recientes disponibles para la componente de calidad (hasta diciembre de 2024 en el Modelo 1 y hasta 2022 en el Modelo 2) y los resultados de las modelaciones hidrológicas y de cambio climático desarrolladas en las secciones anteriores del reporte.

En todas las simulaciones se mantuvo la presencia simultánea de los vertimientos domésticos y no domésticos licenciados, con el objetivo de evaluar la capacidad de asimilación del sistema bajo condiciones de mayor exigencia por disponibilidad hídrica, así como valorar la influencia de escenarios futuros asociados al cambio climático. Este enfoque permite comparar el comportamiento entre caudales bajos, medios y proyectados, identificar tramos sensibles a los procesos de mezcla y dilución e interpretar el margen de cumplimiento frente a los objetivos de calidad adoptados para el área de estudio.

Para el Modelo 1 (río Caquetá–Mocoa y afluentes Ichiyaco, Picudo–Mecaya, Nabueno y Águila), la calibración del modelo de calidad del agua se realizó con los muestreos de julio de 2019, empleando el caudal medio reportado para esa fecha, mientras que la validación se efectuó con la campaña de julio de 2020. Adicionalmente, el modelo fue nuevamente validado con la información disponible para el año 2024, con el fin de comprobar su consistencia bajo condiciones más recientes y asegurar su aplicabilidad para la simulación de los escenarios planteados. Se ajustaron las constantes más sensibles relacionadas con la oxidación de la DBO, los procesos de consumo y reaeración de oxígeno, la remoción de grasas y aceites, y el decaimiento de patógenos, hasta obtener una correspondencia adecuada entre los datos simulados y observados. Con ello se logró una representación coherente de parámetros como oxígeno disuelto, DBO, DQO, SST y conductividad a lo largo del sistema.



En el Modelo 2 (río Orito–Putumayo y tributarios Guamuéz, Coembi y quebrada Agua Clara/El Sábalo), la calibración se apoyó en los muestreos de octubre de 2019, usando el caudal medio registrado para esa fecha, y la validación se realizó con la campaña de octubre de 2021. Se aplicó el mismo esquema de ajuste de parámetros cinéticos y de comparación con registros independientes de monitoreo, de manera que el modelo reprodujera de forma consistente los patrones espaciales de oxígeno disuelto, DBO, DQO, SST y coliformes en los tramos principales y en los tributarios más intervenidos.

En conjunto, esta metodología permitió contar con dos modelos de calidad del agua consistentes con la información disponible, acoplados a los escenarios hidrológicos y de cambio climático del reporte, y orientados a identificar tramos sensibles y parámetros clave para el reporte de alertas de la calidad del agua en el Putumayo.

Supuestos de modelación

En cada escenario se asumió un caudal medio estable en el tramo modelado, sin representar variaciones horarias o diarias, de manera que el análisis se centra en el contraste entre regímenes de caudal (bajo, medio y proyectado con cambio climático) y no en eventos extremos de corta duración. Para el horizonte 2037 se consideró, además, que la morfología de los cauces y el patrón general de uso del suelo se mantienen comparables a las condiciones actuales, de forma que los cambios en la capacidad de dilución se explican principalmente por la variación en la oferta hídrica.

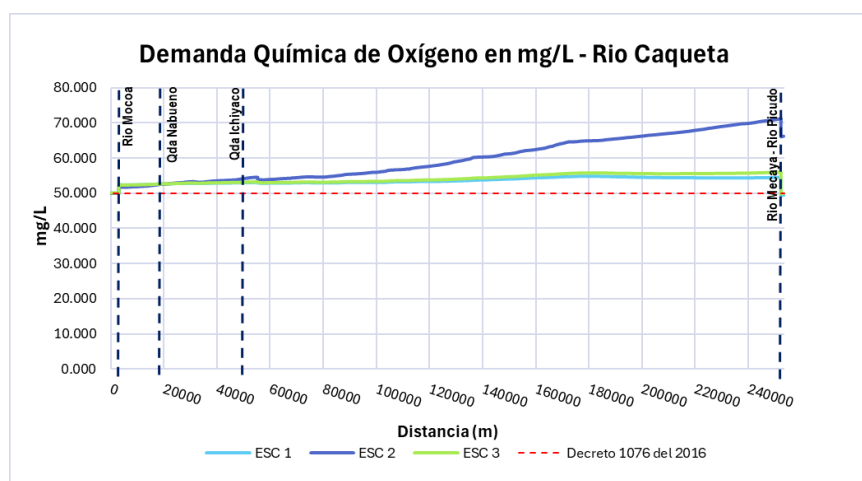
Desde el punto de vista de la representación de la calidad del agua, los ríos y quebradas se modelaron de manera unidimensional, asumiendo mezcla completa en cada sección transversal. Los parámetros empleados para calibrar y validar los modelos (OD, DBO, DQO, SST, conductividad, coliformes) se tomaron como representativos de las condiciones medias del sistema durante las campañas base (2019–2020) y las actualizaciones posteriores (hasta 2024 para el Modelo 1 y 2022 para el Modelo 2), de manera que los resultados se interpretan principalmente en términos de tendencias espaciales y cumplimiento frente a objetivos de calidad, más que como reproducciones exactas de una fecha puntual.

En relación con las presiones antrópicas, en todos los escenarios se mantuvo la presencia simultánea de los vertimientos domésticos y no domésticos licenciados, con caudales y concentraciones coherentes con la información reportada por los proyectos y compilada en la BDC. No se representaron de forma explícita eventos accidentales, fallas de sistemas de tratamiento ni vertimientos no cuantificados de pequeñas fuentes difusas, aunque su posible incidencia se tiene en cuenta al interpretar tramos donde las concentraciones superan lo esperable a partir de las fuentes puntuales conocidas. En el escenario de año seco 2037 se consideró que la localización y naturaleza de los vertimientos permanece, de manera que las variaciones en las concentraciones simuladas responden principalmente a los cambios en la disponibilidad hídrica.

Resultados (Hallazgos principales escenario actual y cambio climático)

Para el nuevo reporte, la actualización de la modelación del Modelo 1 – Río Caquetá–Mocoa y afluentes (Qda. Águila, Qda. Nabueno, Río Ichiyaco y Río Picudo) con los tres escenarios hidrológicos (ESC 1: promedio histórico, ESC 2: 7Q10 y ESC 3: año seco 2037 con cambio climático) muestra un comportamiento general consistente con el análisis regional previo, pero permite precisar mejor en qué tramos y parámetros la calidad del agua presenta menor holgura frente a los objetivos del Decreto 1076 de 2015 para preservación de fauna y flora. En términos generales, la mayoría de los parámetros simulados se mantienen por debajo de los límites normativos, pero se identifican valores elevados de carga orgánica, grasas y aceites, hidrocarburos y sólidos suspendidos en algunos ríos, así como descensos puntuales del oxígeno disuelto y superaciones de coliformes totales en el río Mocoa. En el grupo de parámetros asociados a carga orgánica, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) presenta valores altos en varios cuerpos de agua. En el río Caquetá (ver Figura 58) los máximos se sitúan alrededor de 70 mg/L en el escenario de caudal bajo (ESC 2), superando el objetivo de calidad de 50 mg/L en tramos del cauce principal, mientras que los promedios se mantienen entre 53 y 60 mg/L en los tres escenarios, es decir, que se mantiene el incumplimiento frente al valor de referencia.

Figura 58. Comportamiento de la DQO en el Río Caquetá.

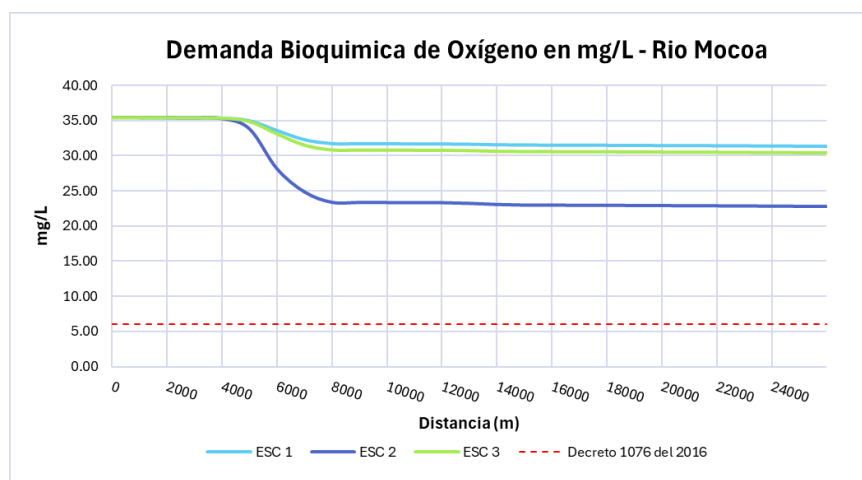


Fuente: ANLA, 2025

El río Mocoa muestra el comportamiento más comprometido: las concentraciones de DQO se mantienen entre 60 y 68 mg/L en todos los escenarios, por encima del objetivo de 50 mg/L, lo que confirma la influencia de las descargas urbanas sobre este tramo. En las quebradas Águila e Ichiyaco también se observan incrementos importantes, con máximos superiores a 30–58 mg/L, aunque sus promedios se sitúan algo por debajo del límite, lo que indica tramos puntuales con mayor presión.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) presenta un mismo comportamiento, en el río Mocoa (ver Figura 59) los valores alcanzan alrededor de 35 mg/L y se mantienen persistentemente por encima del objetivo de 6 mg/L en los tres escenarios, evidenciando una carga orgánica biodegradable alta. En el río Caquetá la DBO oscila aproximadamente entre 8 y 15 mg/L según el escenario, también superando el valor guía, mientras que en las quebradas Águila, Nabueno, Ichiyaco y en el río Picudo la DBO se mantiene, en promedio, cercana o ligeramente por debajo del objetivo, aunque con picos puntuales de hasta 10 mg/L en Águila. El patrón entre escenarios es similar: el modelo muestra que la presión por carga orgánica se mantiene en todos los regímenes de caudal, por lo que la condición de año seco 2037 no genera un deterioro adicional marcado, pero sí confirma que la situación actual ya es exigente frente a los objetivos de calidad.

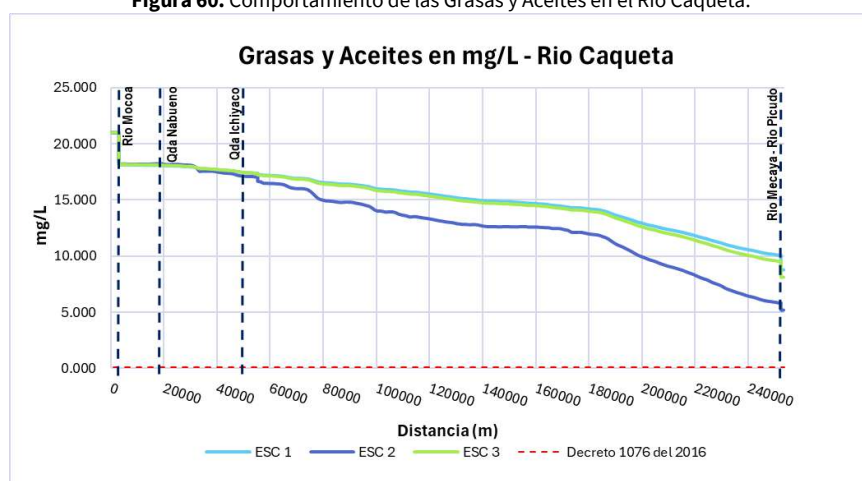
Figura 59. Comportamiento de la DBO en el Río Mocoa.



Fuente: ANLA, 2025

En cuanto a grasas y aceites, el comportamiento es más contrastado entre ríos. En el río Caquetá (ver Figura 60) se alcanzan concentraciones máximas del orden de 21 mg/L en los tres escenarios, con promedios entre 13 y 15 mg/L, muy por encima del objetivo de 0,1 mg/L. Esto indica una presencia sostenida de este parámetro en el cauce principal, compatible con aportes de vertimientos asociados a actividades productivas y al transporte de mezclas oleosas desde afluentes. En la quebrada Águila se observan valores máximos cercanos a 6 mg/L, y aunque los promedios son más bajos (del orden de 1–1,5 mg/L), también superan el objetivo de calidad, lo que sugiere aportes localizados en el tramo alto o medio, y una atenuación gradual aguas abajo. En las quebradas Nabueno e Ichiyaco, y en los ríos Mocoa y Picudo, los valores de grasas y aceites son mucho menores, con máximos inferiores a 0,4–2,1 mg/L y promedios cercanos a cero, y en algunos tramos la ausencia del parámetro, lo que indica una condición más favorable. Los resultados muestran que, independientemente del escenario hidrológico, el río Caquetá y la quebrada Águila se mantienen como los cuerpos de mayor interés para este parámetro.

Figura 60. Comportamiento de las Grasas y Aceites en el Río Caquetá.

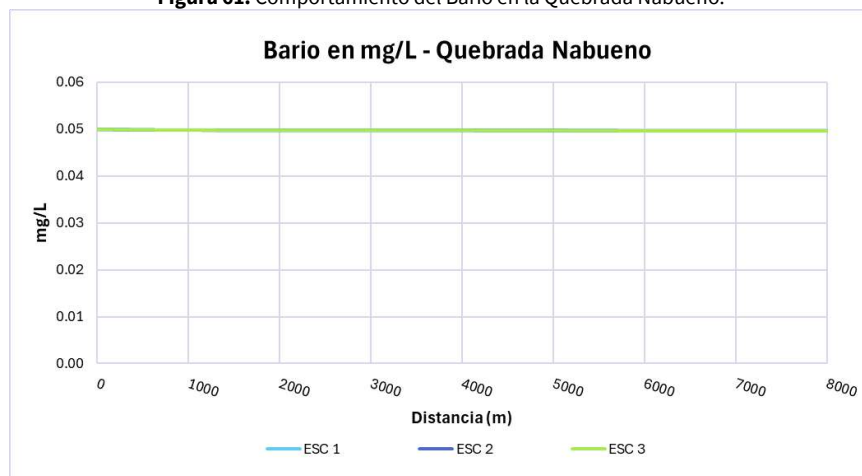


Fuente: ANLA, 2025

El análisis de hidrocarburos totales confirma que este componente sigue siendo relevante en el modelo, aunque el Decreto 1076 establece para él la categoría de “análisis y reporte” sin un límite numérico específico. En la quebrada Águila se modelan concentraciones que alcanzan aproximadamente 47 mg/L, con promedios cercanos a 28 mg/L en los tres escenarios, lo que indica una presencia importante y estable de hidrocarburos a lo largo del tramo simulado. En el río Caquetá los valores máximos se sitúan alrededor de 35 mg/L en el escenario de caudal bajo y unos 12–15 mg/L en los escenarios históricos y de cambio climático, con promedios entre 11 y 20 mg/L. En el río Mocoa las concentraciones son menores (máximos cercanos a 4–5 mg/L), pero no despreciables, mientras que en las quebradas Nabueno e Ichiyaco, y en el río Picudo, los valores son en general bajos, con máximos inferiores a 9 mg/L y promedios mucho más elevados. Este comportamiento muestra que, si bien no existe un objetivo normativo, la presencia de hidrocarburos en Caquetá y Águila amerita seguimiento, especialmente bajo condiciones de caudal bajo, donde la dilución es menor.

Para otros compuestos orgánicos y metales, las simulaciones indican un cumplimiento amplio de los objetivos adoptados. Los Fenoles se mantienen de manera generalizada por debajo de 0,1 mg/L en todos los ríos y escenarios, muy por debajo del objetivo de 0,32 mg/L. El Bario, presenta en el río Caquetá concentraciones del orden de 0,75–1,0 mg/L, con valores mucho menores en los demás cuerpos de agua (del orden de 0,05 mg/L en Nabueno y prácticamente trazas en Ichiyaco, Mocoa y Picudo).

Figura 61. Comportamiento del Bario en la Quebrada Nabueno.

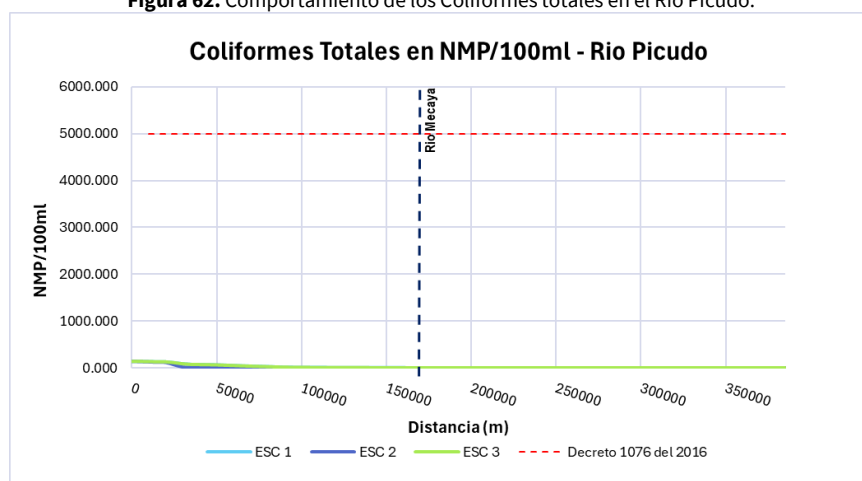


Fuente: ANLA, 2025

En el caso de Nitratos, las concentraciones se sitúan en general por debajo de 6 mg/L, con los valores más altos en el río Caquetá (aproximadamente entre 4,5 y 6,1 mg/L) y valores mucho más bajos en los demás ríos y quebradas, lo que indica una aportación de nutrientes que, si bien no cuenta con un objetivo numérico en este marco, no muestra niveles extremos en la modelación actual.

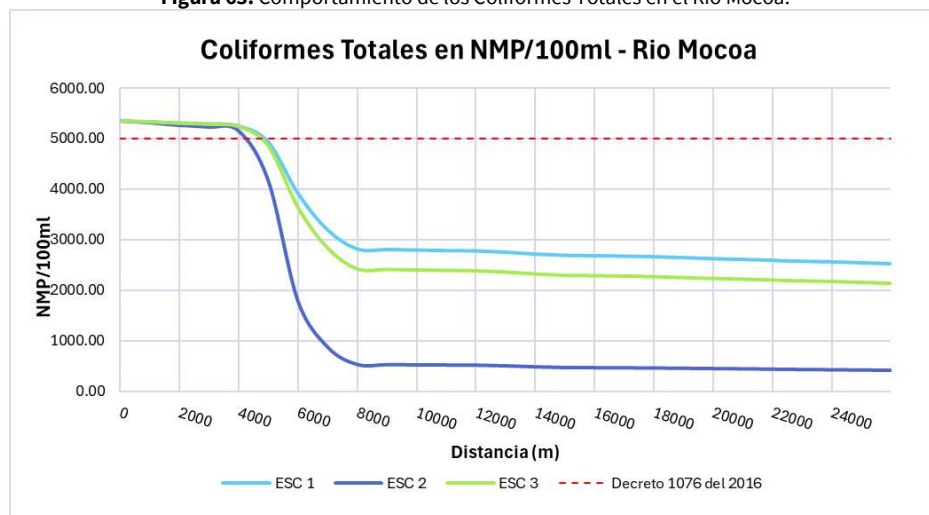
La evaluación de los coliformes muestra diferencias claras entre ríos. Los coliformes fecales se mantienen muy por debajo del objetivo de 2.000 NMP/100 mL en todos los cuerpos y escenarios, con máximos simulados del orden de 80 NMP/100 mL en las quebradas Águila, Nabueno, Ichiyaco y en el río Picudo, y valores prácticamente nulos en el río Caquetá y el río Mocoa dentro del modelo. En contraste, los coliformes totales alcanzan valores máximos de alrededor de 5.346 NMP/100 mL en el río Mocoa, llegando a superar puntualmente el objetivo de 5.000 NMP/100 mL, sobre todo en los escenarios de promedio histórico y año seco con cambio climático, donde los promedios se mantienen por encima de 1.400–3.000 NMP/100 mL. En los demás ríos y quebradas, los coliformes totales permanecen muy por debajo del objetivo, con valores máximos inferiores a 350 NMP/100 mL. Esto indica que el tramo del río Mocoa sigue siendo el sector más sensible desde el punto de vista microbiológico, asociado a la influencia de las cabeceras municipales y sus descargas.

Figura 62. Comportamiento de los Coliformes totales en el Río Picudo.



Fuente: ANLA, 2025

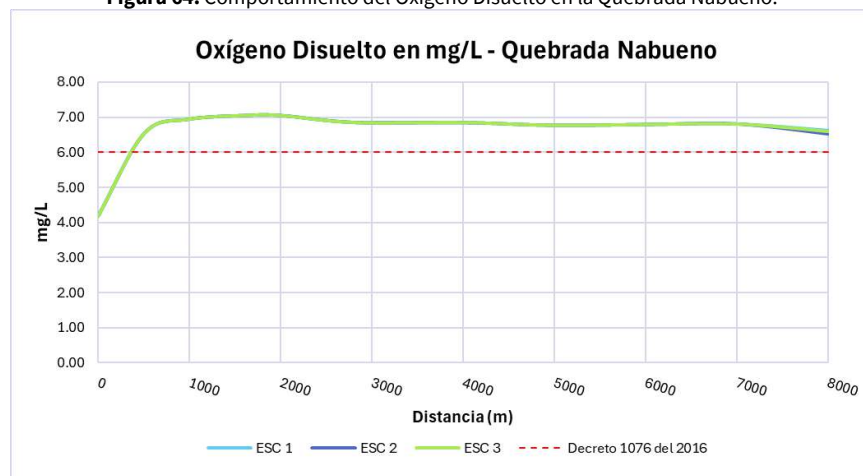
Figura 63. Comportamiento de los Coliformes Totales en el Río Mocoa.



Fuente: ANLA, 2025

En relación con el oxígeno disuelto, los resultados muestran un estado aceptable en la mayor parte del sistema, pero con tramos donde los valores se sitúan por debajo del objetivo de 6 mg/L. En las quebradas Águila y Nabuena, así como en el río Ichiyaco, los promedios de oxígeno disuelto se mantienen entre 6,3 y 6,8 mg/L, con valores mínimos cercanos a 4,2 mg/L en algunos puntos, lo que refleja una ligera pérdida de oxígeno en zonas específicas, posiblemente asociada a la carga orgánica local. En el río Caquetá el oxígeno disuelto se conserva mayoritariamente en el rango 6,6–7,0 mg/L, con mínimos cercanos a 5,9 mg/L, lo que indica una buena capacidad de autodepuración a pesar de las cargas recibidas. El río Picudo también presenta valores medios cercanos a 6,9 mg/L, con mínimos de 4,2 mg/L en puntos aislados. El tramo más comprometido es de nuevo el río Mocoa, donde los promedios de OD se ubican cerca de 5,0–5,3 mg/L y los mínimos alrededor de 4,5 mg/L en todos los escenarios, por debajo del objetivo, lo que concuerda con las altas concentraciones de DBO simuladas y confirma una condición de presión sobre la hidrobiota en este río.

Figura 64. Comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Quebrada Nabuena.

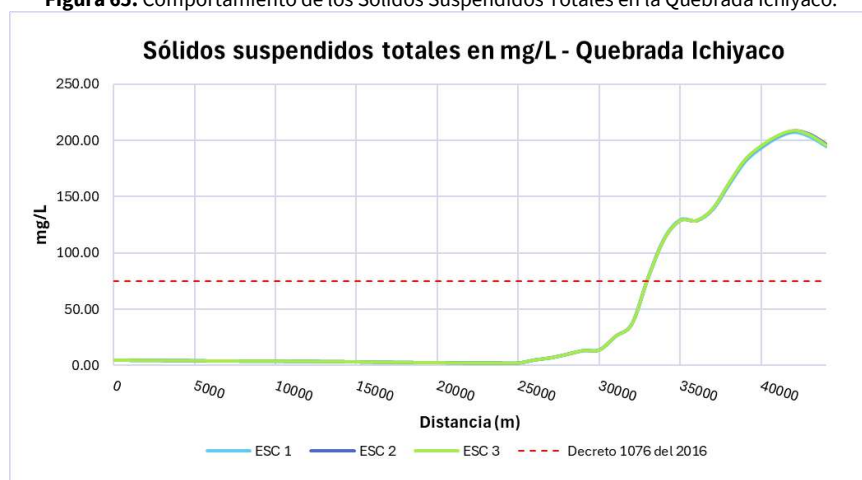


Fuente: ANLA, 2025

Los sólidos suspendidos totales (SST) muestran un comportamiento heterogéneo. En el río Ichiyaco y en el río Caquetá se registran los valores más altos, con máximos del orden de 200 mg/L y 80–84 mg/L, respectivamente, superando el objetivo de 75 mg/L principalmente en el escenario de caudal bajo y en algunas secciones del

tramo. En el río Mocoa las concentraciones de SST oscilan entre aproximadamente 18 y 23 mg/L en el escenario de 7Q10 y pueden alcanzar valores de hasta 66 mg/L en los escenarios históricos y de cambio climático, manteniéndose por debajo del objetivo, pero mostrando una carga de sedimentos relevante. En las quebradas Águila y Nabueno y en el río Picudo, los SST se sitúan generalmente por debajo de 20 mg/L, lo que indica una menor influencia de procesos erosivos o de arrastre de sedimentos en los tramos representados. La conductividad y la temperatura presentan valores bajos y estables en todo el sistema (conductividades muy por debajo de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y temperaturas entre 22 y 27 $^{\circ}\text{C}$), por lo que no representan una limitante adicional para la calidad de agua bajo los escenarios evaluados.

Figura 65. Comportamiento de los Sólidos Suspendedos Totales en la Quebrada Ichiyaco.



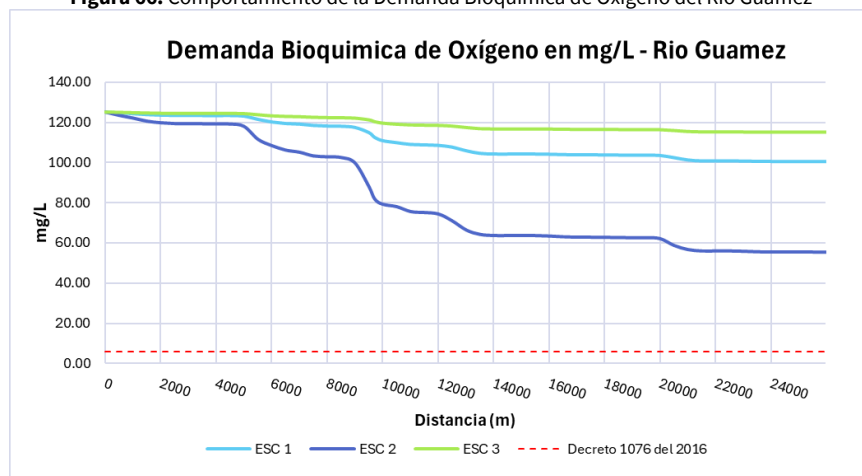
Fuente: ANLA, 2025

En síntesis, la actualización de la modelación de calidad del agua para el año 2024 en el Modelo 1 muestra que la mayoría de los parámetros evaluados se mantienen dentro de los objetivos de calidad para preservación de fauna y flora según el Decreto 1076 de 2015 (Artículo 2.2.3.3.9.10). Sin embargo, persisten condiciones de calidad regular a comprometida en términos de DQO, DBO, grasas y aceites, hidrocarburos, coliformes totales, sólidos suspendidos y oxígeno disuelto en tramos específicos, especialmente en el río Mocoa, el río Caquetá y la quebrada Águila, que concentran los valores más altos y la menor holgura frente a los objetivos. Los tres escenarios hidrológicos muestran patrones espaciales similares, lo que indica que, aun en la proyección de año seco con cambio climático para 2037, los sectores más sensibles se mantienen en los mismos tramos donde actualmente ya se evidencian presiones, por lo que estos ríos y quebradas se consolidan como focos prioritarios para el seguimiento y la gestión de la calidad del agua en la zona de estudio.

En el Modelo 2, que abarca el río Orito–Putumayo y sus tributarios principales (río Guamez, río Coembi y las quebradas Agua Blanca y El Sábalo), la actualización con los tres escenarios de caudal (ESC 1: 7Q10, ESC 2: promedio histórico y ESC 3: año seco 2037 con cambio climático) mantiene el mismo patrón general: la calidad del agua está fuertemente controlada por las cargas vertidas en algunos tributarios específicos más que por las variaciones de caudal, aunque en el escenario de año seco se muestran patrones críticos, en especial en el río Guamez y el río Orito.

En términos de carga orgánica, los resultados muestran focos muy marcados. La quebrada Agua Blanca concentra las condiciones más críticas, con Demanda Química de Oxígeno (DQO) del orden de 870–874 mg/L y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) cercana a 400–420 mg/L en los tres escenarios, valores que superan en varios órdenes de magnitud los objetivos de 50 mg/L (DQO) y 6 mg/L (DBO) del Decreto 1076 (Artículo 2.2.3.3.9.10). El río Guamez presenta DBO entre 35 y 125 mg/L, también por encima del objetivo de calidad en todos los escenarios y con un empeoramiento progresivo desde el escenario de caudal histórico hasta el año seco con cambio climático, lo que refleja una menor capacidad de dilución.

Figura 66. Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del Río Guamez

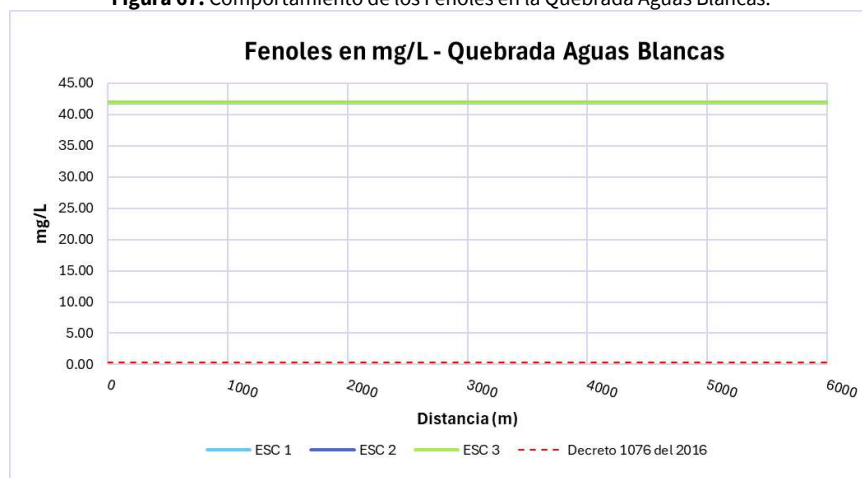


Fuente: ANLA, 2025

En el río Coembi, la DBO se ubica entre 9 y 25 mg/L y la DQO alrededor de 30–63 mg/L, superando el objetivo en los tramos de mayor carga; en el río Orito las DBO máximas rondan los 18 mg/L, con un incremento en el escenario de año seco. La quebrada El Sábalo, en contraste, muestra DBO y DQO bajas, por debajo de los objetivos, por lo que actúa más como tramo de tránsito que como foco de aporte orgánico.

Al revisar los compuestos orgánicos específicos, se confirma la misma lógica espacial. En la quebrada Agua Blanca los Fenoles se mantienen alrededor de 42 mg/L, muy por encima del objetivo de 0,32 mg/L, mientras que en el río Coembi se alcanzan valores máximos cercanos a 2 mg/L y en el río Orito hasta 1,17 mg/L; en Guamez y El Sábalo los Fenoles son prácticamente nulos. Las Grasas y Aceites también sobrepasan el objetivo de 0,1 mg/L en varios tributarios: Coembi presenta promedios entre 7 y 9 mg/L, Guamez llega a valores cercanos a 4 mg/L, Agua Blanca y Orito alcanzan entre 1 y 4 mg/L y El Sábalo se mantiene en el orden de 1–2 mg/L.

Figura 67. Comportamiento de los Fenoles en la Quebrada Aguas Blancas.



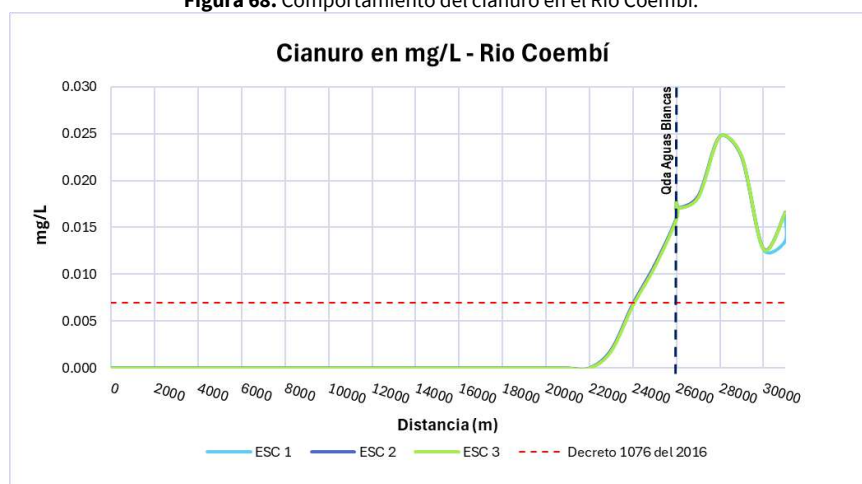
Fuente: ANLA, 2025

Los hidrocarburos totales muestran concentraciones destacables en Agua Blanca, Coembi y Orito, con máximos entre 4 y 5,5 mg/L, coherentes con la presencia de actividades asociadas a hidrocarburos en la zona. Estos

resultados refuerzan que los vertimientos puntuales y las cargas asociadas a usos petroleros siguen siendo un factor dominante en la calidad del agua del modelo.

En cuanto a metales y Cianuro, varios parámetros superan los objetivos para preservación de fauna y flora. El Arsénico rebasa el valor de 0,024 mg/L en el río Orito (máximos cercanos a 1,0 mg/L), en el río Guamuez (0,6 mg/L), en la quebrada El Sábalo (1,1 mg/L) y marginalmente en Coembi; solo Agua Blanca se mantiene por debajo del objetivo para este metal, aunque concentra otros problemas. El Cianuro muestra excedencias generalizadas: en El Sábalo se alcanzan valores cercanos a 1,0 mg/L, en Orito alrededor de 0,69 mg/L, en Guamuez cerca de 0,57 mg/L, en Agua Blanca hasta 0,1 mg/L y en Coembi alrededor de 0,025 mg/L, todos por encima del objetivo de 0,007 mg/L.

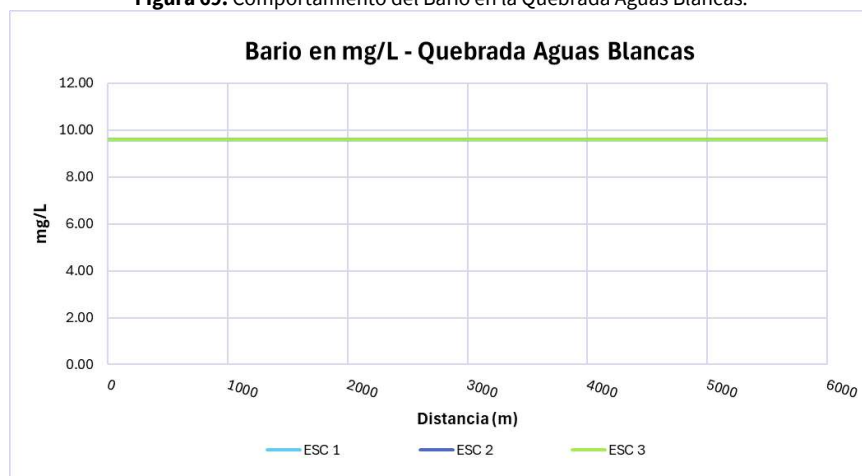
Figura 68. Comportamiento del cianuro en el Río Coembi.



Fuente: ANLA, 2025

El Mercurio, cuyo objetivo es 0,00006 mg/L, presenta valores simulados que lo superan ampliamente en varios tributarios, especialmente en El Sábalo, Guamez y Orito, lo que coincide con la presión histórica asociada a actividades mineras y petroleras en la región. Para el Barrio, aunque en la tabla de objetivos se clasifica como “Análisis y reporte”, destacan las concentraciones de la quebrada Agua Blanca, del orden de 9,6 mg/L, muy superiores a las encontradas en los demás ríos del modelo, donde se mantienen alrededor de 0,5–0,6 mg/L.

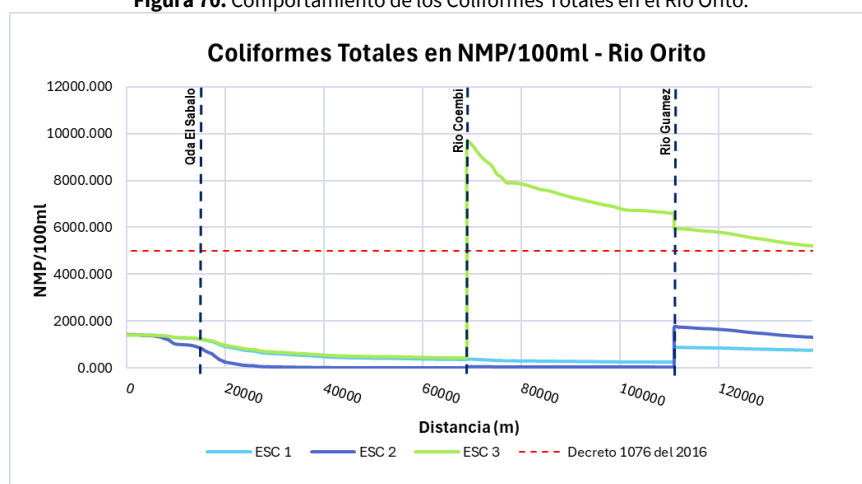
Figura 69. Comportamiento del Bario en la Quebrada Aguas Blancas.



Fuente: ANLA, 2025

El componente microbiológico también refleja una alta presión antrópica. En el río Guamuéz las concentraciones de Coliformes Fecales alcanzan valores del orden de $4,6 \times 10^5$ NMP/100 mL y los Coliformes Totales llegan hasta $1,5 \times 10^6$ NMP/100 mL, superando holgadamente los objetivos de 2.000 y 5.000 NMP/100 mL, respectivamente. En la quebrada Agua Blanca las concentraciones se ubican entre $1,1 \times 10^4$ y $2,9 \times 10^4$ NMP/100 mL para Coliformes Fecales y entre $7,1 \times 10^4$ y $1,7 \times 10^5$ NMP/100 mL para Coliformes Totales, también muy por encima de los límites. El río Orito presenta excedencias más moderadas (máximos cercanos a 2.400 NMP/100 mL para fecales y 9.600 NMP/100 mL para totales), mientras que el río Coembi y la quebrada El Sábalo mantienen valores elevados, pero dentro o cercanos a los rangos normativos. Estas concentraciones son coherentes con aportes de aguas residuales domésticas y descargas urbanas o rurales que no cuentan con tratamiento adecuado.

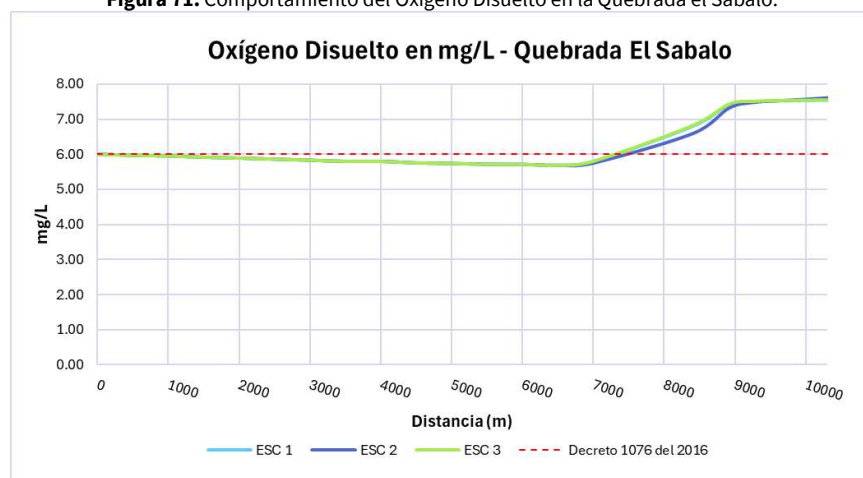
Figura 70. Comportamiento de los Coliformes Totales en el Río Orito.



Fuente: ANLA, 2025

La respuesta del sistema en términos de Oxígeno Disuelto (OD) y sólidos refleja esa presión orgánica. En el río Orito el oxígeno se mantiene en condiciones aceptables, con valores mínimos por encima de 6 mg/L en los tres escenarios, por lo que cumple el objetivo de calidad y actúa como tramo con cierta capacidad de dilución. En contraste, el río Coembi los mínimos se sitúan alrededor de 5,2 mg/L, cercanos al umbral de calidad, y en la quebrada El Sábalo el oxígeno desciende ligeramente por debajo de 6 mg/L en algunos tramos. El escenario de año seco con cambio climático (ESC 3) tiende a reducir aún más los promedios de OD en Guamuéz y Coembi, mientras incrementa la DBO, lo que muestra que la combinación de menores caudales y altas cargas orgánicas limita la capacidad de autodepuración. En cuanto a Sólidos Suspendidos Totales, solo el río Guamuéz supera el objetivo de 75 mg/L, con máximos cercanos a 95 mg/L y promedios muy cercanos al límite, lo que coincide con la presencia de arrastre de sedimentos y posibles aportes de actividades mineras y de infraestructura.

Figura 71. Comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Quebrada el Sábalo.



Fuente: ANLA, 2025

En conjunto, la actualización del Modelo 2 indica que la condición de calidad del agua en la subzona del río Orito–Putumayo se mantiene entre regular y mala en varios tramos, con focos claros en la quebrada Agua Clara, el río Guamuez y el río Coembi, mientras que el río Orito funciona parcialmente como tramo de mezcla, pero presenta excedencias en parámetros orgánicos, fenólicos y microbiológicos. Las diferencias entre los escenarios de 7Q10, promedio histórico y año seco 2037, no modifican de forma marcada la jerarquía de los impactos, aunque el escenario asociado al cambio climático intensifica las condiciones de baja oxigenación y alta DBO en Guamuez y Orito. Para el nuevo reporte regional de 2025, este modelo evidencia que parámetros como DBO, DQO, Fenoles, Grasas y Aceites, Hidrocarburos, Coliformes, Cianuro, Arsénico, Mercurio, OD y SST deben mantenerse como variables clave en la evaluación de impactos acumulativos y en la priorización de medidas de control de vertimientos, así como en la ampliación de la red de monitoreo en los tributarios más comprometidos.

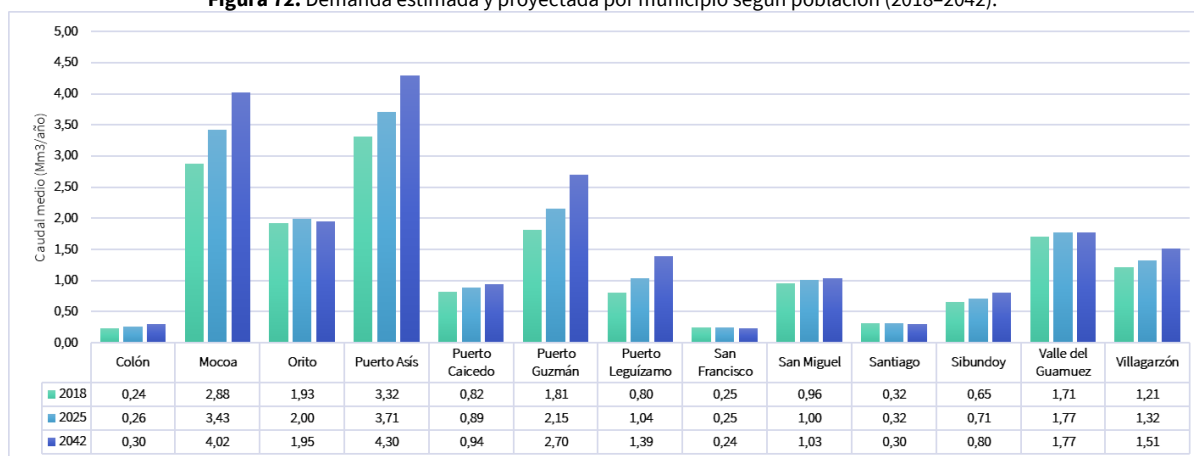
Recomendaciones para la gestión

La falta de información reciente en la zona dificulta establecer relaciones directas entre la alteración de la calidad del agua y el conjunto de proyectos presentes en la subzona. Sin embargo, se observa una disminución de la calidad del agua en el río Putumayo, el río Coembi y la quebrada Agua Clara en parámetros como Bario, Fenoles, DBO, Hidrocarburos y Grasas y Aceites, por lo que se requiere una supervisión constante por parte de los proyectos y una expansión de la red de monitoreo para prevenir eventuales impactos. Se requiere, además, una coordinación efectiva con la autoridad ambiental regional para adelantar una evaluación integral que genere información sólida y permita implementar medidas preventivas y correctivas. En este contexto, es necesario que las empresas realicen una revisión detallada de sus sistemas de tratamiento y de las descargas asociadas, de manera que se garantice el cumplimiento de la normativa de vertimientos vigente (Resolución 0631 de 2015), asegurando que dichos sistemas se diseñen y operen de forma que reduzcan los parámetros críticos (Bario, Fenoles, DQO, DBO, Grasas y Aceites) y se mantengan niveles aceptables de oxígeno disuelto. Es importante resaltar que, a diferencia del Modelo 1, en el Modelo 2 la información de calidad del agua solo se encuentra actualizada hasta el año 2022, lo que refuerza la necesidad de contar con campañas adicionales de monitoreo en esta subzona.

XV. DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES

La estimación de la demanda de agua y de los vertimientos domésticos se realizó debido a la limitada disponibilidad de información específica para el área de estudio, particularmente en lo relacionado con consumos reales por suscriptor y mediciones locales de aguas residuales. En consecuencia, se aplicó una aproximación basada en los lineamientos del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS (Resolución 0330 de 2017), complementada con las proyecciones de población del DANE y con criterios hidrosanitarios comúnmente empleados cuando no se dispone de información primaria. Para cada municipio se asignó una dotación neta de acuerdo con su altitud, conforme a los valores establecidos en el RAS, y se estimaron los caudales medios diarios multiplicando la población por la dotación neta correspondiente. Los valores anuales se expresaron en millones de metros cúbicos por año. Los datos detallados del cálculo se presentan en el Anexo ([Anexo Proyeccion Demanda Vertimiento.xlsx](#)).

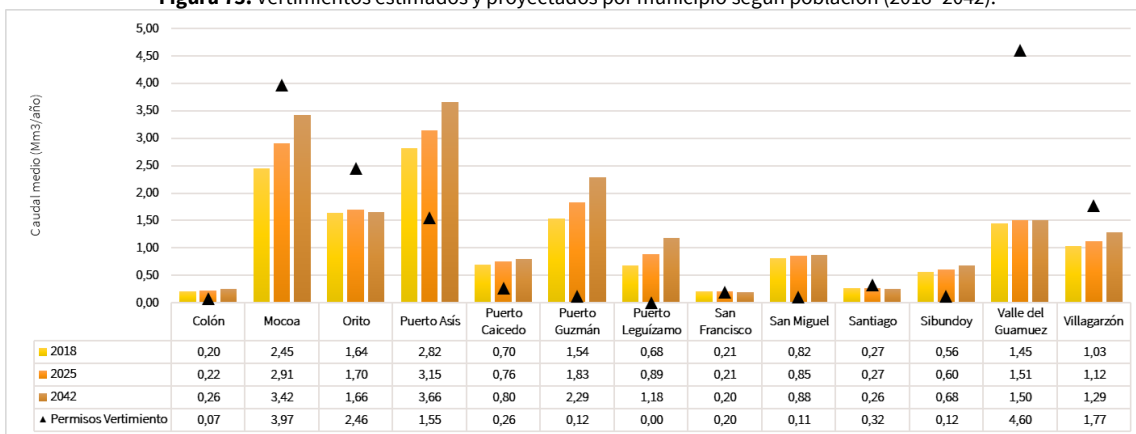
Figura 72. Demanda estimada y proyectada por municipio según población (2018–2042).



Fuente: ANLA, 2025. A partir de DANE, 2018.

Con esta metodología se identifican las mayores tasas de demanda en los municipios del área regionalizada, encontrándose que Puerto Asís, que registra valores cercanos a 4,0 millones de m³/año para 2018, incrementaría su consumo hasta alcanzar los 5,6 millones de m³/año para 2042; le siguen en caudal medio de demanda los municipios de Mocoa, que pasaría aproximadamente de 3,4 a 4,7 millones de m³/año, y Puerto Guzmán, cuyo crecimiento proyectado se ubica entre 2,1 y 3,2 millones de m³/año. Estas tendencias están directamente asociadas al tamaño y dinámica poblacional, y permiten inferir que estos municipios concentran las mayores presiones actuales y futuras sobre el recurso hídrico en el contexto regional analizado.

Figura 73. Vertimientos estimados y proyectados por municipio según población (2018–2042).



Fuente: ANLA, 2025. A partir de DANE, 2018 y SIRH, 2025.

Por otro lado, los valores incluidos en la Figura 73 se presenta la proyección de vertimientos domésticos para los años 2018, 2025 y 2042, calculados a partir de la población y aplicando un coeficiente de retorno del 85%, ampliamente utilizado en diseños hidrosanitarios cuando no existen mediciones locales, lo que permite estimar la presión mínima esperada sobre el recurso hídrico, aun sin incluir los aportes industriales, comerciales o institucionales. Por otro lado, los valores incluidos en la Figura 73 se presenta la proyección de vertimientos domésticos para los años 2018, 2025 y 2042, calculados a partir de la población y aplicando un coeficiente de retorno del 85%, utilizado en diseños hidrosanitarios cuando no existen mediciones locales, lo que permite estimar la presión mínima esperada sobre el recurso hídrico, aun sin incluir los aportes industriales, comerciales o institucionales. Adicionalmente, los triángulos negros en la gráfica representan los caudales de vertimiento actualmente concesionados y reportados en el SIRH por ANLA y CORPOAMAZONIA, los cuales incluyen vertimientos de tipo industrial y doméstico. Si bien algunos permisos de CORPOAMAZONIA se encuentran vencidos, se incorporan de manera indicativa para brindar un panorama actualizado de los volúmenes autorizados en los diferentes municipios.

De acuerdo con los resultados, los municipios con mayores volúmenes proyectados continúan siendo Puerto Asís, Mocoa y Puerto Guzmán, con rangos que, para el periodo 2018–2042, alcanzan entre 3,3 y 4,3 millones de m³/año, 2,9 a 4,0 millones de m³/año y 1,8 a 2,7 millones de m³/año, respectivamente. Estas cifras toman especial relevancia cuando se contrastan con las condiciones de saneamiento reportadas por la gestora territorial de la ANLA en el departamento del Putumayo: los sistemas rurales dependen de pozos sépticos, muchos de los cuales no cumplen los parámetros de diseño o carecen de mantenimiento adecuado.

Esta situación implica que una fracción importante de las aguas residuales domésticas no pasa por un tratamiento efectivo, lo que aumenta la probabilidad de que los vertimientos sean descargas difusas hacia los cuerpos de agua superficiales o infiltraciones directas al subsuelo. Esto último representa un riesgo mayor para los acuíferos someros, especialmente en áreas donde los suelos presentan alta permeabilidad o donde existen viviendas dispersas sin control sanitario. En ambos casos, el impacto más crítico es la contaminación microbiológica, asociada a coliformes fecales, bacterias patógenas y materia orgánica fácilmente degradable. A su vez, el incremento sostenido de los volúmenes de aguas residuales domésticas puede superar la capacidad natural de autodepuración de quebradas y ríos secundarios, favoreciendo procesos de degradación acumulativa de la calidad del agua, pérdida de hábitats acuáticos y deterioro de los servicios ecosistémicos asociados. Para las comunidades rurales, este escenario implica riesgos directos en el abastecimiento de agua para consumo humano, debido a la potencial presencia de contaminantes microbiológicos y nutrientes en fuentes superficiales y subterráneas. Esto se vuelve más crítico en veredas donde el agua proviene de pozos o nacimientos susceptibles a infiltración desde sistemas sépticos deficientes, que se conectan a la red hídrica superficial y/o abastecen a las comunidades locales.



XVI. CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

El presente análisis regional se basa en la información entregada a esta Autoridad por los distintos licenciarios en Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA), Estudios de Impacto Ambiental (EIA), entre otros, y almacenado en la Base de Datos Corporativa (BDC); asimismo, contempla lo presentado en los documentos de Reporte de Análisis Regional Putumayo (ANLA, 2017 y ANLA, 2023); además, se contempla información de fuentes secundarias como el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2022), cartografía geológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2015), entre otros.

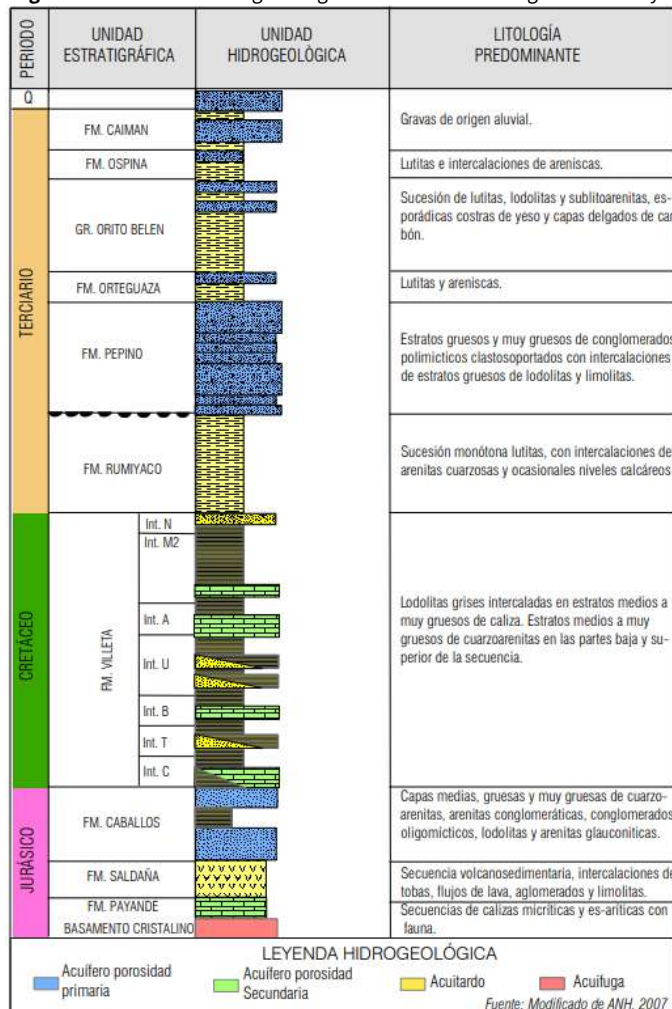
- Caracterización:

De acuerdo con la cartografía del Mapa Geológico de Colombia (SGC, 2015), en el área de estudio afloran veintidós (22) unidades cronoestratigráficas, donde destaca el Grupo Orito por ser el de mayor extensión superficial (casi el 60% del área de estudio); le siguen depósitos (Q-al, Q2-l, Q-t, Q-vc) y el Monzogranito de Mocoa, con el 21% y el 8% de cobertura superficial, respectivamente.

Además, como marco geológico regional es importante señalar que el área de estudio se encuentra preponderantemente en la cuenca (y provincia hidrogeológica) Caguán-Putumayo, una cuenca sedimentaria de antepaís formada por rocas sedimentarias de finales del Paleógeno y durante el Cuaternario debido a la acumulación de material proveniente de la Cordillera Oriental, depositándose en abanicos o conos de deyección.

A continuación, se presenta la columna estratigráfica generalizada cuenca Caguán-Putumayo:

Figura 74. Columna estratigráfica generalizada cuenca Caguán-Putumayo



Fuente: IDEAM, 2010

De acuerdo con IDEAM (2010), en la cuenca del Putumayo se presentan unidades acuíferas locales de extensión variable, desarrolladas en rocas sedimentarias de ambiente continental, y sedimentos arenosos y conglomeráticos, poco cementados, con porosidad primaria. Se menciona, además, que sería una de las provincias con mayores reservas del país (11,5%), siendo las unidades de interés los Depósitos recientes aluviales y terrazas subrecientes a recientes; niveles arenosos y conglomeráticos de las formaciones Caimán, Caballos y Pepino, que conformarían acuíferos libres a semiconfinados en los sedimentos aluviales y de terraza, con las siguientes características:

Tabla 46. Características y reservas de la provincia hidrogeológica Caguán-Putumayo

Área (km2)	Espesor del acuífero (m)	Rendimiento específico	Reservas (Mm3)
140.000	360	0,02 - 0,06	66110

Fuente: ANLA, 2025 a partir de (IDEAM, 2010)

Asimismo, se encuentra que, de los sistemas acuíferos identificados en el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, Estudio Nacional del Agua, 2022), en el área de estudio se encuentra únicamente el SAP 2.1 Valles Aluviales y Terrazas de Grandes Ríos, que, en concordancia con lo expuesto, formaría acuíferos locales relacionados con depósitos recientes. Además, de acuerdo con el mapa de permeabilidades de Colombia (SGC, 2011), las unidades en el área de estudio se clasifican como se muestra en la Tabla 47.

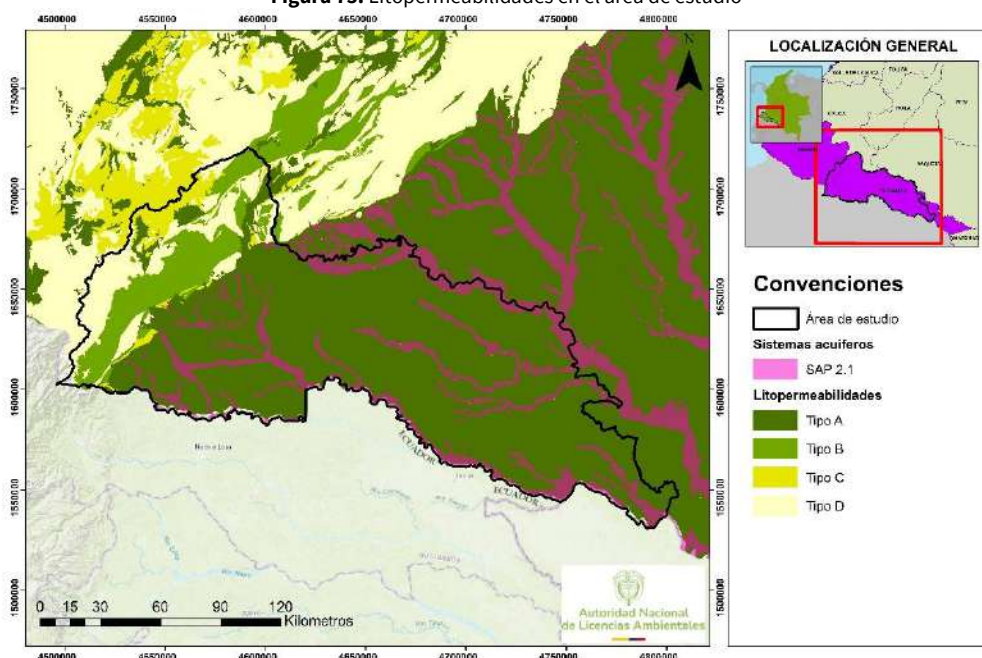
Tabla 47. Litopermeabilidades en el área de estudio

Litopermeabilidad	Litología	Porcentaje de área (%)
A	Unidades geológicas intergranulares de alta a media permeabilidad. Constituidas por sedimentos aluviales, de costas, vulcanoclásticos y rocas sedimentarias poco consolidadas de ambiente continental.	79,71
B	Unidades geológicas fracturadas o con disolución de alta a media permeabilidad. Constituidas por rocas sedimentarias y vulcanoclásticas de ambiente marino, transicional y continental, rocas ígneas y metamórficas.	9,61
C	Unidades geológicas que pueden almacenar agua pero la transmiten lentamente, es decir, de baja permeabilidad. Constituidas por sedimentos paludales, morrénicos y de dunas y por rocas sedimentarias poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental, transicional y marino.	2,52
D	Unidades geológicas sin capacidad de absorber o transmitir agua, complejo de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas muy compactas, de baja permeabilidad.	8,13

Fuente: ANLA (2025) a partir de (SGC, 2011)

De acuerdo con la Tabla 47, y como se presenta en la Figura 75, en el área de estudio predominan las unidades de alta a media permeabilidad, asociadas a depósitos cuaternarios de la Llanura Amazónica.

Figura 75. Litopermeabilidades en el área de estudio



Fuente: ANLA (2025) a partir de SGC (2011) e IDEAM (2022)

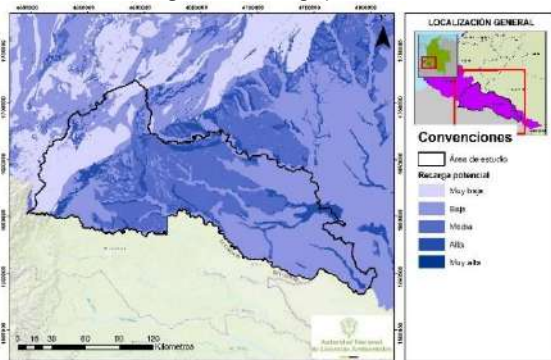
A. CONDICIÓN REGIONAL DEL COMPONENTE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

Recarga: A partir de la capa cartográfica de zonas potenciales de recarga de IDEAM (2018) se encuentra que en el área de estudio preponderan las áreas de bajo potencial de recarga de los acuíferos, pues se estas abarcan aproximadamente el 50% de la superficie del área regionalizada. Por su parte, las áreas de moderado potencial de recarga de los acuíferos corresponden al 25%, mientras que zonas de alto y muy bajo potencial de recarga suman el restante 25% a proporciones prácticamente iguales (cerca del 12,5% cada una). En la Figura 76 se observa que aquellas zonas con mayor potencial de recarga se encuentran asociadas principalmente con depósitos en las márgenes de los ríos en la región.

Vulnerabilidad: La información de vulnerabilidad analizada para el área de estudio está basada en la correlación entre tipo de roca y profundidad del medio no saturado, determinadas por en SGC (2011). Teniendo en cuenta las unidades presentes en el área de estudio, se encuentra que la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación

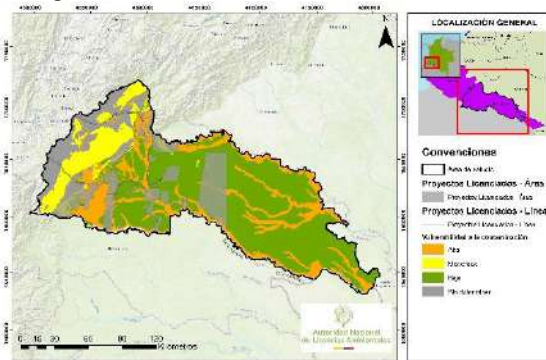
es preponderantemente baja (55,8%), relacionadas principalmente con lodolitas intercaladas con arenas, conglomerados, calizas, cuarzoarenitas y limolitas de la Llanura Amazónica. Por otra parte, las vulnerabilidades altas ocupan el segundo puesto en cuanto a extensión en el área de estudio (22,2%), asociados en su mayoría a depósitos al margen de cuerpos de agua superficial. Finalmente, el porcentaje restante se divide en sensibilidades moderadas y sin definir en proporciones similares. Ahora bien, como se observa en la Figura 77, la mayor parte de los proyectos se ubican en zonas de baja vulnerabilidad, siendo las segundas áreas más ocupadas las de alta vulnerabilidad. Ahora bien, esta estimación ha de entenderse por su escala a nivel regional, del orden de 1:500000, por lo que la vulnerabilidad con información geológica, hidrogeológica, geofísica y demás a mayor detalle puede ser diferente a la aquí presentada.

Figura 76. Recarga potencial



Fuente: ANLA (2025) a partir de IDEAM (2018)

Figura 77. Vulnerabilidad intrínseca a la contaminación



Fuente: ANLA (2025) a partir de SGC (2011)

Inventario: A partir de la información que reposa en la Base de Datos Corporativa (BDC) de esta Autoridad Nacional, se encuentra que en el área de estudio hay 1266 puntos hidrogeológicos, de los cuales la mayor parte corresponde a aljibes (642), con presencia también de piezómetros (296) y manantiales o nacederos (267); los puntos hidrogeológicos restantes corresponden a pozos de agua (4) y puntos sin información (57). Es de anotar que los puntos aquí mencionados tienden a distribuirse espacialmente con una preferencia hacia los sectores noroccidental del área de estudio, lo que coincide con la zona donde se ubican los proyectos licenciados.

Asimismo, es importante entender que el recurso hídrico subterráneo es ampliamente utilizado en la región por parte de las comunidades, un hecho que es deducible a partir de la gran cantidad de pozos y aljibes inventariados. A este respecto, la Sociedad Amerisur Exploración Colombia señala en el *Estudio de Impacto Ambiental para el Área de perforación exploratoria APE Nyctibius* (Amerisur Exploración Colombia & SGS, 2025) que las unidades geológicas de la región se caracterizan por presentar permeabilidades generalmente bajas, con excepción de estratos delgados de gravas y arenas, así como niveles aislados de arenitas y material conglomerático, que actúan como los principales cuerpos almacenadores de agua subterránea aprovechados por los habitantes de la región. Puntualmente, los acuíferos asociados a la Formación Caimán (Q1c) están conformados por capas de gravas y arenas de espesores reducidos —del orden de 30 cm o menos—, desde los cuales las comunidades extraen agua mediante aljibes con profundidades típicas entre 4 y 5 metros.

Ahora bien, en relación con la alta cantidad de manantiales en el área de estudio, el EIA señala que estos tienen lugar principalmente donde ~~hay~~ un nivel permeable suprayace a un estrato o formación de menor permeabilidad. Bajo estas condiciones, la circulación subterránea se ve forzada a emerger en el contacto litológico, en tanto no es posible que se dé la infiltración de las aguas subterráneas a través de los estratos de granos grueso sobre los de grano fino, ~~y~~ conllevando así a la aparición de manantiales o nacederos. Teniendo en cuenta que en el área del APE Nyctibius las características litológicas que posibilitan este comportamiento son materiales permeables que corresponden a conglomerados y arenitas de grano medio a grueso, y que las unidades de baja permeabilidad están conformadas por arcillolitas poco consolidadas, es una situación que posiblemente se da de forma similar en el resto del área de estudio debido a la configuración geológica de la misma.

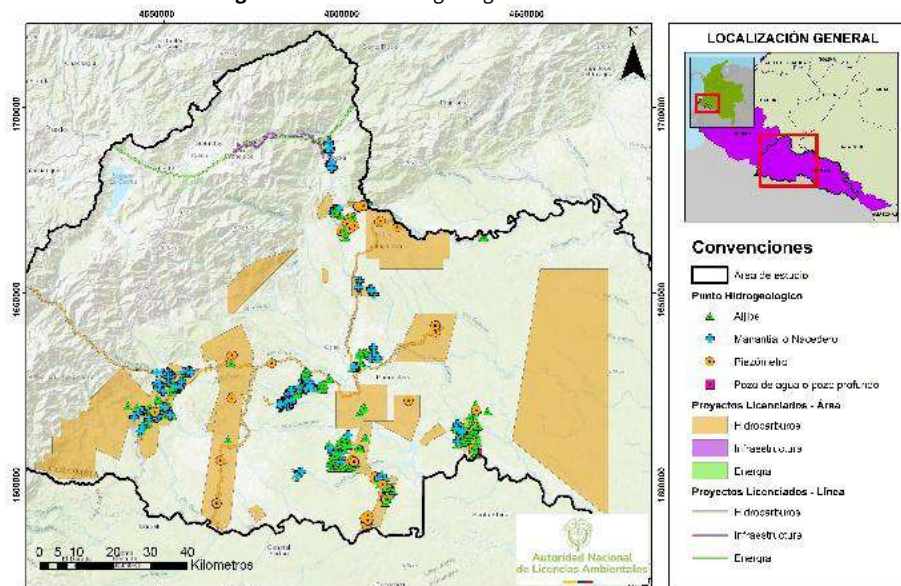
Sin embargo, destaca también la presencia de puntos que la Sociedad denomina “*descarga de agua subsuperficial ó escorrentía hipodérmica*”. Este fenómeno se da cuando parte de la precipitación logra atravesar la cobertura del suelo y circula dentro de la zona no saturada; sin embargo, debido a que el material subyacente presenta una permeabilidad reducida, dicha agua no alcanza a incorporarse al acuífero y, en su lugar, descarga hacia la superficie. Esta manifestación del agua de escorrentía se presentaría de manera recurrente y puede manifestarse dos maneras:

- A. El agua de lluvia se infiltra a través de la capa vegetal, pero durante su descenso se encuentra con una unidad de baja permeabilidad —frecuentemente de naturaleza arcillosa— que impide su descenso hacia el nivel acuífero. Como resultado, el flujo se ve forzado a descargar en superficie.
- B. Parte del agua precipitada se desplaza lateralmente de manera subsuperficial sin llegar al nivel freático, y se moviliza hacia las zonas de convergencia de laderas en lomas o colinas. Así se podría conformar una zona saturada desde la cual el agua se filtraría a la superficie, generando pequeños drenajes.

En consecuencia, la Sociedad (Amerisur Exploración Colombia & SGS, 2025) indica que la elevada disponibilidad hídrica durante todo el año y su temporalidad (casi a diario), permitiría tener una disponibilidad de agua en el suelo permanente. Se señala que esto puede interpretarse erróneamente como un manantial; sin embargo, en estos casos el flujo proviene del agua almacenada en el suelo y no de un acuífero.

Considerando lo aquí presentado, es probable que estas dinámicas también se manifiesten en otras zonas del área de estudio, por lo cual su adecuada comprensión resulta fundamental para la toma de decisiones relacionadas con la gestión hidrogeológica, tanto en procesos de licenciamiento ambiental como en la planificación territorial y el manejo sostenible del recurso. En este sentido, se hace necesario que las entidades competentes promuevan y desarrollen investigaciones científicas que permitan caracterizar con mayor precisión estos fenómenos en la región y establecer criterios técnicos sólidos para su evaluación y manejo.

Figura 78. Puntos Hidrogeológicos en el área de estudio



Fuente: ANLA (2025)

Permisos: Como resultado de la validación de información realizada en el marco del presente Reporte de Análisis Regional, es de señalar que en el área hay un total de tres (3) proyectos con permisos de captación del recurso hidrogeológico, todos autorizados por esta Autoridad; la información de estas autorizaciones se consolida en la siguiente tabla:



Tabla 48. Permisos de captación de aguas subterránea

Expediente	Puntos de captación	Caudal total concesionado (l/s)
LAM4609	2	4
LAV0005-00-2022	7	2,5
LAV0040-00-2022	1	3

Fuente: ANLA, 2025

El caudal total concesionado es de 28,5 l/s, siendo el expediente LAV0005-00-2022 el que mayor caudal de captación tiene autorizado. Además, mediante los registros del Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) es posible encontrar las concesiones de captación del recurso para usos fuera de licenciamiento, como lo son el uso agrícola, acuícola, doméstico, entre otros, otorgados por las Corporaciones Autónomas Regionales en el área de estudio. No se encontraron registros de captaciones vigentes al interior del área de estudio.

Por otra parte, nueve (9) expedientes cuentan con permiso de vertimiento al suelo: LAM1990, LAM2078, LAM3552, LAM4174, LAM4990, LAM5505, LAV0020-00-2017, LAV0042-00-2017, y LAV0056-00-2015.

Además, se encuentran ocho (8) expedientes que realizan la actividad de inyección al subsuelo, tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 49. Actividad de inyección en el área de estudio

Expediente	Caudal de inyección global (BWPD)	Presión de inyección	Unidad receptora	Cantidad de pozos	Tipo de agua
LAM4113	400.000.000 (MMBls)	No indica	No indica	No indica	Aguas de formación
LAM4174	10.161	1800	Formación Villeta	20	Aguas de formación
LAM4609	20.000	No indica	Formaciones Pepino y Villeta	50	Aguas residuales industriales, domésticas y aguas de formación
LAM6356	4.000	No indica	Formación Caballos y la Arena T de la Formación Villeta	5	Aguas de formación
LAV0005-00-2022	15.000	No indica	Formación Pepino	9	Aguas de formación y gas
LAV0040-00-2022	15.000	No indica	Formación Pepino	8	Aguas de formación
LAV0042-00-2017	20.000	No indica	Formaciones Villeta y Caballos	3	Aguas de formación
LAV0056-00-2015	10.000	No indica	Formaciones Villeta y Caballos	2	Aguas de formación

* De acuerdo con lo consignado en el acto administrativo

Fuente: ANLA, 2025

De acuerdo con lo presentado en la Tabla 49, en el área de estudio está autorizada la disposición de cerca de 100.000,00 BWPD (476.961,88 m3/mes) mediante inyección, en cerca de 100 pozos inyectores, siendo los expedientes LAV0042-00-2017 y LAM4609, los que mayor caudal contemplan a inyectar (sin tener en cuenta el expediente LAM4113, en tanto presenta unidades diferentes que no permiten comparaciones); esta actividad se lleva a cabo preponderantemente en las formaciones Pepino, Villeta y Caballos. En este caso, las formaciones Villeta y Caballos se encuentran confinadas por la formación Rumiaco, que por su composición preponderantemente arcillosa, actúa como un sello estratigráfico que las separa de las unidades acuíferas someras. Por otra parte, vale la pena mencionar que, teniendo en cuenta lo planteado por IDEAM (2010), las formaciones Pepino y Caballos son unidades geológicas con miembros acuíferos de porosidad primaria.

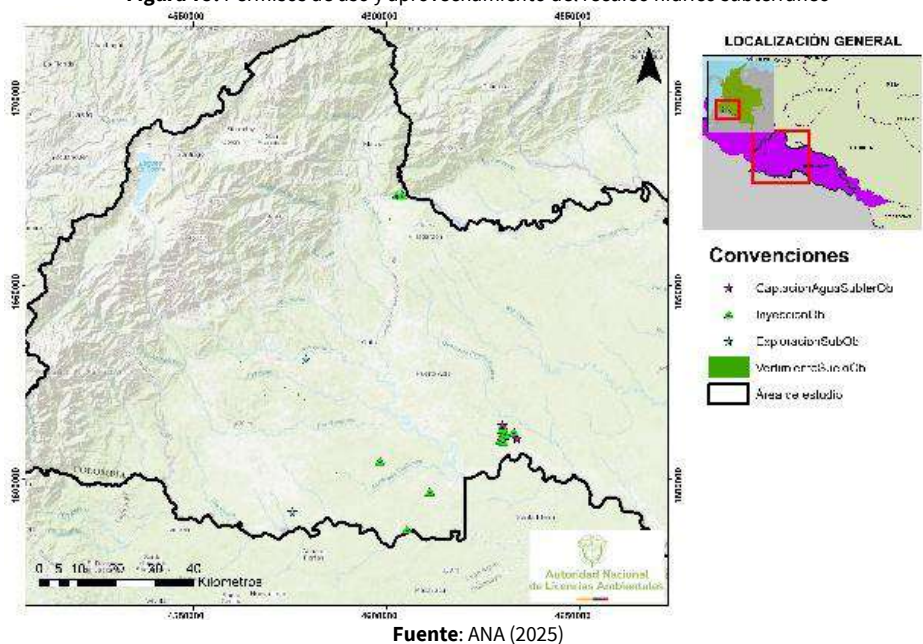
Ahora bien, vale la pena mencionar el caso de la Formación Pepino, debido a que, como se mencionó, se puede tipificar como un acuífero con un alto potencial de producción de aguas subterráneas, en virtud de que se encuentra constituido, principalmente, por sedimentos de granulometría gruesa (conglomerados polimicticos clastosoportados); sin embargo, también es de relevancia mencionar que la caracterización presentada en IDEAM (2010) señala que la Formación Pepino contiene aguas de baja calidad, debido a la presencia de niveles



ferruginosos, lo que limita de manera significativa el uso potencial del recurso hídrico almacenado por dicha unidad.

En concordancia con lo anterior, se destaca que la Formación Pepino contiene tres intervalos o miembros principales: el superior e inferior, que presentan condiciones de porosidad que propicia el almacenamiento y tránsito de aguas subterráneas, y el medio, que se caracteriza por su naturaleza arcillosa y baja permeabilidad. Así pues, el miembro inferior de la formación se encuentra confinado por el miembro medio de la misma formación geológica y, además, la formación Orteguzza, que suprayace a la formación Pepino, también actúa como un sello estratigráfico, dada su composición predominantemente arcillosa; por lo tanto, desde una perspectiva regional, los estratos de la Formación Pepino con propiedades favorables para la inyección de fluidos, que corresponden al miembro inferior, se encuentran desconectados de los acuíferos someros con potencial de explotación de aguas para consumo. La distribución espacial de estos permisos y actividades se presentan en la Figura 79.

Figura 79. Permisos de uso y aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo



Fuente: ANA (2025)

B. ANÁLISIS DE TENDENCIA HIDROGEOLÓGICA

La información aquí presentada se basa en lo recopilado por esta Autoridad, a partir de lo radicado por los diferentes proyectos en el área de estudio mediante ICA, EIA y demás documentos, y su subsecuente validación. A este respecto, se analiza la información del año 2024 en adelante, sin distinguir periodos hidroclimatológicos de lluvias y estiaje debido a la poca disponibilidad de información, teniendo en cuenta además que el presente Reporte de Análisis Regional corresponde a una actualización del documento realizado a finales del año 2023. Vale la pena 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 2007⁹, como es el caso de la conductividad eléctrica, en tanto también presenta características físicas y químicas del agua para consumo humano. Finalmente, teniendo en cuenta el carácter de actualización del documento, se realizarán comparaciones con lo encontrado en el Reporte de Análisis Regional Putumayo del año 2023.

⁹ Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano

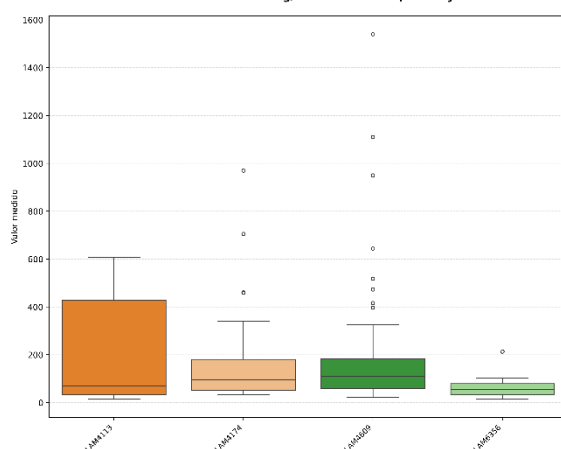
- **Nivel estático:**

No se encuentran monitoreos de nivel estático para el año 2024.

- **Sólidos Disueltos Totales y Conductividad Eléctrica:**

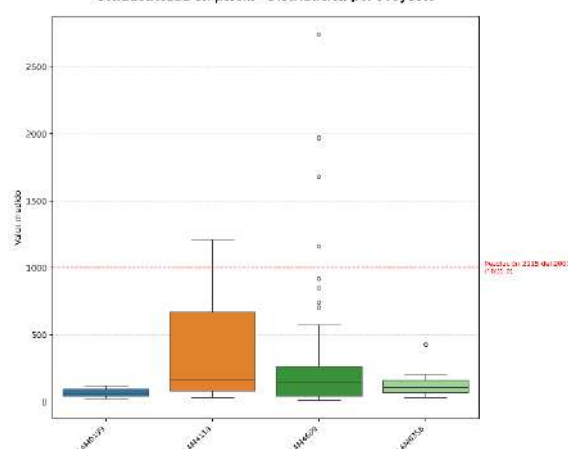
En el área de estudio la concentración de sólidos disueltos totales a nivel regional es, en general, inferior a 800 mg/L, lo que indica que el agua subterránea monitoreada en las unidades geológicas analizadas corresponde a aguas dulces según la clasificación de Freeze y Cherry (1979), que establece como límite máximo 1000 mg/L; estos valores coinciden con las mediciones de Conductividad Eléctrica, la cual presenta concentraciones, en general inferiores a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 80. Concentraciones de Sólidos Disueltos
Sólidos Disueltos en mg/L - Distribución por Proyecto



Fuente: ANLA, 2025

Figura 81. Concentraciones de Conductividad Eléctrica
Conductividad en $\mu\text{S}/\text{cm}$ - Distribución por Proyecto



Fuente: ANLA, 2025

No obstante, se encuentran sobrepasos normativos en los valores de conductividad eléctrica (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de acuerdo con la Resolución 2115 del 2007) de forma puntual en los monitoreos del LAM4113, y de forma más marcada en el LAM4609; en este último, si bien la tendencia es inferior a los 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se observa un sobrepaso en los puntos de monitoreo TEM-MSB-LAM4609-0023 y TEM-MSB-LAM4609-0031 en los meses de junio y diciembre. En concordancia, los registros de sólidos disueltos para el punto TEM-MSB-LAM4609-0023 indicaría una posible salinización del recurso hídrico subterráneo en las cercanías de la Plataforma Multipozos Platanillo 1, donde se ubican los pozos de producción Libelula-1 y Platanillo-1.

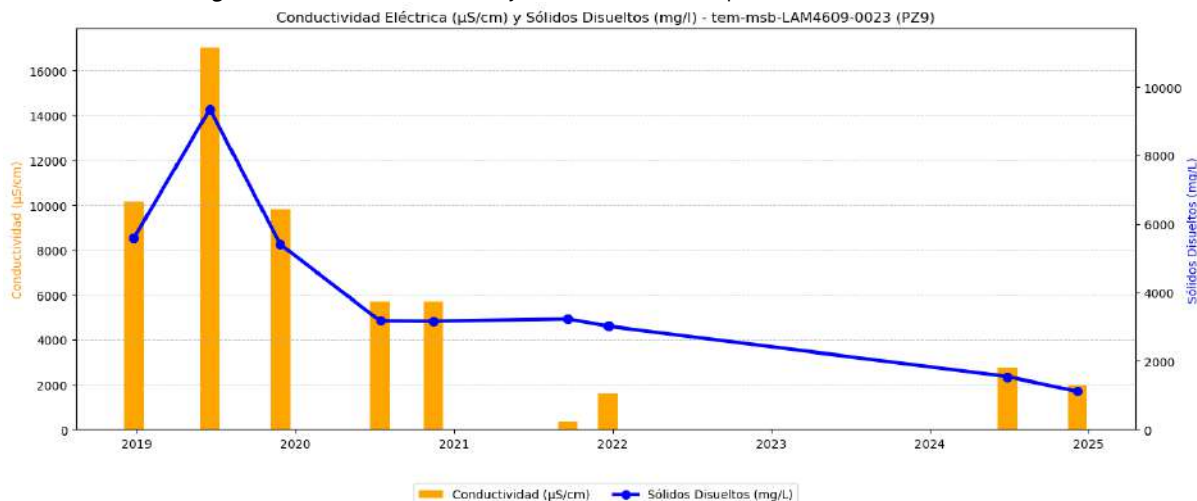
Tabla 50. Sólidos disueltos y Conductividad eléctrica en el punto TEM-MSB-LAM4609-0023

Mes	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Sólidos disueltos (mg/L)
Junio	2740	1540
Diciembre	1680	1110

Fuente: ANLA, 2025

Al realizar un análisis temporal más amplio, se encuentra que en años anteriores la conductividad presentó valores incluso más elevados (de hasta 1970 $\mu\text{S}/\text{cm}$), y que la tendencia de este parámetro para este punto es hacia la disminución, con su pico máximo en junio del 2019; esto además coincide en general con las mediciones de sólidos disueltos, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 82. Conductividad Eléctrica y Sólidos Disueltos en el punto tem-msb-LAM4609-0023



Fuente: ANLA, 2025

- **Hidrocarburos totales y fenoles:**

Los parámetros asociados a hidrocarburos no registraron concentraciones detectables en ninguno de los puntos monitoreados, por ende, no se identifican situaciones que sugieran una posible afectación a la calidad del agua subterránea a causa de dichas sustancias. Esto contrasta con lo encontrado en el Reporte de Análisis Regional Putumayo del año 2023 (ANLA, Actualización del Reporte de Análisis Regional Putumayo, 2023), en el cual se encontraron concentraciones elevadas de fenoles en muestras reportadas de los expedientes LAM2469 y LAM0199.

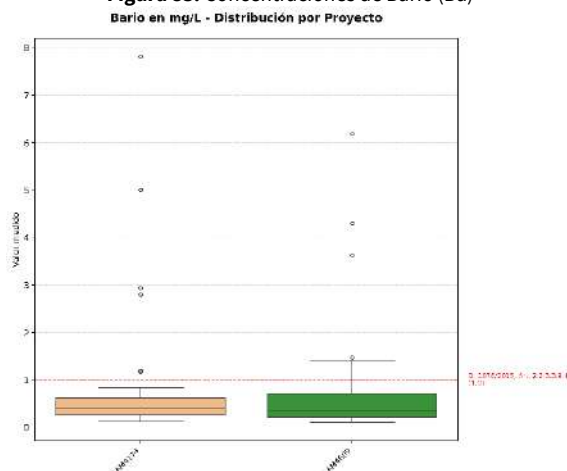
- **Grasas y aceites:**

La medición de grasas y aceites registra nueve (9) cuantificaciones, en un rango entre 0,51 mg/L y 1,4 mg/L en los expedientes LAM0199, y LAM6356; de los mencionados, el LAM0199 es el que presenta mayor cantidad de registros, así como los más altos (1,4 mg/L). Esto va en contra de lo plasmado en el Parágrafo 2 del Artículo 2.2.3.3.9.3. TRANSITORIO. Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico del Decreto 1076 de 2015 “No se aceptará película visible de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por tratamiento convencional que puedan afectar la salud humana”; sin embargo, no es un comportamiento repetitivo a nivel temporal en los proyectos ni en el área de estudio, razón por la cual no es posible afirmar una tendencia que repercuta en las condiciones de calidad de las aguas subterráneas.

- **Metales pesados:**

Se definen como elementos metálicos de interés al Cadmio (Cd), Bario (Ba), Níquel (Ni), y Plomo (Pb), debido a su asociación con actividades propias del sector de hidrocarburos; además, se integraron al análisis Mercurio (Hg), Cromo (Cr), Cobre (Cu) y Zinc (Zn). Se encuentra que en el período estudiado Bario (Ba), Níquel (Ni) y Plomo (Pb) presentaron concentraciones por encima de los límites máximos permisibles.

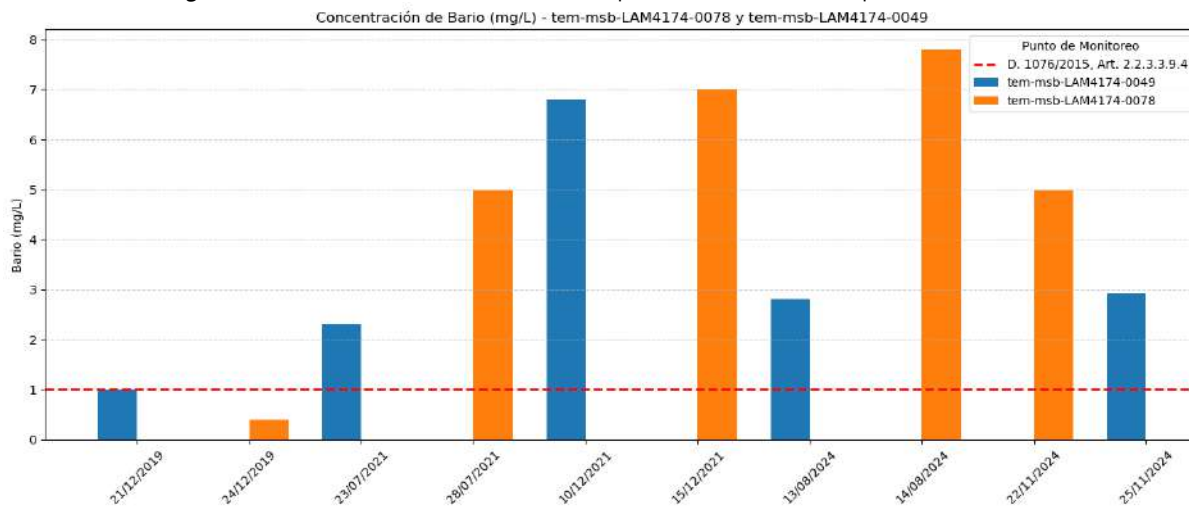
Figura 83. Concentraciones de Bario (Ba)



Fuente: ANLA, 2025

El Bario (Ba) es un elemento que puede estar directamente relacionado con las actividades licenciadas, específicamente en los procesos de perforación. En el Reporte del año 2023 se encontraron valores cercanos y superiores al límite normativo establecido (1,0 mg/L) en cinco expedientes (LAM0199, LAM2469, LAM4113, LAM4174, y LAV0056-00-2015). En los registros del año 2024 se encontraron cuantificaciones por encima de 1,0 mg/L en los monitoreos del LAM4174 y LAM4609. Se encuentra, **que** para el LAM4609 solo se presentan sobrepasos en el mes de diciembre; por su parte, los puntos del expediente LAM4174 (TEM-MSB-LAM4174-0049 (PIE-20) y TEM-MSB-LAM4174-0078 (PIE36)), presentan sobrepasos en agosto y noviembre. Al ampliar la ventana temporal y realizar un análisis histórico, se encuentra que dichos puntos ya han presentado altos valores de concentración de Bario. Sin embargo, teniendo en cuenta que su monitoreo más reciente (previo al del año 2024) fue en el 2021, es necesario hacer estudios a detalle en estos puntos, teniendo en cuenta además que ambos puntos de monitoreo se encuentran en las inmediaciones de estaciones con pozos petroleros (Piñuña 3 y Quillacinga).

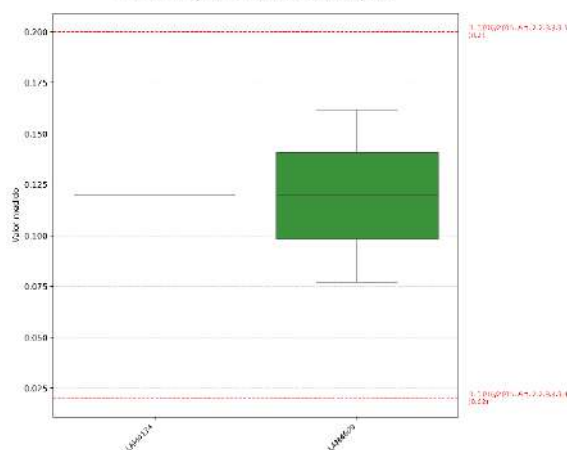
Figura 84. Concentraciones anómalas de Bario en puntos de monitoreo del expediente LAM4174



Fuente: ANLA, 2025



Figura 85. Concentraciones de Níquel (Ni)
Níquel en mg/L - Distribución por Proyecto

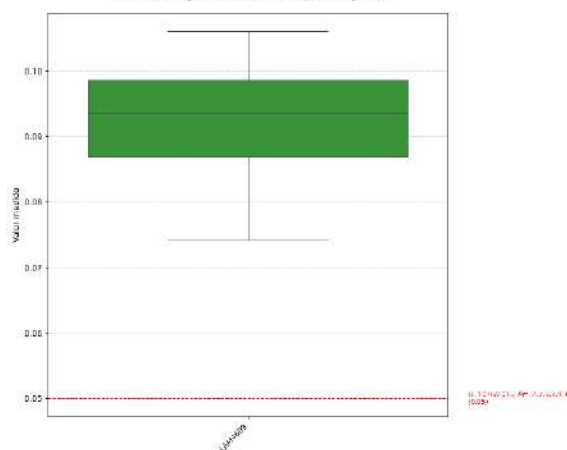


Fuente: ANLA, 2025

Para el Níquel (Ni), la Resolución 2115 del 2007 presenta un límite normativo de 0,02 mg/L. En los monitoreos presentados por el expediente LAM4609, se encontraron sobrepasos de este valor en los puntos TEM-MSB-LAM4609-0008 (0,162 mg/L) y TEM-MSB-LAM4609-0018 (0,0772 mg/L), en los meses de junio y diciembre, respectivamente; además, en los monitoreos del expediente LAM4174 se registraron valores de 0,12 mg/L.

Sin embargo, no son situaciones que indiquen una tendencia, sino que deben entenderse como sucesos puntuales, en tanto no tienen trascendencia temporal ni espacial.

Figura 86. Concentraciones de Plomo (Pb)
Plomo en mg/L - Distribución por Proyecto



Fuente: ANLA, 2025

Por su parte, para el Plomo (Pb) se ha definido un límite máximo permisible de 0,05 mg/L; en los monitoreos del expediente LAM4609 se encontraron cuatro (4) cuantificaciones por encima de dicho valor, en junio y diciembre del año 2024.

De forma análoga a lo ya presentado, no hay evidencias que permitan afirmar la existencia de una tendencia en la disminución de la calidad del componente hídrico subterráneo.

- **Parámetros microbiológicos:**

E. Coli:

No se encontró presencia de E. coli (*Escherichia coli*) en las muestras de agua subterránea para el período de análisis.

Coliformes fecales:

Se encuentran valores cuantificados en los monitores de cuatro expedientes, con sobrepasos normativos encontrados en los monitoreos de los expedientes LAM2469 y LAM6356: superan el límite máximo permisible establecido en el Decreto 1076 del 2015 de 2.000 microorganismos/100 ml y en el primero se tiene un valor máximo de cerca de 35.000 microorganismos/100 ml. Sin embargo, y de forma similar a lo observado en otros parámetros aquí analizados, no es posible señalar la existencia de una tendencia con respecto a la presencia de coliformes fecales en el área de estudio.

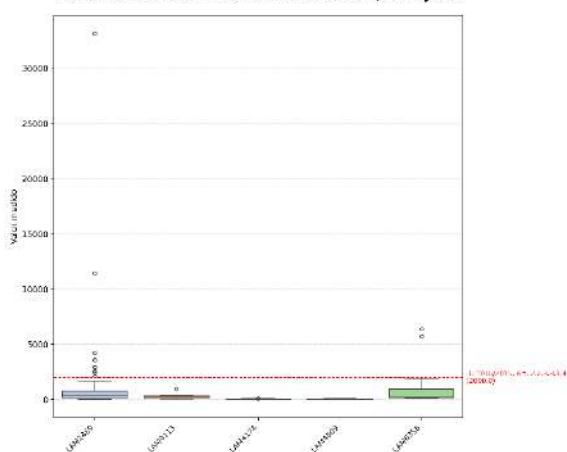


Coliformes totales:

Si bien hay cuantificaciones de este parámetro en los monitoreos del año 2024, teniendo en cuenta el límite máximo permisible establecido en el Decreto 1076 del 2015 de 20.000 microorganismos/100 ml, estas parecerían indicar que no hay una afectación tendencial sobre la calidad del recurso hídrico subterráneo, en tanto solo se encuentran cuatro (4) mediciones por encima del valor máximo permisible. Ahora bien, vale la pena resaltar que el límite normativo que se tomó como referencia (ARTÍCULO 2.2.3.3.9.4. del Decreto 1076 de 2015) hace alusión a criterios de calidad admisibles para consumo humano y doméstico, teniendo en cuenta que para su potabilización se requiere sólo desinfección. Sin embargo, si se toma como referencia la Resolución 2115 de 2007, se encuentra que las condiciones microbiológicas del agua para consumo humano no deben presentar cuantificación de Coliformes Totales. Tomando en cuenta esta perspectiva, y las dinámicas sociales que se dan en la región donde gran parte de las poblaciones consumen aguas subterráneas a partir de aljibes, la situación aquí evidenciada adquiere una relevancia mayor, en tanto el consumo de aguas bacteriológicamente contaminadas puede conllevar potencialmente a causar enfermedades e infecciones en quienes las consumen. Además, es importante señalar que la presencia de coliformes fecales y totales en aguas subterráneas se identificó también en el Reporte de Análisis Regional Putumayo del año 2016 (ANLA, 2017), por lo cual se entiende que es una situación que se ha evidenciado a lo largo del tiempo.

Figura 87. Concentraciones de Coliformes Fecales

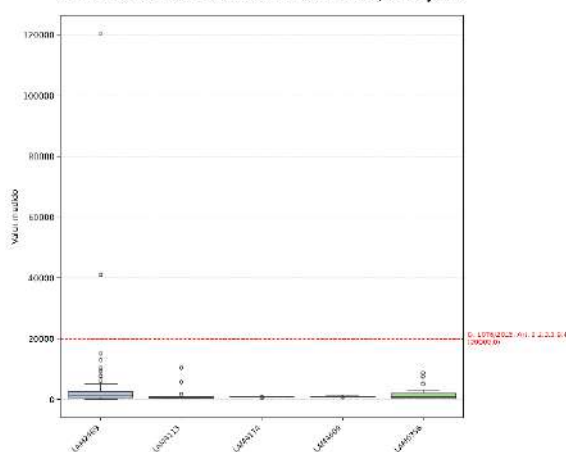
Coliformes Fecales en NMP/100ml - Distribución por Proyecto



Fuente: ANLA, 2025

Figura 88. Concentraciones de Coliformes Totales

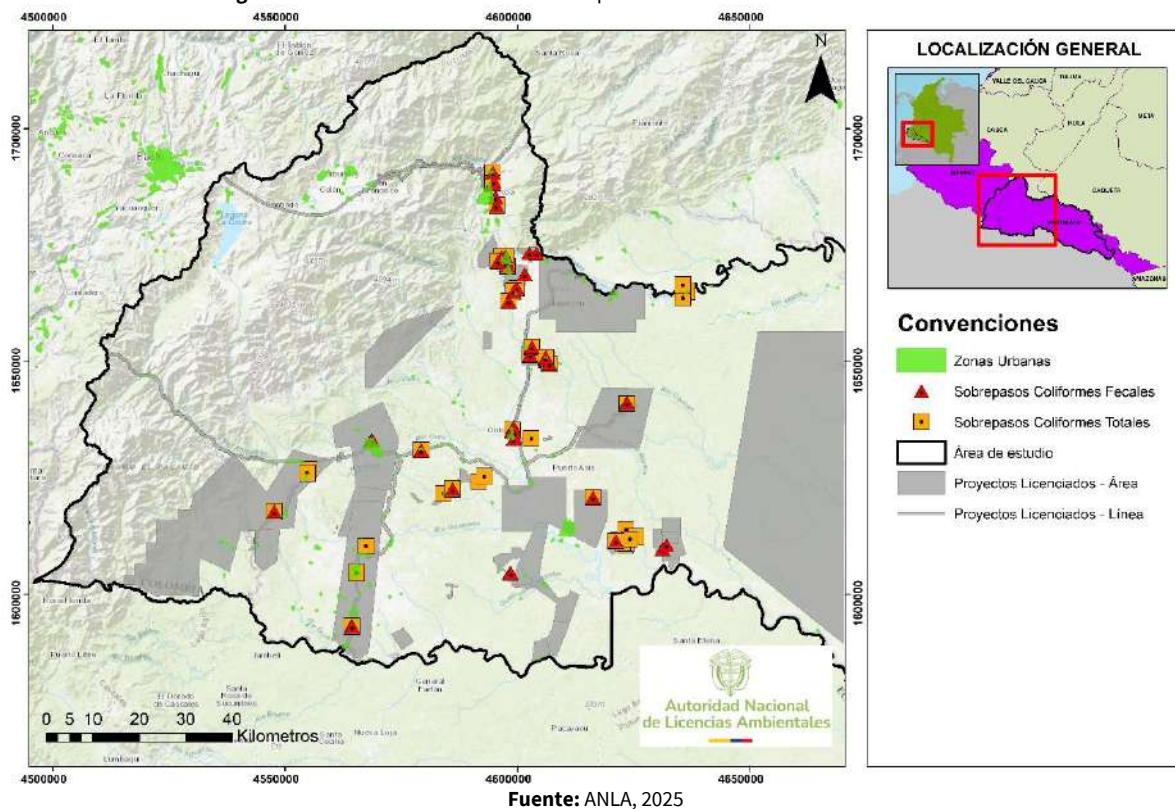
Coliformes Totales en NMP/100ml - Distribución por Proyecto



Fuente: ANLA, 2025

Teniendo en cuenta lo observado, se realizó un análisis espacial con el objetivo de entender las potenciales causas de la presencia de compuestos microbiológicos en las aguas subterráneas y se encontró que aquellos puntos donde se han registrado sobrepasos normativos se localizan, en general, en cercanías de zonas urbanas (Figura 89), de tal forma que la aparición de coliformes en concentraciones superiores a las admitidas por la normatividad colombiana podría estar relacionado directamente con las actividades de centros poblacionales, puntualmente al manejo y disposición de aguas residuales debido a la falta de sistemas de alcantarillado que permitan la correcta disposición de estas aguas.

Figura 89. Puntos de monitoreo con sobrepasos normativos históricos de coliformes



C. MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA

Objetivo específico del ejercicio de modelación

El objetivo principal de este ejercicio de modelación es actualizar y proyectar la Recarga Hidrogeológica (R): Recalcular la Recarga Media Anual Efectiva integrando la data climatológica reciente (hasta el 15/11/2025) y cuantificar el rango de variabilidad esperada bajo escenarios de Cambio Climático (CC) (años 2037 y 2075).

Adicionalmente, evaluar el impacto de la demanda hídrica subterránea: simular el flujo subterráneo en estado estacionario para los escenarios de recarga media (2025, 2037, 2075) y determinar la sensibilidad del nivel piezométrico del acuífero somero ante la máxima demanda hídrica proyectada (captaciones licenciadas, comunitarias y futuras), con el fin de emitir un diagnóstico y criterio dependiente de la disponibilidad y resiliencia del recurso hídrico subterráneo.

Información utilizada

Para la actualización del modelo de recarga se integraron dos tipos de series temporales de Precipitación (P) y Evapotranspiración Potencial (ETP): 1) el registro histórico observado (01 de enero de 2010 al 15 de noviembre de 2025), proveniente de las estaciones del IDEAM y utilizado como línea base para la calibración; y 2) las series basadas en los Escenarios Socioeconómicos Compartidos (SSP) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) para el periodo 2021–2100, las cuales sirvieron de insumo para la construcción y simulación de los escenarios futuros.

Adicionalmente, para la calibración y verificación del modelo numérico de flujo en FEFLOW, se incorporaron 110 puntos de nivel piezométrico registrados y validados provenientes de campañas de monitoreo histórico y reciente, sirviendo como condiciones de contorno. La simulación de la demanda hídrica se estructuró a partir de tres categorías de captaciones. Se incluyeron 17 puntos de captación existentes asociados a los proyectos



licenciados relacionados con los expedientes LAM2469 y LAM4174. Posteriormente, se integró un escenario de demanda actual estimada que considera 69 puntos de captación comunitaria a lo largo de la cuenca alta, a los cuales se les asignó un caudal calculado en base al mínimo vital por persona, por mes (referencia a estándares internacionales de la OMS), asumiendo la demanda potencial de 3 grupos familiares por punto). Finalmente, para la infraestructura futura, se incluyeron captaciones proyectadas asignando el caudal máximo otorgado por la autoridad ambiental en el área a cada polígono, representando un escenario crítico de estrés regulatorio en el acuífero.

Metodología

El proceso de modelación del componente hídrico subterráneo se desarrolló en dos fases secuenciales e integradas: una primera fase para la estimación de la recarga vertical y una segunda fase para la simulación numérica del flujo subterráneo. A continuación, se detallan los métodos y herramientas empleados:

Fase I: Cálculo de la Recarga Efectiva

Se empleó un enfoque de Balance Hídrico Distribuido (comúnmente implementado como un módulo de Recarga -RCH- en modelos numéricos). La Recarga Efectiva (R) se estima como la fracción de la Precipitación que percola más allá de la zona no saturada tras satisfacer la Evapotranspiración Real (ETR) y la Escorrentía.

Escenarios: Se obtuvieron distribuciones espaciales de R para el año base (2025), el año más seco (2037) y el año más lluvioso (2075).

Fase II: Modelación Numérica de Flujo

La simulación del flujo se llevó a cabo utilizando el código de elementos finitos FEFLOW (DHI-WASY), herramienta estándar para medios porosos y fracturados.

Configuración del Modelo y Condiciones de Borde: El dominio de modelación se discretizó mediante una malla de elementos finitos triangulares, refinada en zonas de interés (pozos y drenajes). Se asignaron las siguientes condiciones de frontera:

- Recarga (Entrada): Se aplicó la recarga distribuida anual promedio calculada en la Fase I para cada uno de los escenarios (2025, 2037 y 2075) sobre la cara superior del modelo (Slice 1).
- Hidráulica de Ríos (Salida/Interacción): Los cuerpos de agua principales (ríos y quebradas) se representaron mediante condiciones de transferencia (Cauchy) o nivel fijo, permitiendo el intercambio bidireccional flujo-acuífero según el gradiente hidráulico local.
- Extracción (Demanda): Las captaciones activas se incorporaron como condiciones de pozo (Well BC), asignando los caudales de explotación reportados.

Calibración y Régimen de Simulación: Dada la limitada densidad temporal de los datos de niveles piezométricos disponibles, la modelación se ejecutó exclusivamente en régimen estacionario (estado de equilibrio dinámico). Este enfoque asume que las entradas y salidas del sistema no varían significativamente en el corto plazo, siendo la aproximación más prudente ante la escasez de series históricas robustas.

La calibración se realizó contrastando los niveles piezométricos simulados frente a los observados en una batería de 110 pozos de monitoreo y aljibes. Dichos puntos de control se localizan principalmente en las zonas de proyectos licenciados relacionados con los expedientes: LAV0005-00-2022, LAV0047-00-2023, LAV0033-00-2019, LAV0056-00-2023, LAV0009-00-2019, LAV0010-00-2023, LAV0075-00-2015, LAM2469 y LAM4174, captando niveles estáticos del acuífero somero, niveles que oscilan entre los 237 a los 645 msnm.



Análisis de Incertidumbre: Es fundamental declarar que, debido a la escasa información primaria en sectores distales de la zona de estudio y la naturaleza estacionaria de la simulación, el modelo presenta un margen de incertidumbre alto, no obstante, los resultados deben interpretarse como tendencias de flujo y magnitudes regionales, y no como predicciones puntuales exactas a escala local.

Supuestos de modelación

La modelación de flujo en estado estacionario con FEFLOW se basó en el Modelo Conceptual disponible, priorizando la utilidad y la transparencia en la exposición de las limitaciones.

Para el estado estacionario, la simulación representa una condición de equilibrio a largo plazo, utilizando la Recarga Promedio Anual (R_{promedio}) de cada escenario. Este enfoque es el más apropiado, dadas las limitaciones en los datos de monitoreo de niveles piezométricos a largo plazo y la alta recarga.

El modelo se concentra en el acuífero libre/somero, que es el más sensible a la recarga y al estrés de las captaciones superficiales. Se asume que este acuífero es el principal objeto de explotación.

Dada la complejidad de la litología de la cuenca alta del Putumayo y la escasez de un modelo estructural de detalle que defina la conectividad de las fracturas y fallas (características típicas de rocas fracturadas, se recurrió a un enfoque simplificado).

Ante la carencia de ensayos de bombeo sistemáticos que permitan una asignación espacial precisa de la Transmisividad y el Almacenamiento, se asumió un modelo de continuo equivalente. Es decir, se asumieron propiedades hidráulicas homogéneas/equivalentes (Conductividad Hidráulica) que fueron obtenidas mediante el proceso de calibración del modelo de flujo contra los 110 puntos piezométricos registrados. Esta aproximación (Custodio & Llamas, 1983) es necesaria para lograr un modelo regional, pero se reconoce que es una fuente de incertidumbre en la predicción local, especialmente en zonas con fuerte control estructural.

El modelo utilizó los 110 puntos de nivel registrados como la mejor evidencia disponible para la calibración y el control. No obstante, se reconoce la ausencia de un inventario completo de puntos hidrogeológicos que abarque toda el área de modelación.

Para mitigar el riesgo de subestimar la demanda no inventariada, el cálculo de las 69 captaciones proyectadas se asumió de forma conservadora: se utilizó un caudal basado en el mínimo vital por persona por mes (OMS, 2003) y se asumió un factor de densidad de 3 grupos familiares por punto. Este enfoque aumenta la carga simulada para garantizar que el análisis de impacto sea cauteloso, se asumió el caudal máximo otorgado por la autoridad en la zona (criterio de Gestión Regulatoria) para cada polígono proyectado, lo que representa el peor escenario de demanda industrial/infraestructura.

Estos supuestos permiten avanzar con la modelación y cuantificación de impactos a escala regional, mientras se delimitan claramente las áreas donde se requiere mayor énfasis en caracterización hidrogeológica de campo para reducir la incertidumbre.

Resultados (Hallazgos principales escenario actual y cambio climático)

Resultados de la Recarga (Balance Hídrico)

Los resultados de la simulación de la recarga efectiva global para el área de estudio son los siguientes:

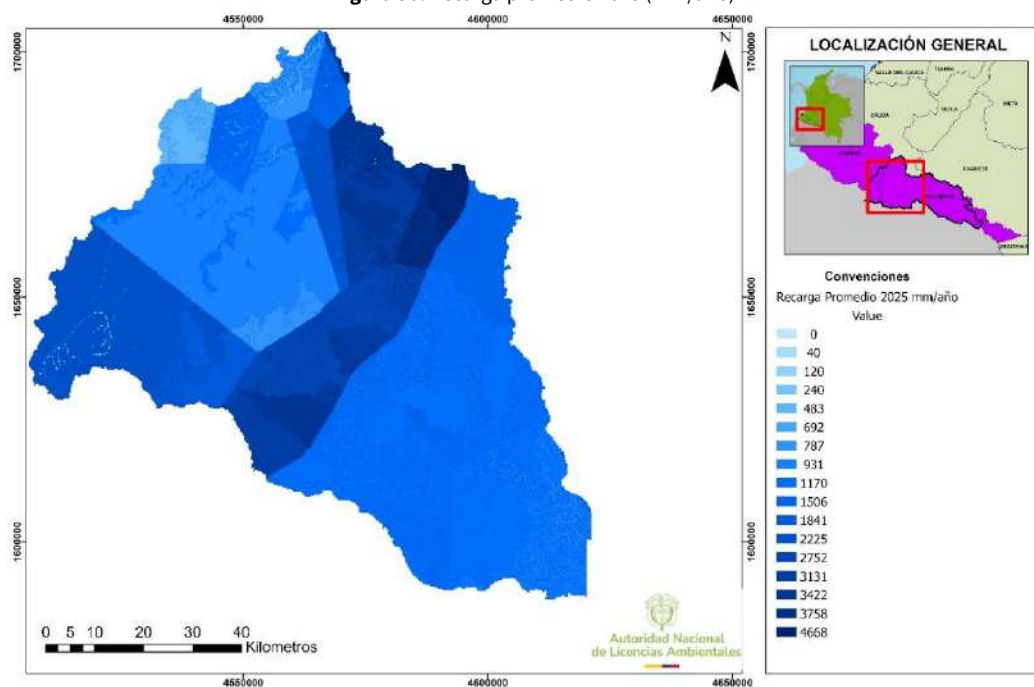
Tabla 51. Recarga efectiva

Escenario	Recarga Máxima (Rmax) (mm/año)	Recarga Media (Rmedia) (mm/año)	Recarga Mínima (Rmin) (mm/año)
Base (2025)	4668	1736	0
Más Seco (2037)	4380	2174	0
Más Lluvioso (2075)	5435	2721	0

Fuente: ANLA, 2025

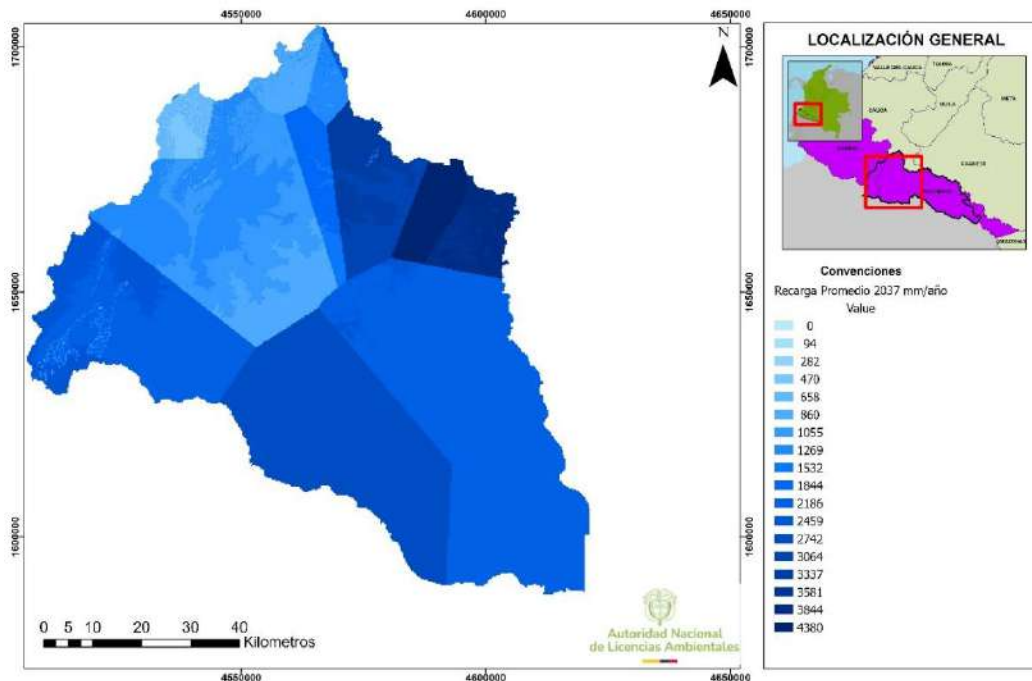
En la Figura 90, Figura 91 y Figura 92 se presentan los resultados espaciales de la recarga en los años 2025, 2037 y 2075 respectivamente, no se observan variaciones espaciales en el régimen de la recarga en los diferentes escenarios.

Figura 90. Recarga promedio 2025 (mm/año)



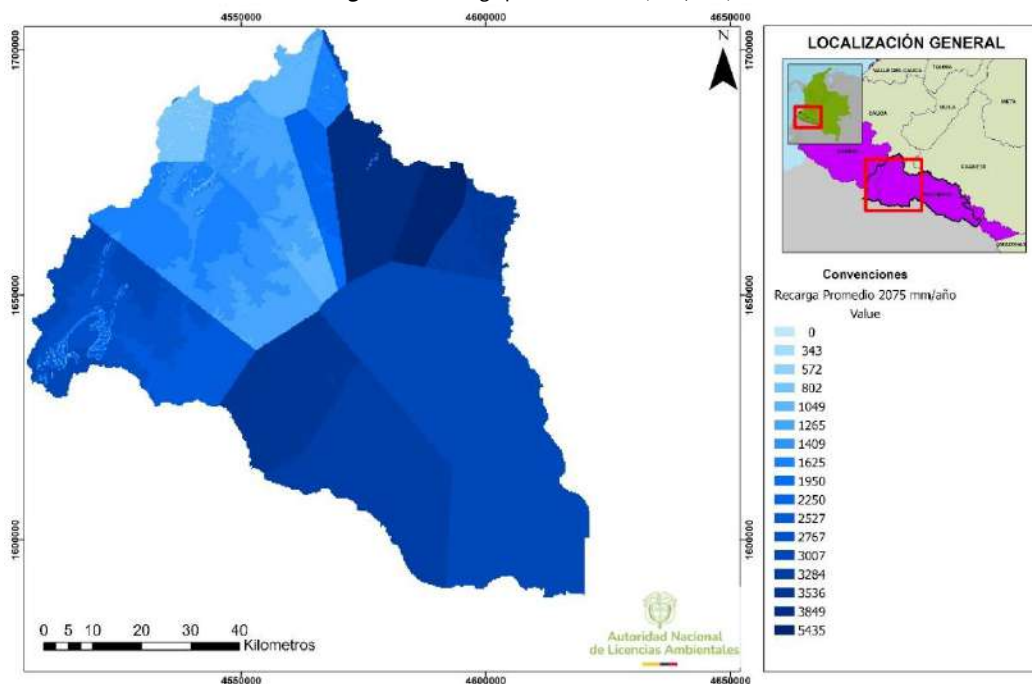
Fuente: ANLA, 2025

Figura 91. Recarga promedio 2037 (mm/año)



Fuente: ANLA, 2025

Figura 92. Recarga promedio 2075 (mm/año)



Fuente: ANLA, 2025

La actualización de los escenarios climáticos en el modelo de balance hídrico revela una tendencia clara hacia el superávit hídrico en el sistema subterráneo. Las proyecciones indican un incremento progresivo en la oferta de agua que ingresa al acuífero, tal como se detalla a continuación:

- Escenario Base (2025): Se estableció una recarga media (R_{media}) de 1.736 mm/año, la cual sirve como línea base para la comparación temporal.

- Escenario 2037: La R_{media} asciende a 2.174 mm/año, lo que representa un incremento del 25,23% respecto a las condiciones actuales.
- Escenario 2075: Se proyecta una R_{media} de 2.721 mm/año, consolidando un aumento del 56,74% frente al escenario base.

Si bien la tendencia media es al aumento de la disponibilidad, es importante resaltar la exacerbación de los eventos extremos, registrándose valores puntuales de recarga máxima (R_{max}) que alcanzan los 5.435 mm/año.

Los resultados del modelo de flujo en estado estacionario (FEFLOW), utilizando los valores de $R_{promedio}$ y la configuración máxima de captaciones, se presentan en la siguiente tabla de afectación:

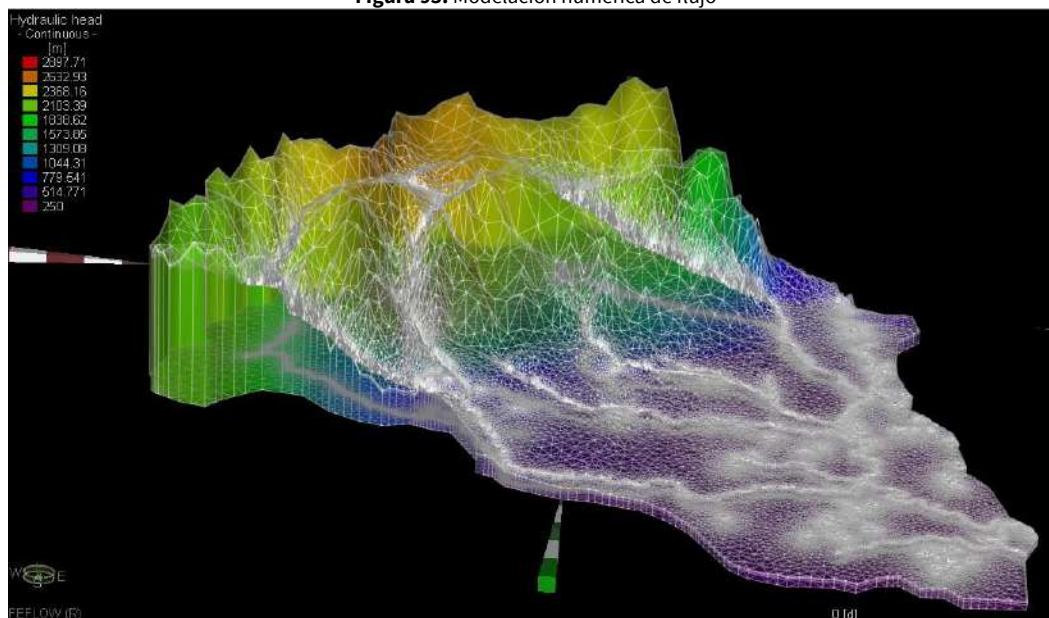
Tabla 52. Recarga media

Escenario	Recarga Media Utilizada ($R_{promedio}$)	Variación Máxima Observada en Niveles (110 puntos)
Base (2025)	1736 mm/año	≤ 10 cm
Más Seco (2037)	2174 mm/año	≤ 10 cm
Más Lluvioso (2075)	2721 mm/año	≤ 10 cm

Fuente: ANLA, 2025

Tal como se mencionó en la metodología el área de modelación se discretizó mediante una malla de elementos finitos triangulares, refinada en zonas de interés (pozos y drenajes) que completa un total de 1'38.948 elementos (Figura 93).

Figura 93. Modelación numérica de flujo



Fuente: ANLA, 2025

La Figura 94, Figura 95 y Figura 96 presentan la distribución espacial de la carga hidráulica simulada para el escenario base y los escenarios de cambio climático. Del análisis de estas superficies piezométricas se desprenden las siguientes conclusiones hidrodinámicas:

La morfología del nivel piezométrico exhibe un marcado control topográfico, replicando las tendencias regionales del relieve. Se observa un gradiente hidráulico regional consistente y bien definido con dirección predominante Noroeste – Sureste (NW-SE).

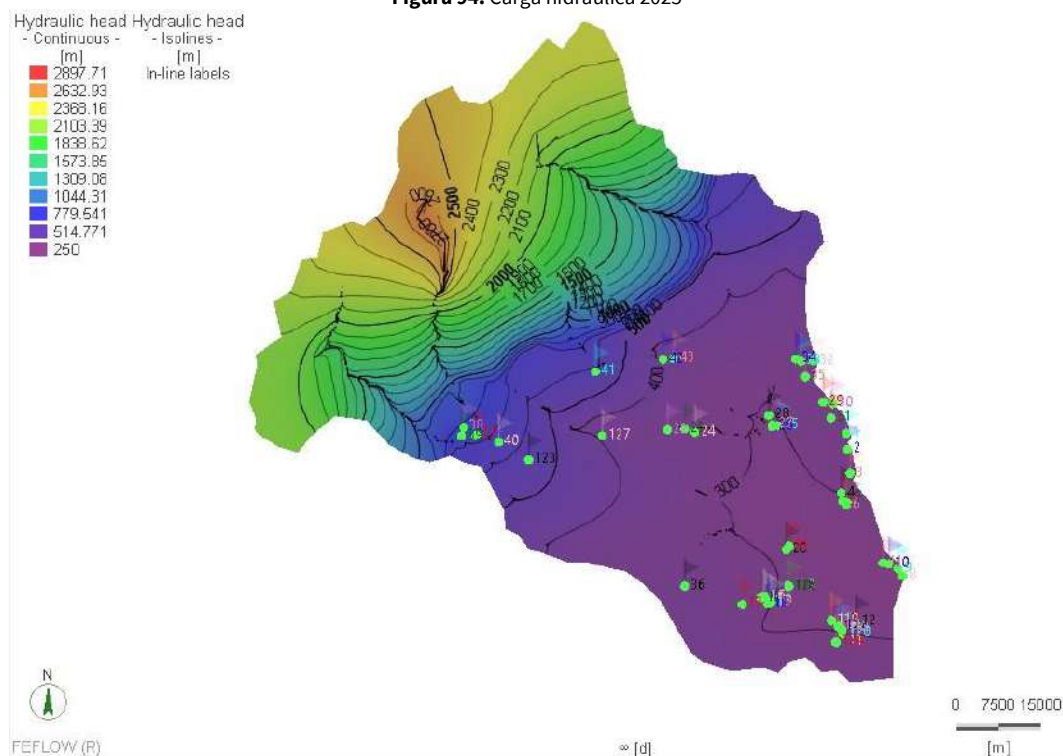
- Zona de Recarga (Cabecera): Las cargas hidráulicas máximas, alcanzando cotas cercanas a los 2.998 m.s.n.m., se localizan en el sector Noroccidental (flanco de montaña/piedemonte), actuando como la principal zona de recarga del sistema.
- Zona de Descarga/Tránsito: A medida que el flujo avanza hacia el Suroriente, la energía potencial disminuye progresivamente hasta alcanzar cotas mínimas en el orden de los 250 m.s.n.m. en la llanura aluvial distal.
- Direcciones de Flujo: La ortogonalidad de las líneas de flujo respecto a las equipotenciales confirma un movimiento generalizado de la masa de agua subterránea desde el orógeno andino hacia la cuenca sedimentaria amazónica.

Al contrastar visualmente los mapas piezométricos de los tres escenarios (2025, 2037 y 2075), se evidencia una distribución de la carga hidráulica prácticamente idéntica. A pesar del aumento significativo en la recarga vertical proyectada por los modelos climáticos (discutido en la sección anterior), la respuesta del nivel piezométrico en el modelo regional es de una magnitud muy baja.

Las fluctuaciones de la carga hidráulica entre el escenario actual y los futuros no superan los 10 cm en la mayor parte del dominio. Esta magnitud es imperceptible a la escala de representación cartográfica regional (donde el rango total de elevación supera los 2.700 m), lo que explica la similitud visual de las figuras.

Este comportamiento sugiere que el sistema acuífero posee una alta conectividad hidráulica con la red de drenaje superficial. Los ríos y quebradas, modelados como condiciones de frontera (potencial o flujo dependiente), ejercen un fuerte control hidráulico sobre el nivel freático.

Figura 94. Carga hidráulica 2025



Fuente: ANLA, 2025

Figura 95. Carga hidráulica 2037

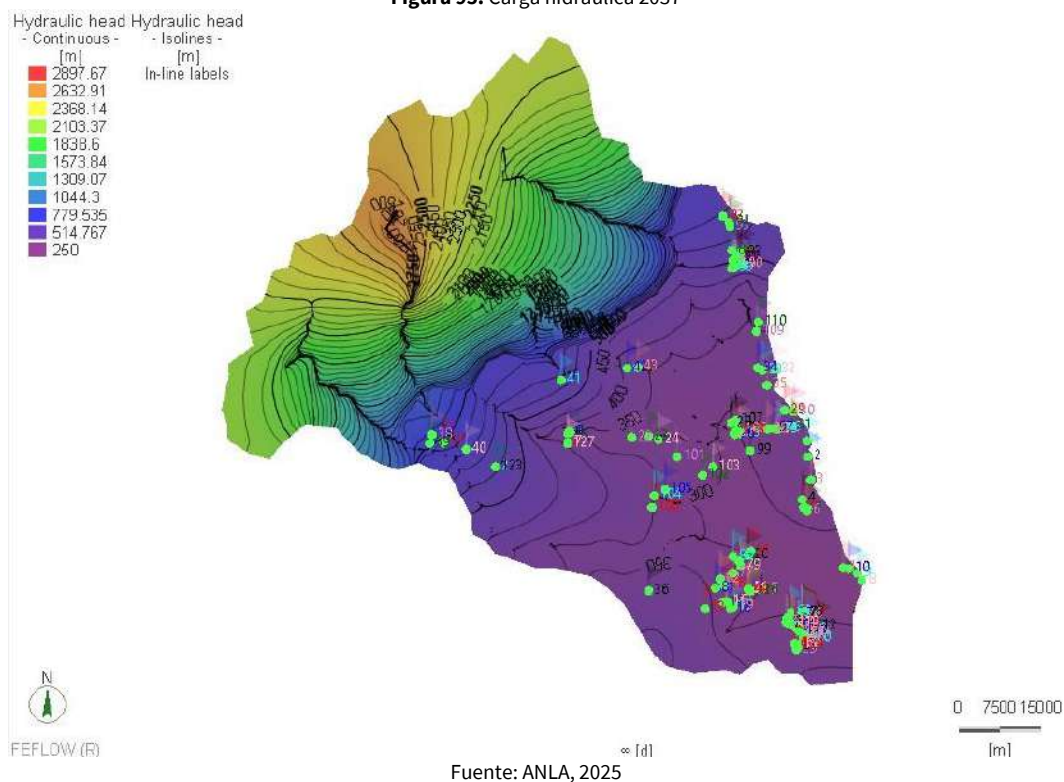
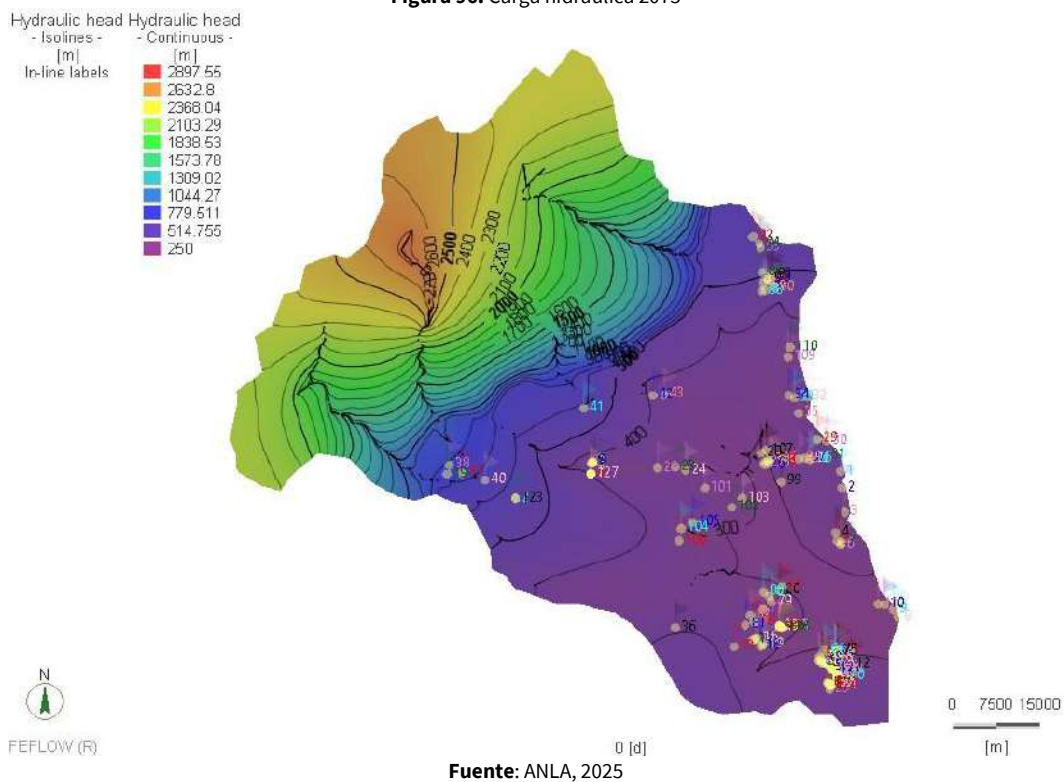


Figura 96. Carga hidráulica 2075



El balance de masas global confirma la estabilidad numérica de las simulaciones en régimen estacionario para los tres escenarios evaluados. El error de cierre (Imbalance) se mantiene en un orden de magnitud de 10^{-3} l/s (+0.0020 a +0.0021 l/s), lo cual es despreciable frente a los caudales regionales del orden de 10^5 l/s, garantizando la validez de la solución matemática (Figura 97).

Figura 97. Balance hídrico para los años 2025, 2037 y 2075

2025	2037	2075
Active [l/s] Fluid Dirichlet BCs -1352.6 Neumann BCs Cauchy BCs -6.9791e+05 +3.0315e+05 Wells -205.02 Distributed Sink(-)/Source(+) +3.9632e+05 Storage Capture(-)/Release(+) Imbalance +0.0020684	Active [l/s] Fluid Dirichlet BCs -1668.4 Neumann BCs Cauchy BCs -7.9105e+05 +2.8312e+05 Wells -205.02 Distributed Sink(-)/Source(+) +5.098e+05 Storage Capture(-)/Release(+) Imbalance +0.0021556	Active [l/s] Fluid Dirichlet BCs -1911.7 Neumann BCs Cauchy BCs -8.7538e+05 +2.6253e+05 Wells -205.02 Distributed Sink(-)/Source(+) +6.1497e+05 Storage Capture(-)/Release(+) Imbalance +0.0021187

Fuente: ANLA, 2025.

Bajo las condiciones actuales, el sistema opera con la siguiente dinámica de flujos:

Entradas (Inputs): La principal fuente de alimentación es la Recarga Distribuida (Distributed Source), que aporta +3.9632e5 l/s al sistema. Existe un aporte secundario significativo desde los cuerpos de agua superficiales hacia el acuífero (Cauchy In) de +3.0315e5 l/s, indicando tramos de río influentes (ganadores) en zonas de piedemonte o cabecera.

Salidas (Outputs): El sistema descarga mayoritariamente hacia la red de drenaje (Cauchy Out), evacuando -6.9791e5 l/s. Las salidas por flujo lateral (Dirichlet) son menores (-1.352 l/s) y la extracción por pozos (Wells) representa una fracción mínima del balance (-205,02 l/s).

El balance hídrico del modelo hidrogeológico confirma que el sistema acuífero del Putumayo opera bajo un régimen de flujo controlado por el drenaje superficial, caracterizado por una alta capacidad de autorregulación hidráulica. En el escenario base (2025), el equilibrio dinámico se sostiene mediante la evacuación de $6,97 \times 10^5$ l/s hacia la red hídrica, que actúa como el principal mecanismo de descarga regional. Ante los escenarios de cambio climático (2037 y 2075), el sistema responde al incremento masivo de la recarga vertical (que alcanza un 56% en 2075) no mediante el almacenamiento o ascenso descontrolado de niveles piezométricos, sino a través de una amplificación inmediata de los flujos de descarga hacia los ríos (Cauchy Out), los cuales aumentan hasta en un 25% su magnitud. Esto demuestra que la interacción río-acuífero es el proceso hidrodinámico dominante que garantiza la estabilidad del sistema, transformando el superávit de precipitación en un incremento sostenido del caudal base de los cuerpos de agua superficiales, sin comprometer la sostenibilidad del recurso frente a las demandas de explotación actuales.

Es importante mencionar que el modelo asume una cuenca cerrada lo que puede subestimar flujos regionales que descargan el acuífero hacia el Suroriente, por lo anterior se sugiere realizar ejercicios de actualización periódicos teniendo en cuenta monitoreos actualizados y una mayor densidad en los puntos de observación usados en este ejercicio.

En resumen, aunque la entrada al sistema aumenta, la geometría del flujo (dirección NW-SE) y la distribución de la energía (250-2998 msnm) se mantienen estables debido al fuerte acoplamiento entre el acuífero y los drenajes superficiales que regulan el nivel de saturación.



Recomendaciones para la gestión

Ampliar y optimizar la red de monitoreo piezométrico en los proyectos licenciados que hacen uso del recurso hídrico subterráneo y para aquellos que realizan actividades de inyección, con frecuencias mínimas mensuales, para verificar las predicciones del modelo. Priorización de la Calidad sobre la Cantidad: Dado que el riesgo por disponibilidad es bajo, la gestión debe enfocarse en la calidad, atendiendo a los hallazgos previos de concentraciones anómalas de Zinc y Bario en los expedientes LAM2469 y LAM4174, asegurando la vulnerabilidad y calidad del recurso hídrico subterráneo.

Utilizar los resultados del modelo de flujo (cargas hidráulicas estables) como base para la justificación técnica sobre la viabilidad de los límites de aprovechamiento y la proyección de concesiones futuras en el área de estudio.



XVII. 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 PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 y NO_2 , de las campañas de monitoreo realizadas en el marco de las obligaciones en los expedientes: LAM0199, LAM1358, LAM2469, LAM3268, LAM3323, LAM3518, LAM4011, LAM4077, LAM4113, LAM4174, LAM4479, LAM4609, LAM5025, LAM6356, LAV0005-00-2022, LAV0009-00-2019, LAV0010-00-2023, LAV0016-00-2023, LAV0020-00-2017, LAV0028-00-2023, LAV0033-00-2019, LAV0038-00-2019, LAV0040-00-2022, LAV0047-00-2023, LAV0054-00-2022, LAV0056-00-2015, LAV0056-00-2023 y LAV0075-00-2015.

Los datos corresponden a los promedios anuales obtenidos en cada una de las estaciones de monitoreo de calidad del aire ubicadas dentro del área de estudio, para el periodo comprendido entre 2018 y 2024. Los valores promedio obtenidos para los contaminantes evaluados (PM_{10} , $PM_{2.5}$ y NO_2), considerando un tiempo de exposición anual, fueron comparados de manera indicativa con los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.

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.

La condición regional de criticidad se clasificó en tres niveles según el cumplimiento de la norma: se consideró alta cuando las concentraciones excedieron los niveles máximos permisibles; media cuando los promedios se ubicaron entre el 80% y el 100% de dicho límite; y baja para valores menores al 80% del estándar normativo."

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. Cabe 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 no se encuentran dentro del área de estudio.

Condición regional atmosférica de PM_{10}

Para el contaminante PM_{10} se identificaron campañas de monitoreo en 28 proyectos, de los cuales 5 hacen parte del sector de infraestructura, 22 del sector de hidrocarburos y 1 del sector de energía. Se estimaron 387 promedios a partir de los datos diarios registrados en los monitoreos de tipo indicativo y presentando desde 18 hasta 54 muestras diarias en cada año, siendo el expediente LAM2469 el que reportó una mayor cantidad de registros de PM_{10} , con 113

Tabla 53. Resumen de la condición regional atmosférica de PM_{10}

Límite PM_{10} Anual Res. 2254/2017 = 50 $\mu g/m^3$			
Condición Regional	Baja	Media	Alta
N° Datos promedio	387	10	0
% del total	97,48 %	2,52 %	0 %
N° Proyectos	28	4	0

Fuente: ANLA, 2025.

promedios estimados durante todo el periodo de análisis.

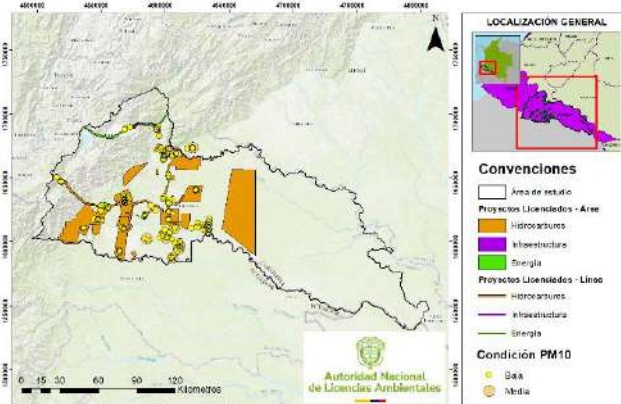
En el área del reporte, se presenta la condición regional “media” con el 2,52% de los promedios estimados, en cuatro proyectos de hidrocarburos, identificados con los expedientes LAM0199, LAM4174, LAV0020-00-2017 y LAV0056, los cuales están situados los municipios de Mocoa, Piamonte, Puerto Asís y Valle de Guamuez. No obstante, la condición regional “baja” presenta el 97,48% de los promedios estimados, siendo así, la condición regional predominante en el área de estudio, tal como se observa en la Tabla 43 y de manera gráfica en la Figura 98.

Condición regional atmosférica de PM_{2.5}

Para el contaminante PM_{2.5} se identificaron campañas de monitoreo en 23 proyectos, de los cuales 4 hacen parte del sector de infraestructura, 18 del sector de hidrocarburos y 1 del sector de energía. Se estimaron 321 promedios a partir de los datos diarios registrados en los monitoreos de tipo indicativo y presentando desde 18 hasta 54 muestras diarias en cada año. El expediente LAM2469 es el proyecto que reportó una mayor cantidad de registros de PM_{2.5}, con 111 promedios estimados durante todo el periodo de análisis.

En el área del reporte, se presenta la condición regional “media” con el 2,13% de los promedios estimados, en dos proyectos de hidrocarburos, identificados con los expedientes LAM4174, LAM0199, situados en los municipios de Puerto Asís, Mocoa y Piamonte. No obstante, la condición regional “baja” presenta el 97,87 % de los promedios estimados, siendo así, la condición regional predominante en el área de estudio, tal como se observa en la Tabla 54 y de manera gráfica en la Figura 99.

Figura 98. Condición regional atmosférica de PM₁₀



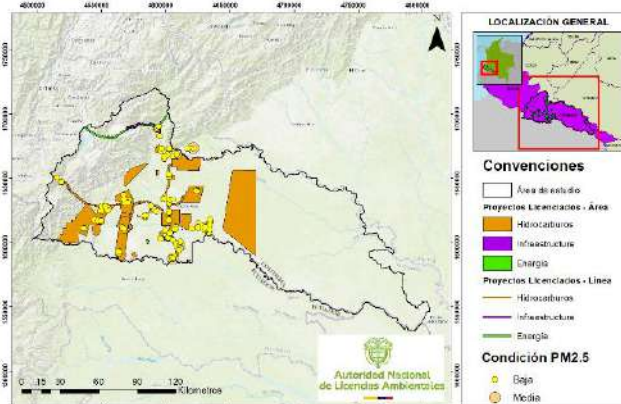
Fuente: ANLA, 2025.

Tabla 54. Resumen de la condición regional atmosférica de PM_{2.5}

Límite PM _{2.5} Anual Res. 2254/2017 = 25 µg/m³			
Condición Regional	Baja	Media	Alta
N° Datos promedio	321	7	0
% del total	97,87 %	2,13 %	0 %
N° Proyectos	23	2	0

Fuente: ANLA, 2025.

Figura 99. Condición regional atmosférica de PM_{2.5}



Fuente: ANLA, 2025.

Condición regional atmosférica de NO₂

Para el contaminante NO₂ se identificaron campañas de monitoreo en 17 proyectos, los cuales sectorialmente corresponden a 16 de hidrocarburos y 1 de infraestructura. Se estimaron 186 promedios a partir de los datos diarios registrados en los monitoreos, siendo todos ellos indicativos, con un número de muestras diarias de 18 a 54, donde el expediente LAM2469 reportó la mayor cantidad de datos con 54 promedios estimados.

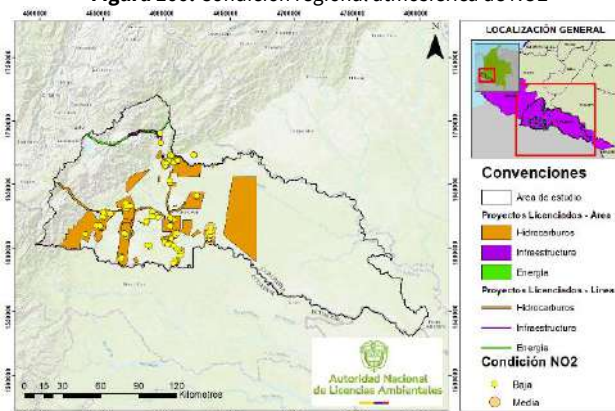
Asimismo, para los expedientes LAM3518, LAM4609 y LAM4113 del sector de hidrocarburos se presentó condición “Media” con el 1,06 % de los datos promedio en los municipios de Mocoa y Valle Guamuez. La Tabla 55 y la Figura 100, presentan los promedios estimados en todas las campañas de monitoreo asociados con su respectiva condición regional.

Tabla 55. Resumen de la condición regional atmosférica de NO₂

Límite NO ₂ Anual Res. 2254/2017 = 60 µg/m ³			
Condición Regional	Baja	Media	Alta
N° Datos promedio	186	2	0
% del total	98,94 %	1,06 %	0 %
N° Proyectos	17	3	0

Fuente: ANLA, 2025.

Figura 100. Condición regional atmosférica de NO₂



Fuente: ANLA, 2025.

Condición regional atmosférica de SO₂

Para el gas contaminante SO₂ se identificaron campañas de monitoreo indicativas en 26 proyectos de los cuales 5 hacen parte del sector de infraestructura, 20 del sector de hidrocarburos y 1 del sector de energía. Se registraron 14372 niveles de concentración con frecuencia de medición diaria, donde el expediente LAM3518 reporta la mayor cantidad de datos con 2844 registros diarios.

Se observa que la condición regional “baja” predomina en el área de estudio con el 100 % de los datos de medición diarios, indicando que todos los niveles de concentración registrados son inferiores al límite máximo permisible diario de la Resolución 2254 de 2017 del MADS.

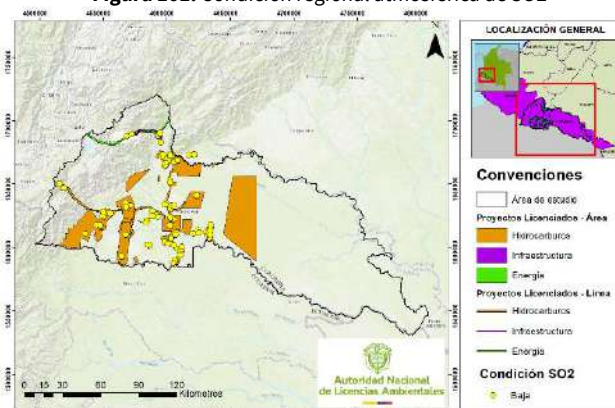
La Figura 101 y la Tabla 56 presentan los promedios estimados en todas las campañas de monitoreo asociados con su respectiva condición regional.

Tabla 56. Resumen de la condición regional atmosférica de SO₂

Límite SO ₂ Anual Res. 2254/2017 = 50 µg/m ³			
Condición Regional	Baja	Media	Alta
N° Datos promedio	14372	0	0
% del total	100 %	0 %	0 %
N° Proyectos	26	0	0

Fuente: ANLA, 2025.

Figura 101. Condición regional atmosférica de SO₂



Fuente: ANLA, 2025.



En general, la condición regional para la calidad del aire es mayoritariamente Baja para los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ y NO₂, de acuerdo con los datos registrados por los monitoreos de los POA en el marco de sus obligaciones para el componente atmosférico. No obstante, la condición regional Media se presenta para los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5} y NO₂ en la zona central sur y oeste en proyectos del sector de hidrocarburos y en los municipios de Puerto Asís, Mocoa, Valle de Guamuez y Piamonte. Por otro lado, el polígono que se hace visible en las diferentes salidas gráficas que no cuenta con monitoreos, corresponde al expediente LAM0533, el cual se encuentra en fase de perforación exploratoria.

El análisis del componente reveló una coherencia en las concentraciones de PM₁₀ al compararlas con los resultados del Reporte de Análisis Regional de 2023. Las concentraciones se mantienen en una proporción similar, destacando la persistencia de la condición baja, que representó un 97.4% en 2023. Respecto al PM_{2.5}, el reporte de 2023 registró un 1.1% en condición alta, con el resto en baja. Es relevante mencionar que, en el presente informe, no se obtuvieron registros en condición alta para este contaminante.

La comparación del contaminante NO₂ muestra una diferencia notable con los hallazgos de 2023, año en el que se obtuvieron porcentajes de 56.3% (baja), 34.4% (media) y 9.4% (alta) y el presente año se obtuvo mayoritariamente en baja con 99.04%. Esta discrepancia es significativa puede atribuirse a las medidas implementadas en los proyectos y al incremento en la cantidad de datos disponibles para el análisis actual, dado que la cobertura de monitoreo de calidad del aire se expandió de 6 a 15 proyectos en el año 2025.

B. MODELO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES – PM₁₀, PM_{2.5} y NO₂

Objetivo específico del ejercicio de modelación

Evaluar el impacto acumulativo en la calidad del aire de la región del Putumayo mediante la consolidación de las fuentes de emisión de los POA (2025) e insumos de modelación existentes, analizando su interacción con proyectos futuros bajo el escenario de cambio climático SSP5-8.5.

Información utilizada

Para el desarrollo de esta modelación se emplea la herramienta Aermód recomendado por la EPA, donde se integra, desde un enfoque regional, la información meteorológica horaria simulación meteorológica de última generación WRF (Weather Research and Forecasting) del año 2022 e información de terreno del modelo de elevación (SRTM30) a resolución de 30 metros.

Referente a las tasas de emisión se realizó la asignación de la siguiente forma:

- Información primaria:
 - Modelación dispersión recopilados y/o reconstruidos:
 - LAV0005-00-2022 - ÁREA DE DESARROLLO CUMPLIDOR NORTE
 - LAV0033-00-2019 - AREA DE DESARROLLO VERDERON (PUT-4)
 - LAV0047-00-2023 - AREA DE DESARROLLO GENESIS
 - LAV0056-00-2023 - CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE PUERTO CAICEDO
 - Supuestos de modelación:
 - Para los proyectos que carecen de insumos de modelación específicos, la estimación de emisiones se realizó utilizando la información espacial de la capa Infra_PT del Modelo de Almacenamiento de Datos Geográfico (MAG). Se identificarán las fuentes estacionarias (calderas, generadores, teas, pozos, refinerías y plataformas) y se les asignarán tasas de emisión representativas, homologadas a partir de la información técnica disponible en otros modelos de la región.
- Escenario de modelación:
 - Línea Base: Es necesario este escenario para parametrizar las fuentes de emisión identificadas.
 - Proyectos de actividades licenciadas futuras.

- Escenario cambio climático: según la información de la cuarta comunicación del IDEAM, se evalúa la tendencia de cuatro (4) escenarios SSP1 2.6, SSP2 4.5, SSP3 7.0 y SSP5 8.5 y su variación en la dinámica de la precipitación.

Asimismo, se integró la información del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) de las estaciones vinculadas a los expedientes de la ANLA. Esto con el fin de contrastar los niveles de calidad del aire modelados en el escenario de línea base frente a los registros históricos, y evaluar la predicción de aportes bajo el escenario de cambio climático.

Metodología

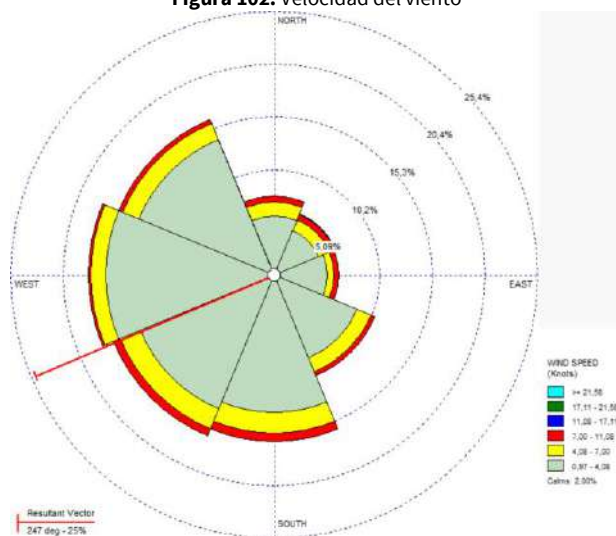
Para la configuración del modelo atmosférico, se consolidó un escenario de línea base integrando los estudios de dispersión de contaminantes de proyectos de hidrocarburos e infraestructura correspondientes al periodo 2019-2025. Adicionalmente, en los expedientes carentes de inventarios de emisiones específicos, se procedió a la identificación espacial de fuentes estacionarias (calderas, generadores, teas, pozos, refinерías y plataformas) mediante la capa Infra_PT del Modelo de Almacenamiento de Datos Geográfico (MAG). A dichas fuentes se les asignaron tasas de emisión estimadas, correspondientes al percentil 50 (mediana) de la distribución de datos reportada en los insumos de modelación regionales disponibles

Para el escenario prospectivo se contempló:

- Proyectos futuros: Para la evaluación de este tipo de proyectos, se delimitaron espacialmente las áreas con vocación de desarrollo enfocada principalmente en el sector de hidrocarburos, con una incidencia leve del sector minero. Dada la naturaleza prospectiva de este escenario, se adoptó como criterio técnico la asignación de tasas de emisión basadas en el promedio de los registros reportados en los proyectos que cuentan con insumos de modelación validados. Esta metodología permite establecer, de manera indicativa, la tendencia de la carga contaminante y dimensionar el impacto acumulativo potencial en la región
- Cambio climático: En la misma ubicación de la información meteorológica empleada para la modelación de la línea base, un análisis de la tendencia o variabilidad de la precipitación durante los periodos 2021 al 2100, indicando en concordancia con el capítulo de caracterización de clima con una tendencia a aumentar proyectado a un 10%.

En el desarrollo de la modelación se contempló el análisis de la concentración de fondo de la región partiendo del comportamiento de la dinámica de vientos de la meteorología WRF.

Figura 102. Velocidad del viento



Fuente: ANLA, 2025

La dinámica del viento predomina del sector oriental al occidente, por lo tanto, se interpreta a modo regional que las estaciones del SVCA ubicadas al extremo del sector oriente representan la concentración del fondo que se establece a través de percentil 50 o mediana.

Tabla 57. Concentración de fondo

ID_ANLA	tem-mca-LAM2469-0018
PM10	11,77
NO2	19,33
PM2.5	6,80

Fuente: ANLA, 2025

Figura 103. Esquema conceptual modelo atmosférico



- La modelación de dispersión de contaminantes atmosféricos a escala regional trabaja con grandes dominios de modelación representando un nivel de detalle general, asimismo, respecto a la calibración, se contemplan los planteamientos de la EPA donde indica, de acuerdo con lo estipulado en el apéndice W - Guía sobre modelos de calidad del aire, expedida por la EPA, que el ejercicio de calibración tiene beneficios cuestionables y por lo tanto no debe realizarse.
- La evaluación prospectiva en áreas con vocación de hidrocarburos y minería estimó el impacto acumulativo regional mediante la asignación de tasas de emisión promedio de modelos validados, permitiendo dimensionar la tendencia de la carga contaminante futura.

Con la finalidad de conocer el impacto acumulativo de la alteración de los niveles de calidad del aire por el conjunto de proyectos de hidrocarburos e infraestructura, se desarrolló esta modelación. El estudio permite integrar los aportes estimados del inventario de emisiones presentado en los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) y los supuestos de modelación. Asimismo, se integra la dinámica meteorológica mediante datos globales de reanálisis atmosférico WRF, arrojando resultados con una variación razonable en comparación con los niveles de calidad del aire del SVCA.

Es fundamental precisar que esta metodología de modelación se implementa con la finalidad de evaluar el impacto acumulativo del componente atmosférico bajo un alcance regional, empleando como insumo bases de datos globales. No obstante, este ejercicio no sustituye los lineamientos oficiales para la estimación de emisiones establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ni exige del cumplimiento de la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales vigente.

145

Figura 104. Análisis comparativo modelación-medición Calidad del aire.



146



línea base en rangos medios de concentración ($0-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). No obstante, se identifican mayores dispersión e incertidumbre en los valores extremos, asociadas a episodios puntuales de resuspensión o fuentes transitorias de alta intensidad que no se encuentran completamente caracterizadas en los inventarios globales utilizados como insumo. Adicionalmente, el RMSE de $6.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para $\text{PM}_{2.5}$, demuestra la presencia de un sesgo sistemático de subestimación, al ubicarse la mayoría de los valores simulados por debajo de la línea de regresión, denotando un comportamiento conservador del modelo y la posible ausencia de emisiones locales relevantes dentro del inventario. Complementariamente, el RMSE de $16.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para NO_2 , evidencia una dispersión heterogénea y dificultades en la reproducción de picos superiores a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, debido a la alta reactividad química del contaminante y a la marcada influencia de fuentes de escala local.

En la columna de la derecha asociada al análisis porcentual de aportes de los expedientes frente a los receptores (estaciones de calidad del aire de la región) se evidencia un comportamiento distinto según el contaminante. En NO_2 se evidencia una distribución más diversificada, donde varias fuentes participan de manera simultánea, indicando una influencia de los expedientes cercanos; para $\text{PM}_{2.5}$, el aporte es altamente concentrado principalmente en una fuente, mostrando que este contaminante fino proviene especialmente de una actividad industrial dominante. Finalmente, el contaminante PM_{10} refleja una concentración aún mayor, con una sola fuente que aporta prácticamente el 100 %, y la cual estaría asociada a procesos de resuspensión o actividades físicas puntuales.

Respecto a los resultados del modelo frente a los aportes en las estaciones del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire SVCA, en la siguiente tabla se presentan los criterios estadísticos obtenidos.

Tabla 58. Resumen de la condición regional atmosférica de SO_2

Contaminante	Promedio	Desviación	máximo	mínimo	Mediana
PM10	5,348	21,578	206,402	0,0032	0,990
PM2.5	0,911	1,3819	11,674	0,0010	0,529
NO2	11,772	9,886	43,037	0,3936	9,106

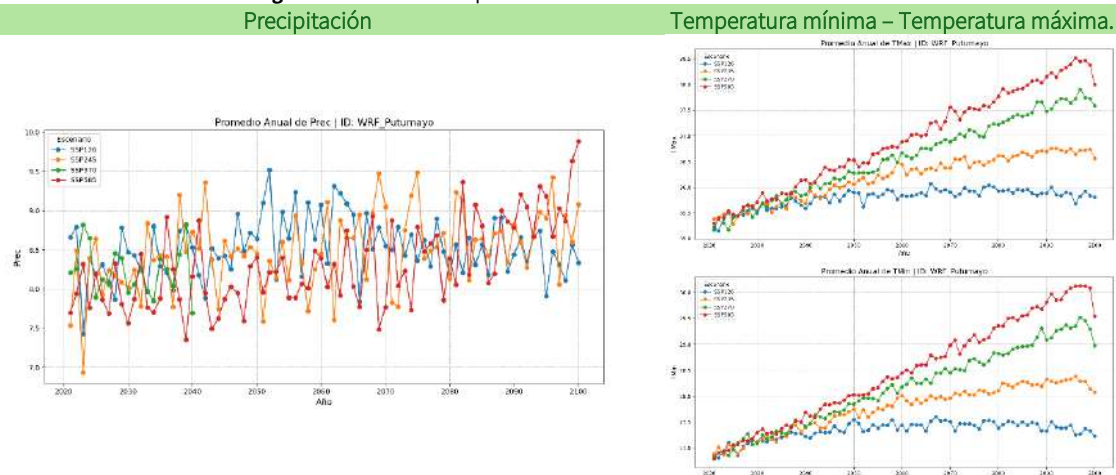
Fuente: ANLA, 2025

El análisis estadístico evidencia concentraciones promedio bajas a nivel general (ej. PM_{10} : $5,348 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $\text{PM}_{2.5}$: $0,911 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Sin embargo, se observa una alta dispersión en los datos, reflejada notablemente en el PM_{10} , cuya desviación estándar (21,578) supera su media debido a valores máximos puntuales ($206,402 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Este comportamiento estadístico se correlaciona con las isopletras de modelación, identificando que los aumentos significativos se restringen a las áreas de concentración de los POA's de hidrocarburos, siendo estas zonas de proyecto los únicos puntos donde se superan los límites permisibles.

Frente al desarrollo de los escenarios adicionales de modelación se identificaron los siguientes resultados:

- En el escenario de cambio climático se identificó que la dinámica de la precipitación presenta un aumento constante a través de los cuatro (4) escenarios de cambio climático con una representatividad del 10% aproximadamente, y para la dinámica de la temperatura se establece un aumento entre $0,5^\circ\text{C}$ a 3°C , en relación con las consideraciones de cada escenario como se identifica a continuación.

Figura 105. Análisis comparativo modelación-medición Calidad del aire.

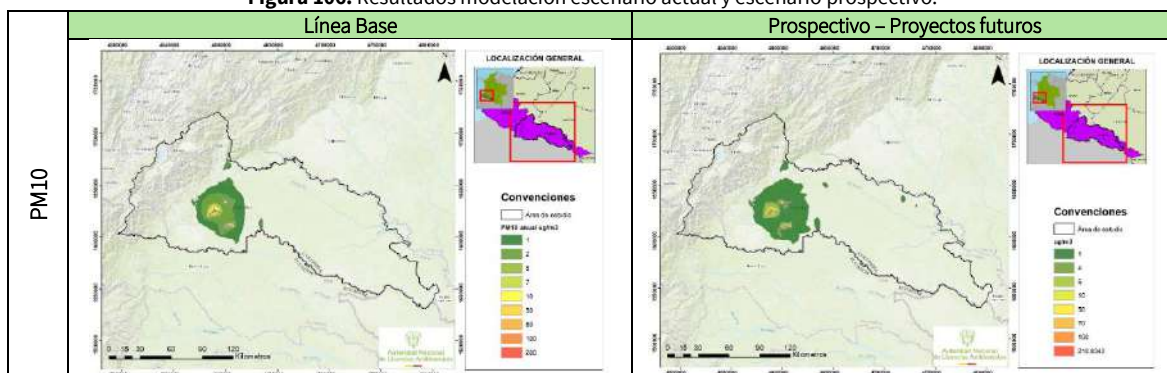


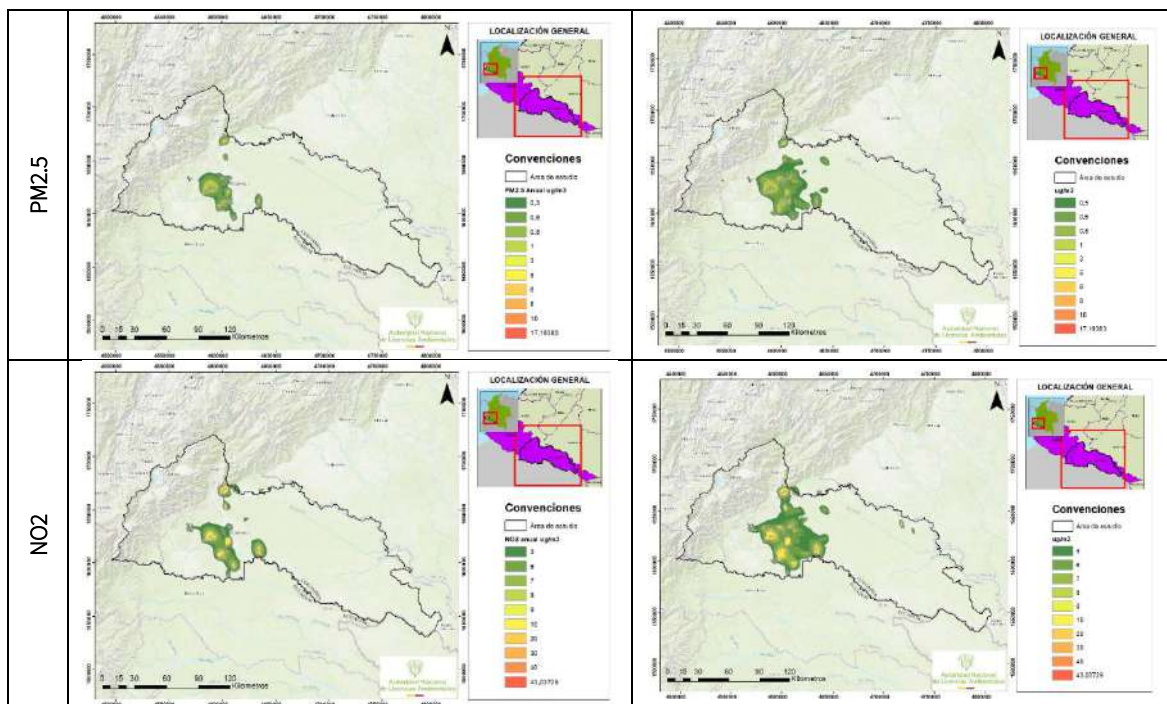
Fuente: ANLA, 2025

Con base en las proyecciones de cambio climático de la Tercera Comunicación Nacional del IDEAM, se evidencia que la dinámica atmosférica futura favorecerá los fenómenos de dispersión. Por un lado, la precipitación actuará como un mecanismo de remoción húmeda (washout) de contaminantes; por otro, el aumento de temperatura potenciará la inestabilidad atmosférica, facilitando la mezcla vertical y la dilución (mayor dispersión). No obstante, dado que las variaciones proyectadas son leves, se estima que no generarán cambios estadísticamente significativos en la modelación de línea base, por lo cual no se incorporarán como variables de ajuste en el presente estudio.

- En el análisis del escenario prospectivo asociado a potenciales proyectos, se evaluaron cien (100) áreas de interés para el desarrollo de infraestructura, hidrocarburos y minería donde se modeló la operación simultánea de estas fuentes para definir la condición crítica futura que obtuvo resultados indican que, si bien los aportes individuales de los nuevos proyectos a las concentraciones son bajos, su interacción con las fuentes existentes genera un incremento en el impacto acumulativo sobre la calidad del aire en las zonas de alta densidad operativa.

Figura 106. Resultados modelación escenario actual y escenario prospectivo.





Fuente: ANLA, 2025

Conforme a los mapas de isopletas, se confirma que las figuras correspondientes al modelo de Línea Base evidencian que, actualmente, la calidad del aire en la región se concentran las concentraciones la zona centro (donde se concentran los proyectos licenciados por la ANLA), derivados de las operaciones existentes. Bajo este enfoque, la modelación prospectiva indica que, los nuevos proyectos generarán aportes individuales de baja magnitud alrededor de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para ambos contaminantes, pero aumentarán la dinámica de dispersión ampliando la huella de contaminación, en otros términos, se identifica que el impacto aislado de las nuevas fuentes contribuye al impacto acumulativo de la región del Putumayo.

Recomendaciones para la gestión

Los resultados de la modelación indican que los aportes de los proyectos de hidrocarburos e infraestructura se manifiestan en la zona centro de la región de Putumayo, se evalúa que las concentraciones o aportes absolutos se mantienen bajos, restringiéndose los picos de concentración al interior de los polígonos de los proyectos (focos de emisión). En consecuencia, se recomienda mantener la estrategia de seguimiento de los Planes de Manejo Ambiental (PMA) y la revisión de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) bajo los mismos estándares y periodicidad del año 2022-2025. Sin embargo, se estipula que, ante cualquier evidencia de alteración en las tendencias de calidad del aire, se activarán medidas adicionales de control atmosférico (SSLA).

Con respecto a los POA que no cuentan con insumo de modelación específico y que fueron incluidos asumiendo los valores medios representativos de los proyectos sí modelados, no se identificaron aportes atmosféricos significativos que alteren la calidad del aire, basándose en las tasas de emisión estimadas. En este sentido, se establece que, de evidenciarse a futuro incrementos en los niveles de inmisión, será necesario realizar modelaciones específicas e individualizadas. Esto permitirá determinar con precisión el grado de afectación y definir las acciones concretas para reducir la carga contaminante. (SSLA)

Para el caso de la implementación de futuros proyectos que aportan material particulado y gases de combustión, y tiene el potencial de aumentar los niveles de inmisión de los contaminantes criterio en la región, se deben direccionar las medidas de manejo ambiental, de forma detallada, que permitan conocer el grado de



alteración a la atmosfera para generar acciones de disminución de la carga contaminante liberada al aire, implementación de energías limpias, seguimiento de la calidad del aire, etc. (SELA)

Se recomienda fortalecer la articulación entre las Corporaciones Autónomas Regionales y la ANLA para implementar un seguimiento continuo y riguroso de las variables meteorológicas locales. Este monitoreo tiene como objetivo contrastar y validar en terreno las proyecciones de los escenarios de cambio climático emitidos por el IDEAM, permitiendo determinar si las condiciones observadas se ajustan a las tendencias modeladas y, con ello, afinar los instrumentos de planificación y gestión ambiental de la región.

Finalmente, dada la alta sensibilidad e importancia estratégica del Bioma Amazónico para la regulación climática global, se recomienda aplicar el Principio de Precaución donde, se priorice la opción de 'No Intervención', asegurando la conectividad ecológica y la prevalencia del patrimonio natural por encima de las metas de producción o desarrollo de infraestructura.

C. RUIDO AMBIENTAL

La condición regional de ruido ambiental se estableció categorizando por rango los resultados en cada una de las campañas de monitoreo teniendo en cuenta que el subsector de parques industriales es el más alto en el horario diurno con 75 dB(A) para el Sector C–Ruido Intermedio Restringido; y el más restrictivo es 45 dB(A) para el subsector rural en el horario nocturno del Sector D – Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado, según lo establece la Resolución 627 de 2006 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por tanto, la condición regional se diferencia de acuerdo con el horario a evaluar, determinando los intervalos expuestos en la Tabla 59 y la Tabla 60 con su respectivo color de identificación:

Tabla 59. Intervalos para la condición regional de ruido ambiental en horario diurno

Condición Regional	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
Rango de ruido ambiental dB(A)	< 55,0	55,1 – 65	65,1 – 75	75,1 – 85	> 85,1

Fuente: MAVDT, 2006, Adoptado por GRMC de ANLA, 2025.

Tabla 60. Intervalos para la condición regional de ruido ambiental en horario nocturno

Condición Regional	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
Rango de ruido ambiental dB(A)	< 45,0	45,1 – 55	55,1 – 65	65,1 – 75	> 75,1

Fuente: MAVDT, 2006, Adoptado por GRMC de la ANLA, 2025.

El ruido ambiental del área del reporte consideró datos provenientes del Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) de los monitoreos realizados por 21 proyectos licenciados por la ANLA, con datos entre los años 2018 a 2024, en donde se realizaron 1102 mediciones en el horario diurno y 1085 mediciones en el horario nocturno. Los proyectos licenciados con monitoreos de ruido ambiental fueron desarrollados sectorialmente de la siguiente manera: hidrocarburos (19) e infraestructura (2), los cuales corresponden a los expedientes: LAM0199, LAM2469, LAM3268, LAM3518, LAM4011, LAM4077, LAM4113, LAM4174, LAM4479, LAM4609, LAM6356, LAV0009-00-2019, LAV0020-00-2017, LAV0028-00-2023, LAV0033-00-2019, LAV0038-00-2019, LAV0047-00-2023, LAV0054-00-2022, LAV0056-00-2015, LAV0056-00-2023 y LAV0075-00-2015.

Condición regional atmosférica ruido diurno

La condición “Muy Alta” presenta porcentajes bajos con respecto al total de mediciones realizadas, en donde para el horario diurno se obtuvo el 0,18 % y se presentó en 1 de los 21 proyectos, específicamente en los expedientes

Tabla 61. Condición regional – Ruido Ambiental Diurno

Total de mediciones: 1102					
Condición Regional	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
N° Datos	308	507	190	23	2
% del total	34,48%	46,01%	17,24%	2,09%	0,18%
N° Proyectos	20	21	18	7	1

Fuente: ANLA, 2025.

LAM0199 en un punto de monitoreo en cada uno de ellos.

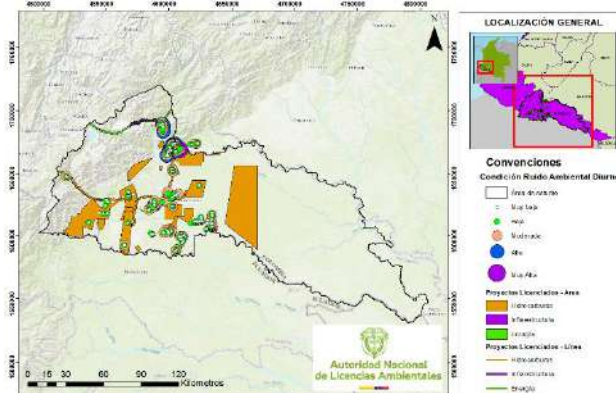
Por otra parte, la condición “Alta” se presentó en un 2,09 % en 7 proyectos especialmente en cercanías de los municipios de Villagarzón, San Andrés de Tumaco, Orito y Mocoa; y la “Moderada” en un 17,24%, donde estos porcentajes pueden indicar que se presentan condiciones de ruido en los proyectos o aledaños a estos que, por situaciones antrópicas o actividades propias de las comunidades y según la clasificación de los sectores establecidos en la Res. 627 de 2006 del MAVDT, pueden establecerse como excedencias a la norma. Para este horario la condición “Baja” es la que se presenta en mayor porcentaje de acuerdo con las mediciones totales realizadas, en donde se obtuvo 46,01% tal como se observa en la Tabla 61 y de manera gráfica en la Figura 107

Condición regional atmosférica ruido nocturno

La condición “Muy Alta” presenta porcentajes bajos con respecto al total de mediciones realizadas, en donde para el horario diurno se obtuvo el 1,66 % y se presentó en 5 de los 21 proyectos, específicamente en los expedientes LAM0199, LAM4113, LAM6356, LAV0009-00-2019, LAV0028-00-2023 en uno, dos o tres puntos de monitoreo en cada uno de ellos.

Por otra parte, la condición “Alta” se presentó en un 14,10 % en 15 proyectos especialmente en cercanías de los municipios de Villagarzón y Mocoa, donde hay más de 5 mediciones que superan 65,1 dB; y la “Moderada” en un 47,73%, donde estos porcentajes pueden indicar que se presentan condiciones de ruido en los proyectos o aledaños a estos que, por situaciones antrópicas o actividades propias de las comunidades y según la clasificación de los sectores establecidos en la Res. 627 de 2006 del MAVDT, pueden establecerse como excedencias a la norma. Para este horario la condición “Baja” es la que se presenta en mayor porcentaje de acuerdo con las mediciones totales realizadas, en donde se

Figura 107. Condición regional atmosférica de ruido ambiental diurno



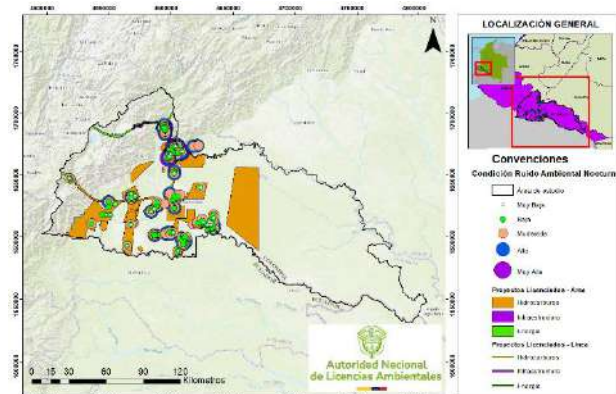
Fuente: ANLA, 2025.

Tabla 62. Condición regional – Ruido Ambiental Nocturno

Total de mediciones: 1085					
Condición Regional	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
N° Datos	51	356	507	153	18
% del total	4,70%	32,81%	47,73%	14,10 %	1,66%
N° Proyectos	13	20	20	15	5

Fuente: ANLA, 2025.

Figura 108. Condición regional atmosférica de ruido ambiental nocturno



Fuente: ANLA, 2025.



obtuvo 32,81% tal como se observa en la Tabla 62 y de manera gráfica en la Figura 108.

En cuanto a los niveles catalogados como muy altos y altos en las jornadas diurnas y nocturnas, si bien existen varias fuentes de ruido generadas por la presencia de fauna silvestre y doméstica, para algunos proyectos se pudieron identificar sonidos de tipo industrial, y que, en algunas ocasiones, estas se han derivado en quejas reiteradas de las comunidades aledañas.

Obligaciones implementadas para el control y mitigación del ruido

La autoridad ha determinado las siguientes obligaciones para el control y mitigación del ruido ambiental alrededor de los siguientes proyectos, obras o actividades:

Tabla 63. Relación de expedientes con medidas u obligaciones impuestas para el control del ruido ambiental

EXPEDIENTE	ACTO ADMINISTRATIVO	DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN EVIDENCIADA	REQUERIMIENTOS
LAM0199	Acta No. 361 del 7 de junio de 2024	Requerimientos reiterados, los cuales no han sido implementados, esto teniendo en cuenta que, frente a los resultados presentados en alguno de los puntos no se cumplen los límites permisibles para el horario diurno de 55 dB(A), y para el horario nocturno 45 dB(A), los cuales pueden tener diferentes fuentes de ruido aportantes, entre estas: la presencia de fauna silvestre y domestica como aves y caninos y actividades de tipo industrial procedente de la plataforma de los pozos Guayuyaco, la locación Mary y por el generador de energía y las UBH de Batería Toroyaco..	Requerimientos reiterados: Realizar una modelación de ruido ambiental en el que se identifique el impacto sonoro propio del proyecto en áreas donde se ejecuten actividades generadoras de ruido dentro del bloque Santana B y presentar los resultados de la modelación realizada individualizando los tipos de fuentes y con los respectivos soportes técnicos incluyendo los archivos fuentes y los respectivos mapas de isófonas.
LAM3268	Acta 643 del 30 de agosto de 2024 (Reiteraciones de: Acta 549 del 29 de agosto de 2023, Acta 690 del 5 de octubre de 2022)	Quejas de la comunidad indígena ya que los niveles de ruido causan molestias en horas de la noche principalmente en el Pozo Nancy-1. Para lo anterior, el proyecto presentó los soportes documentales donde se atendió de manera oportuna con el requerimiento de esta Autoridad.	No se presentan requerimientos u obligaciones adicionales relacionadas con los impactos de ruido ambiental.
LAM3518	Acta 725 del 24 de octubre de 2023 (Verificación de cumplimiento CT 8257 del 2024)	Sobrepasos de niveles de presión sonora. Sin embargo, se atribuyen a las fuentes de ruido esporádicas asociados al canto de las aves, insectos y ranas, puesto que la zona está rodeada de vegetación que alberga especies que generan sonidos. Es importante resaltar que, durante el monitoreo, se percibió una fuente de ruido permanente la cual corresponde a la unidad de bombeo de la Planta Guamuez, pero estos registraron niveles de presión sonora de 53.3 dB cumpliendo los límites permisibles.	No se presentan requerimientos u obligaciones adicionales relacionadas con los impactos de ruido ambiental.
LAM4113	Resolución 2574 de 2024 (CT 3951 de 2024)	En los resultados del modelo de ruido entregado en respuesta del Acta 544 del 29 de agosto de 2022 y del Acta 342 del 20 de junio del 2023, el cual permitió observar que los receptores sensibles ubicados cerca de la infraestructura del campo, reciben aportes de ruido específicos del proyecto de entre 50 – 55 dBA en la	Realizar la modelación de ruido al menos una vez al año, o cada vez que se presenten cambios en el inventario de fuentes generadoras de ruido.

EXPEDIENTE	ACTO ADMINISTRATIVO	DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN EVIDENCIADA	REQUERIMIENTOS
		jornada de la noche, y que los mayores niveles de ruido se generan principalmente en las locaciones denominadas Batería Costayaco y Plataforma CYC 13-18, cuya propagación se genera a partir de esta infraestructura.	
LAM4174	CT 6977 de 2023	Se presentan quejas de las comunidades, las cuales se centran en los niveles de ruido por el paso de vehículos pesados que transporta hidrocarburos en el corredor vial Puerto Vega – Tetey	Presentar los soportes de la implementación de las medidas necesarias para mitigar el ruido generado por la motobomba durante las actividades de captación de agua superficial realizadas en la quebrada Agua Blanca y El Diamante, en cumplimiento de la Ficha de seguimiento SM-1D Emisiones atmosféricas, calidad de aire y ruido.
LAM6356	Auto 11461 de 2024 – CT 9524 de 2024	Se presentaron quejas por las comunidades en relación con el alto ruido generado por la bomba de captación sobre el río Caquetá. Así mismo, hay niveles altos de presión sonora en el punto 5 (plataforma I) y P-1 (Plataforma III_Portería de entrada).	Presentar un informe de las medidas de manejo implementadas para el control y mitigación de emisión de ruido en el punto de captación del río Caquetá, en cumplimiento a la Resolución 976 del 29 de agosto de 2014. Presentar las medidas implementadas para el control de ruido para el sector C, en los puntos P-5 (plataforma I) y P-1 (Plataforma III_Portería de entrada), en cumplimiento a la Resolución 976 del 29 de agosto de 2014 y el Auto 11342 del 28 de diciembre de 2023 Presentar las evidencias documentales que permitan corroborar que se dio atención a queja presentada por la Comunidad de la vereda Palmeras del municipio de Mocoa, en relación con el alto ruido generado por la bomba en el punto de captación sobre el río Caquetá, en cumplimiento del del Auto 11342 del 28 de diciembre de 2023. Presentar los soportes que permitan corroborar que se dio atención de la queja relacionada con la alteración del normal desarrollo de las actividades prácticas ancestrales como el consumo de Yagé que lleva a cabo la comunidad del cabildo indígena El Tigre – Playa, por efecto del ruido generado en las locaciones del Campo. En cumplimiento del Auto 11853 del 30 de diciembre del 2022 y del Auto 11342 del 28 de diciembre de 2023 Atender la queja relacionada con el alto ruido generado por la bomba en el punto de captación sobre el río Caquetá, principalmente en horas de la noche. En cumplimiento del Auto 11853 del 30 de diciembre de 2022 y del Auto 11342 del 28 de diciembre de 2023.
LAV0028-00-2023	Resolución 346 de 2024	Para el horario nocturno los datos reportados presentaron incumplimiento del límite permisible	Presentar en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA los informes de los monitoreos de ruido, incluyendo la

EXPEDIENTE	ACTO ADMINISTRATIVO	DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN EVIDENCIADA	REQUERIMIENTOS
		en todos los puntos de 45 dB(A) para el Sector D. Subsector (Zona residencial suburbana y rural habitada destinada a explotación agropecuaria). Los valores variaron entre 59.1 ± 1.7 dB(A) y 65.8 ± 2.2 dB(A) en día hábil y en día no hábil entre 55.6 ± 1.8 dB(A) y 65.0 ± 1.9 dB(A). estos se relacionan con las fuentes esporádicas registradas durante las mediciones. Al comparar con niveles de presión sonora registrados en horario nocturno. Este comportamiento se encuentra directamente relacionado con las fuentes de emisión antrópicas evidenciadas en el momento de la actividad de campo como el ruido generado por el tránsito constante de vehículos de carga pesada y liviana.	información requerida en el Artículo 21 de la Resolución 0627 de 2006. Incluir en el informe la comparación de las mediciones con los estándares máximos permisibles, con la línea base presentada en el instrumento de manejo y control ambiental para ruido ambiental y con las mediciones de emisión de ruido para cada hora monitoreada.

Fuente: ANLA, 2025.

D. MODELO DE RUIDO AMBIENTAL

Objetivo específico del ejercicio de modelación

En el marco de la actualización del Reporte de Análisis Regional del área de Putumayo, la construcción de un modelo de ruido a escala regional se orienta a evaluar los escenarios de superposición, acumulación y potencial amplificación de impactos acústicos asociados a las actividades y fuentes emisoras presentes en el territorio. Este modelo constituye una herramienta técnica que permite identificar sectores donde los impactos acumulativos adquieren relevancia, especialmente frente a la localización de receptores sensibles y la interacción del ruido con otros factores ambientales.

Los resultados obtenidos fortalecen el proceso de identificación de áreas críticas y contribuyen a la delimitación de Elementos Ambientales de Valor (VEC) en el ámbito regional, apoyando las funciones de evaluación, seguimiento y manejo ambiental a cargo de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Asimismo, estos insumos complementan las acciones de planificación y gestión ambiental de las entidades territoriales y demás autoridades con competencia en la región del Putumayo.

Información utilizada

La conceptualización de la estructura del modelo regional de ruido integró múltiples fuentes de información que, mediante un enfoque multicriterio, permitieron definir los insumos necesarios para la formulación del modelo teórico. Este modelo busca representar, de manera hipotética pero técnicamente consistente, la operación industrial en un entorno regional caracterizado por la presencia de infraestructura petrolera activa y en proceso de seguimiento ambiental.

Para tal fin, se partió del análisis de la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA, considerando exclusivamente los proyectos con infraestructura reportada y en operación dentro del área de estudio. Esta revisión permitió identificar y delimitar las áreas operativas y reconocer preliminarmente las fuentes potencialmente asociadas a las capas de infraestructura de los expedientes ambientales vinculados al territorio, entre ellos: LAM0132, LAM0199, LAM1990, LAM2205, LAM2213, LAM2469, LAM3268, LAM3276, LAM3552, LAM4011, LAM4077, LAM4113, LAM4174, LAM4402, LAM4609, LAM4650, LAM4899, LAM4990, LAM5025, LAM5505, LAM5887, LAM6356, LAM7834-00, LAV0009-00-2019, LAV0020-00-2017, LAV0034-00-2018, LAV0047-00-2023, LAV0056-00-2015, LAV0062-00-2016, LAV0075-00-2015 y REA0062-00-2019.



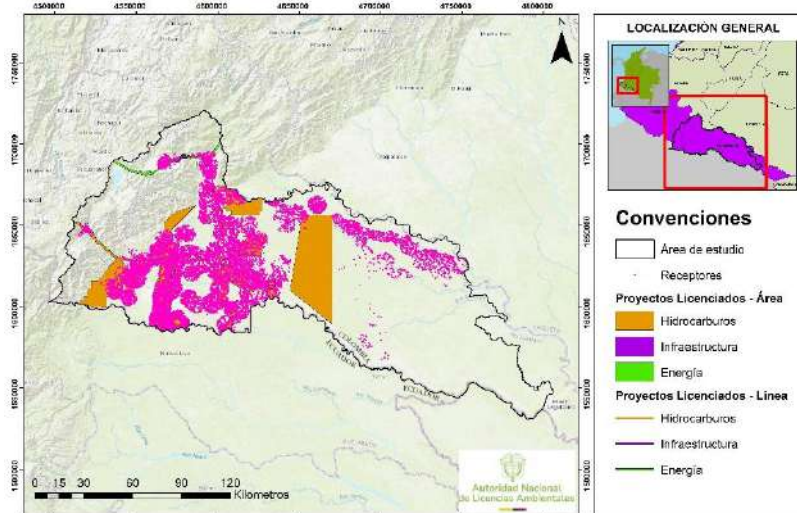
La integración de esta información geográfica y administrativa permitió conformar el inventario preliminar de infraestructura y orientar la definición de las fuentes emisoras a modelar, garantizando coherencia con la realidad operativa del sector en la región del Putumayo.

Ahora bien, respecto a la definición de receptores constituyó un componente fundamental del modelo regional de ruido, dado que sobre estos se evalúan los posibles impactos asociados a la variación de los niveles de presión sonora en el territorio. Para este propósito, se empleó información derivada de sensores remotos provenientes de la base Microsoft Building Footprints, lo que permitió identificar edificaciones y centros poblados dentro del área de estudio con un nivel de cobertura adecuado para análisis regionales.

Posteriormente, se realizó un proceso de validación y depuración de dicha información, seguido de un procedimiento de agrupación espacial de edificaciones dispersas, mediante el cual se definió un punto representativo para cada conglomerado poblacional. Con el fin de optimizar la representatividad y reducir la densidad de puntos sin perder la estructura territorial, se aplicó el algoritmo de clustering DBSCAN, utilizando un radio de agrupamiento de 3000 metros, seleccionando un único punto central por cada agrupación identificada.

Este proceso permitió consolidar un conjunto final de 17520 receptores, garantizando coherencia espacial y manteniendo la representatividad del universo original de edificaciones detectadas en el área de estudio.

Figura 109. Mapa identificación receptores



Fuente: ANLA, 2025.

Para la conceptualización de las fuentes emisoras dentro del modelo regional, se realizó una consulta exhaustiva a la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA. Si bien esta base no constituye un inventario detallado de emisiones acústicas para cada proyecto, sí permite identificar y delimitar aquellas infraestructuras con potencial de generar ruido ambiental en el área de estudio.

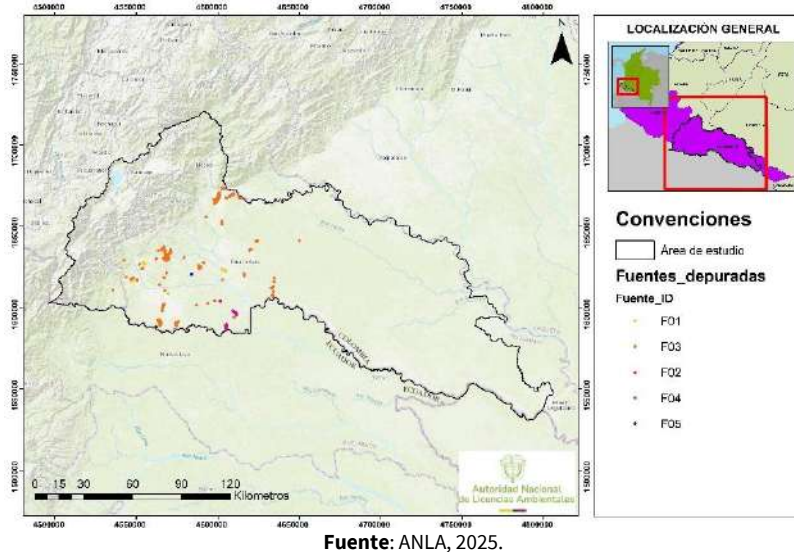
Posteriormente, se adelantó un proceso de validación y depuración, mediante el cual se excluyeron las estructuras reportadas como inactivas y se priorizaron las fuentes con mayor representatividad y recurrencia en los proyectos evaluados. Estas corresponden principalmente a bombas asociadas a pozos en producción, así como a bombas y generadores empleados en actividades de exploración y explotación.

En particular, se identificó que las facilidades operativas —como baterías, estaciones, áreas de proceso o locaciones— presentan patrones de equipamiento relativamente consistentes, los cuales pueden agruparse en

un conjunto limitado de tipologías acústicas. De este modo, se estructuró una agrupación en cinco categorías típicas de fuente (F01–F05), asociadas a las unidades funcionales detectadas en infraPT:

- F01 – Paquetes de proceso o áreas operativas, que integran bombas, generadores medianos y equipos auxiliares propios de baterías y estaciones.
- F02 – Calderas y sistemas térmicos sin aislamiento, presentes en instalaciones con generación de vapor.
- F03 – Pozos y unidades de bombeo, constituyendo la tipología de mayor densidad espacial en el territorio.
- F04 – Generadores de alta capacidad (≈ 500 kVA) empleados en actividades de explotación y exploración.
- F05 – Sistemas de antorcha (TEA) y venteo, característicos de campos con facilidades de tratamiento y quema de gas.

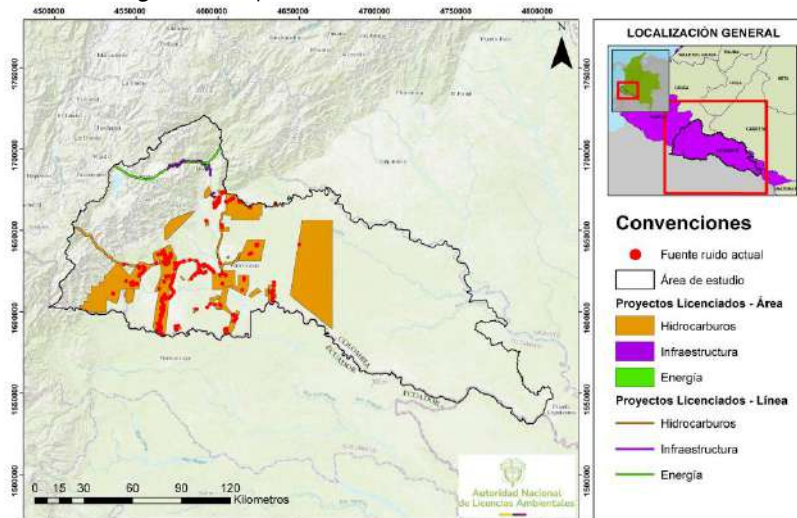
Figura 110. Clasificación general fuentes de ruido



Este esquema permitió representar cada facilidad o área de operación como un conjunto coherente de fuentes típicas, en concordancia con la estructura general del proyecto, sin requerir inventarios detallados de cada POA. Así, la modelación regional incorpora la lógica real de funcionamiento de la infraestructura petrolera del área, manteniendo un equilibrio entre simplificación conceptual y validez técnica.

La aproximación adoptada se complementó con el uso de bases internacionales de referencia, entre ellas la British Standard BS 5228-1:2009 + A1:2014, que constituye una fuente reconocida para la caracterización de ruido en actividades industriales. De esta manera, el ejercicio de modelación permite representar la condición actual de los Proyectos, Obras o Actividades (POA) con información disponible en sus estudios de cumplimiento, proporcionando un marco técnico para orientar procesos de zonificación, priorización y análisis de alertas por ruido dentro del área de estudio.

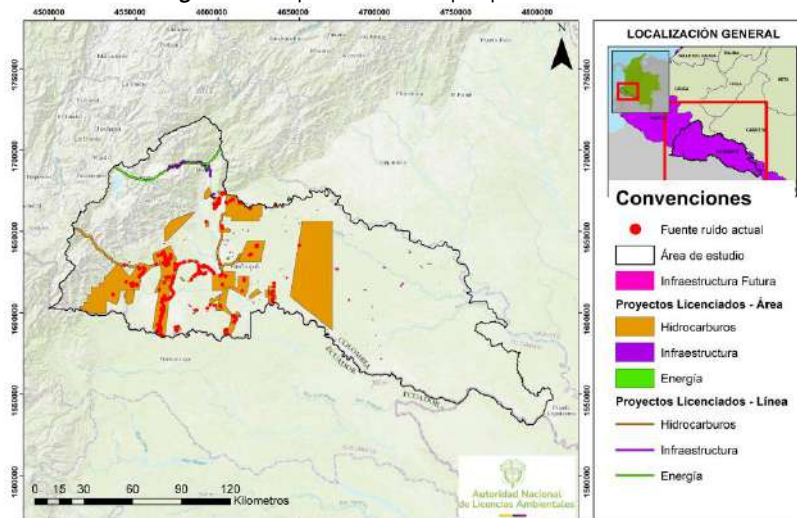
Figura 111. Mapa identificación fuentes de ruido condición actual



Fuente: ANLA, 2025.

Ahora bien, dentro del análisis de las prospectivas sectoriales que podrían materializarse en el territorio, se consideraron aquellas zonas que no presentan elementos limitantes asociados a exclusiones ambientales, áreas protegidas o restricciones de uso, condición que permite inferir un mayor grado de potencialidad para la localización de nuevos proyectos del sector hidrocarburos y actividades complementarias.

Figura 112. Mapa identificación prospectivas sectoriales



Fuente: ANLA, 2025.

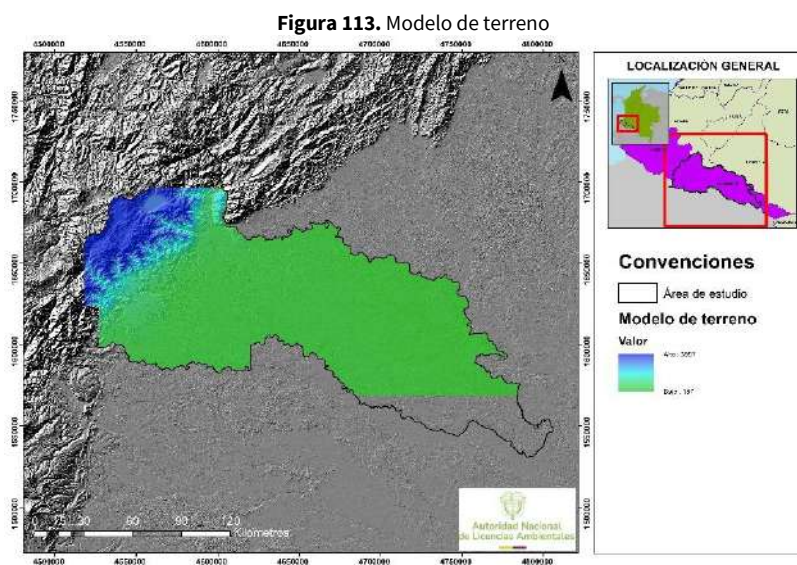
Finalmente, para la construcción del modelo digital de terreno, insumo necesario para ubicar las fuentes a una altura relativa respecto al nivel del mar y asegurar la correcta simulación de la propagación sonora, se emplearon datos satelitales del sensor ALOS PALSAR, disponibles a través de la plataforma ASF Alaska Satellite Facility. Este conjunto de datos presenta una resolución espacial de 12,5 metros por píxel, lo que garantiza un nivel de detalle adecuado para los propósitos de un análisis de escala regional.

La información topográfica fue sometida a procesos de filtrado y suavizado con el fin de corregir irregularidades locales, eliminar superficies no representativas y descartar elementos puntuales que pudieran generar distorsiones en el cálculo de rutas de propagación sonora. Este proceso incluyó el tratamiento de valores



atípicos mediante técnicas de promediación espacial que permiten homogenizar gradientes abruptos no derivados de la morfología natural del terreno.

De esta manera, el modelo digital de terreno obtenido proporciona una base estable, coherente y técnicamente confiable, que respalda la simulación uniforme de la propagación del ruido en el área de estudio y contribuye al cumplimiento de los objetivos del análisis regional.



Metodología

La metodología empleada para la elaboración del modelo regional de ruido del Reporte de Alertas del Putumayo se estructuró a partir de un proceso técnico orientado a garantizar consistencia metodológica y validez de los resultados, en concordancia con los lineamientos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y la normativa vigente en materia de ruido ambiental. El propósito del modelo fue evaluar la propagación regional del ruido generado por los Proyectos, Obras o Actividades (POA) presentes en el área de estudio, con énfasis en la identificación de zonas de superposición, acumulación y posible potencialización de impactos, en relación con los receptores humanos y ambientales.

Para ello, se integró información proveniente de la Base de Datos Corporativa (BDC) de la ANLA, complementada con insumos de infraestructura y referencias de emisiones acústicas de fuentes internacionalmente estandarizadas. A partir del proceso de validación del inventario, se establecieron cinco categorías de fuentes típicas (F01–F05) asociadas a la tipología de infraestructura del territorio (incluyendo áreas operativas, calderas, pozos, generadores y sistemas de antorcha) lo cual permitió representar de manera coherente el equipamiento característico de las operaciones en campo. Esta aproximación facilitó una conceptualización homogénea del modelo, sin requerir inventarios detallados por cada proyecto, manteniendo al mismo tiempo la validez técnica necesaria para un análisis regional.

La configuración del modelo se desarrolló en el software SoundPLAN 9.1, utilizado por la ANLA para estudios técnico-regulatorios. La simulación se efectuó bajo las condiciones de propagación favorables definidas por la norma ISO 9613-2:2024, las cuales representan escenarios en los que el sonido se transmite con menor atenuación debido a condiciones meteorológicas como vientos débiles dirigidos del emisor hacia el receptor o la presencia de inversiones térmicas ligeras. La adopción de estas condiciones implica que los resultados reflejan un escenario conservador, en el que se evalúa la transmisión sonora bajo circunstancias de máxima



propagación, asegurando que las áreas de influencia generadas sean precautorias para los procesos de evaluación y gestión ambiental.

La simulación empleó una grilla de cálculo de 20 m × 20 m, modelada a una altura de 4 metros sobre el nivel del terreno, en concordancia con lo establecido por la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Los resultados se expresan en términos del indicador Nivel continuo equivalente ponderado A (LAeq,T), correspondiente en este caso al LAeq anual promedio día, lo cual permite evaluar la exposición sonora esperada en un año típico y proporciona un indicador robusto para la interpretación regional.

Si bien todo modelo conlleva un grado inherente de incertidumbre, esta se redujo mediante el uso de fuentes estandarizadas, procedimientos de validación, datos oficiales y técnicas de procesamiento espacial verificadas. Es importante resaltar que el objetivo del modelo no es estimar niveles de ruido a escala puntual o predial, sino caracterizar el comportamiento regional, identificando patrones espaciales relevantes y zonas influenciadas por la superposición y acumulación de fuentes provenientes de múltiples POA. De este modo, el modelo ofrece una visión integral del clima acústico en el territorio, proporcionando una herramienta clave para los procesos de seguimiento, control, gestión preventiva y toma de decisiones ambientales por parte de la ANLA.

En coherencia con lo anterior, se evaluó como escenario principal la condición actual de operación de los POA, lo cual permitió delimitar áreas de influencia acústica y reconocer zonas de potencial acumulación de impactos. Los receptores discretizados en el modelo fueron definidos a partir de edificaciones nucleadas y centros poblados dispersos identificados mediante técnicas de análisis espacial y sensores remotos, lo que permitió establecer puntos representativos para la valoración de afectaciones.

La evaluación de los niveles de ruido calculados sobre estos receptores permitió identificar áreas en las que la convergencia de emisiones acústicas podría generar exposiciones relevantes, constituyéndose en un insumo estratégico para orientar las acciones de seguimiento y priorización regional por parte de la Autoridad Ambiental.

Ahora bien, respecto a la evaluación del escenario prospectivo, se desarrolló un modelo de ruido orientado a representar de manera hipotética la posible instalación y operación de nuevas fuentes asociadas a futuros Proyectos, Obras o Actividades (POA) en zonas del territorio que no presentan restricciones por exclusiones normativas ni superposición con áreas protegidas. Este enfoque permitió simular la propagación acústica en áreas con alta potencialidad de desarrollo sectorial, empleando la misma estructura metodológica definida para el escenario actual, incluyendo la asignación de fuentes típicas por tipología de infraestructura (F01). El modelo prospectivo constituye así una herramienta preventiva que permite anticipar cambios en el clima acústico regional, identificar zonas que podrían experimentar incrementos relevantes en los niveles sonoros y evaluar la potencial aparición de impactos acumulativos no previstos, aportando insumos estratégicos para la gestión ambiental y la toma de decisiones regulatorias a escala regional.

Bajo este criterio, se estructuró un escenario prospectivo, orientado a estimar de manera preliminar las posibles emisiones acústicas que podrían generarse en dichas áreas en caso de consolidarse nuevas operaciones. Este ejercicio permite anticipar la eventual aparición de impactos por ruido no previstos en los estudios de cumplimiento actuales y, en particular, evaluar cómo dichos cambios podrían modificar el clima acústico regional y la interacción con los receptores presentes en el territorio.

Supuestos de modelación

Como en todo ejercicio de modelación a escala regional, la elaboración del modelo de ruido requirió adoptar ciertos supuestos metodológicos que permiten garantizar coherencia técnica y mantener el enfoque propio del Reporte de Análisis Regional, orientado a representar condiciones acústicas generales del territorio. Estos supuestos no constituyen limitaciones que invaliden los resultados; por el contrario, enmarcan una aproximación robusta y conservadora para la interpretación regional.



Supuestos asociados a las fuentes emisoras.

- Las fuentes fueron conceptualizadas a partir de la información disponible en la BDC de la ANLA, la cual permite identificar infraestructura relevante, aunque no constituye un inventario detallado de emisiones acústicas.
- Debido a la ausencia de información específica por equipo (fabricante, potencia, condiciones operativas), se emplearon niveles de potencia sonora representativos provenientes de bases estandarizadas, especialmente la BS 5228-1:2009+A1:2014.
- Las fuentes se agruparon en tipologías F01–F05, lo cual permite representar de manera homogénea las áreas operativas, pozos, generadores, calderas y sistemas de antorcha sin sobredimensionar la emisión.
- Para el escenario prospectivo, y ante la ausencia de detalle sobre futuros POA, se utilizó únicamente la tipología F01 como fuente TIPO, garantizando un enfoque conservador sin asumir configuraciones técnicas no verificables.

Supuestos sobre la propagación sonora.

- El modelo se desarrolló bajo las condiciones de propagación favorables de la ISO 9613-2:2024, que representan escenarios de máxima transmisión sonora, constituyendo una aproximación precautoria.
- El cálculo se ejecutó en una grilla de 20 m × 20 m a 4 m sobre el terreno, conforme a la Resolución 627 de 2006.

Supuestos sobre datos geoespaciales y topográficos.

- Se empleó un Modelo Digital del Terreno ALOS PALSAR (12,5 m), filtrado para eliminar irregularidades locales y garantizar consistencia regional, aun cuando no permite capturar variaciones microtopográficas.

Supuestos sobre receptores.

- La malla de receptores se derivó de edificaciones identificadas mediante sensores remotos y luego se simplificó mediante clustering espacial, con el fin de obtener un conjunto representativo sin reproducir cada edificación individual.

Supuestos sobre los resultados.

- Los resultados se presentan como LAeq anual promedio día, indicador adecuado para análisis regionales, aunque no refleja variaciones horarias o estacionales.
- El modelo se orienta a identificar zonas acústicamente representativas, no a evaluar la condición puntual de un receptor específico.

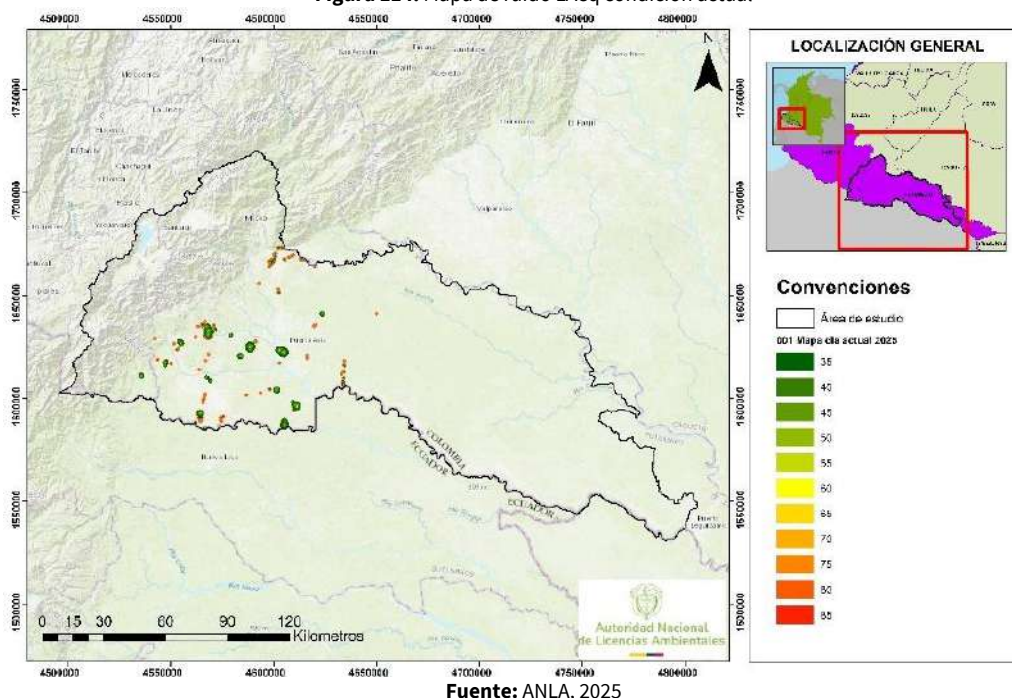
Resultados (Hallazgos principales escenario actual y cambio climático)

El modelo regional de ruido permitió caracterizar la distribución espacial de los niveles sonoros LAeq,T en el área de estudio del Putumayo, identificando tanto la magnitud de las emisiones como su relación con los receptores sensibles previamente definidos. Esta representación espacial posibilita reconocer patrones territoriales de propagación y áreas donde la convergencia de fuentes puede generar incrementos relevantes en el clima acústico regional.

Los resultados obtenidos corresponden a las condiciones actuales de operación simuladas bajo los supuestos metodológicos establecidos para el estudio, y reflejan un escenario conservador de máxima propagación. La cobertura regional del ruido y su comportamiento espacial se presenta en la siguiente

figura, la cual constituye la base para el análisis de zonas de influencia acústica y la identificación de áreas con potencial acumulación de impactos.

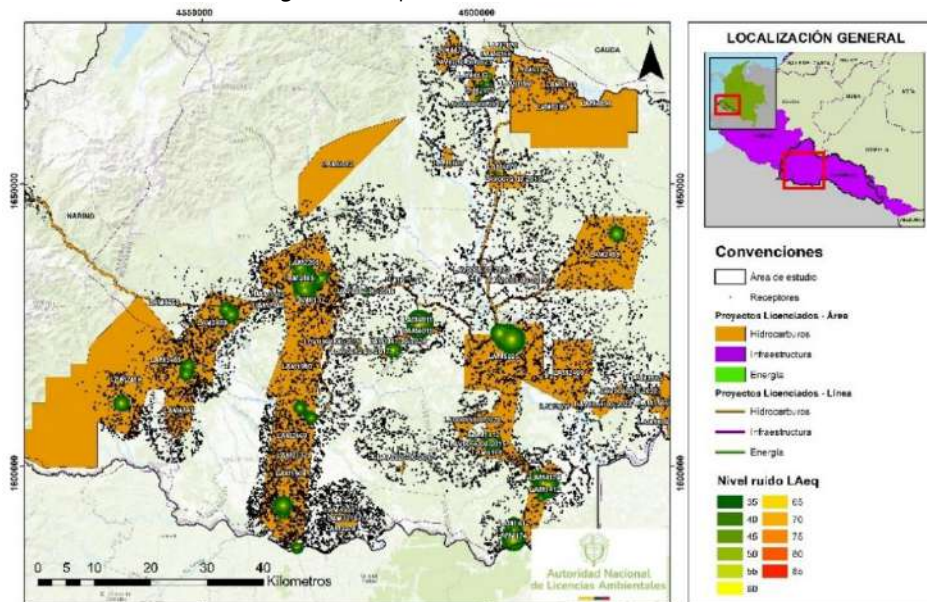
Figura 114. Mapa de ruido LAeq condición actual



En el cálculo de los niveles equivalentes de ruido se identifican zonas de concentración acústica donde los valores superan los 60 dB(A), particularmente en áreas asociadas a proyectos con presencia operativa relevante como LAM2205, LAM2469, LAM5025, LAM0132, LAM1990, LAM3562, LAM2401, LAV0062-2019 y LAV0050-2022, entre otros expedientes que cuentan con infraestructura activa dentro del territorio. Estas zonas presentan configuraciones donde coexisten múltiples fuentes emisoras y densidades operativas que, bajo las condiciones conservadoras del modelo, generan incrementos focalizados del clima sonoro regional. Es importante señalar que el alcance del modelo no está orientado a evaluar cumplimiento normativo, sino a caracterizar el estado general del ruido en el Putumayo y, a partir de ello, identificar áreas que requieren especial atención en los procesos de seguimiento y actualización de la información ambiental de los Proyectos, Obras o Actividades (POA).

El patrón espacial obtenido evidencia la existencia de puntos dispersos con niveles acústicos elevados, los cuales, en algunos casos, se localizan en proximidad a receptores sensibles, tal como se aprecia en la Figura 115. Estas situaciones constituyen señales tempranas que permiten priorizar zonas donde la superposición de actividades podría derivar en incrementos significativos del ruido ambiental. En este contexto, los resultados aportan elementos clave para orientar acciones de vigilancia, reporte, actualización de líneas base y fortalecimiento del seguimiento ambiental frente a este contaminante.

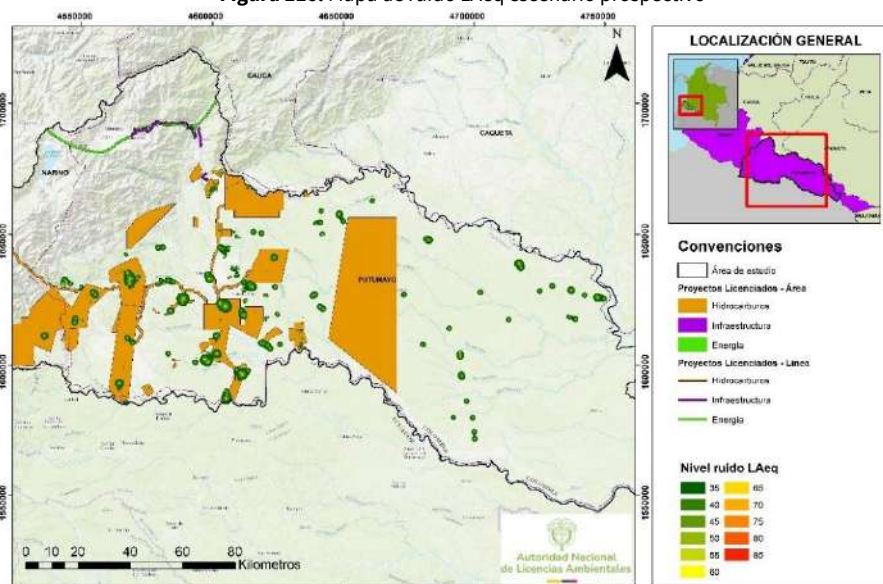
Figura 115. Mapa de ruido condición actual detalle



Fuente: ANLA, 2025

Respecto al escenario prospectivo, el modelo evidencia la aparición de nuevas áreas con potencial generación de ruido asociadas a zonas donde anteriormente no se registraban actividades industriales dentro del área de estudio. Aunque los niveles obtenidos no representan condiciones reales de operación (dado que la simulación empleó una fuente TIPO con emisiones conservadoras), los resultados permiten inferir que, bajo escenarios futuros de desarrollo sectorial en actividades como hidrocarburos o minería, podrían presentarse incrementos relevantes en el clima sonoro regional. Esta lectura adquiere especial importancia para la planificación territorial, ya que señala la necesidad de establecer zonas de amortiguamiento acústico, lineamientos preventivos y criterios de coexistencia entre los nuevos proyectos y las dinámicas socio territoriales existentes. En la siguiente figura se presentan los resultados generales del modelo regional para el escenario prospectivo.

Figura 116. Mapa de ruido LAeq escenario prospectivo



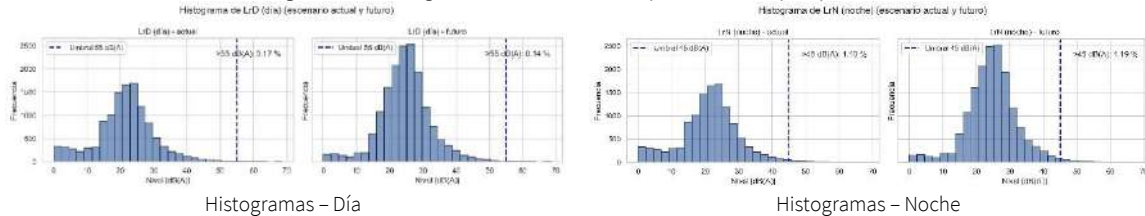
Fuente: ANLA, 2025



Análisis de receptores sensibles

Con el fin de validar la variación puntual de los resultados del modelo, se llevó a cabo un análisis específico de los receptores discretizados, orientado a evaluar, entre otros descriptores acústicos, los cambios en la tendencia del comportamiento sonoro entre la condición actual y la condición prospectiva. Este ejercicio permite identificar posibles desplazamientos en la distribución de niveles de ruido y su relación con los usos del suelo de mayor restricción, lo cual facilita establecer métricas e indicadores que aporten información relevante para anticipar cambios en el clima acústico regional y priorizar áreas donde podrían requerirse medidas de seguimiento o gestión ambiental.

Figura 117. Histograma de frecuencia LAeq actual versus prospectivo

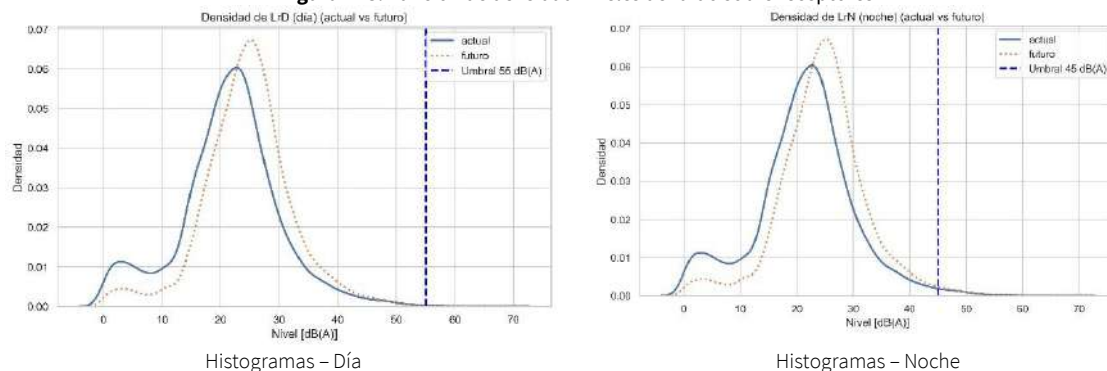


Fuente: ANLA, 2025

El análisis estadístico de los receptores definidos en el área de estudio muestra una distribución no normal de los niveles de presión sonora, con una marcada concentración en el rango de 20 a 30 dB(A) y un valor modal cercano a 25 dB(A) tanto para el escenario actual como para el prospectivo. Este análisis confirma que existen una cantidad de receptores expuestos a niveles de ruido producto de proyectos específico, sin cercanía a fuentes operativas relevantes. No obstante, los histogramas y funciones de densidad permiten identificar un subconjunto minoritario de receptores que alcanzan niveles entre 40 y 60 dB(A).

En el período nocturno, aproximadamente 1,10 % de los receptores en el escenario actual y 1,19 % en el prospectivo, superan el umbral de 45 dB(A); mientras que, para el período diurno, 0,17 % (actual) y 0,14 % (futuro) superan el umbral de 55 dB(A). Si bien estos porcentajes son bajos a escala regional, reflejan la existencia de focos localizados de acumulación acústica asociados a áreas operativas o posibles condiciones de superposición de emisiones. La comparación entre escenarios muestra un ligero desplazamiento hacia niveles superiores en el prospectivo, coherente con la inclusión de nuevas áreas potenciales de operación, aunque sin cambios significativos en la proporción global de receptores expuestos.

Figura 118. Función de densidad niveles de ruido sobre receptores



Fuente: ANLA, 2025

Las curvas de densidad permiten comparar el comportamiento de los niveles sonoros entre la condición actual y el escenario prospectivo. En ambos períodos, diurno y nocturno, se observa que las distribuciones



mantienen una concentración principal entre 20 y 30 dB(A), mientras que el escenario prospectivo presenta un desplazamiento leve hacia valores superiores, reflejando la incorporación de nuevas áreas de operación simuladas. Asimismo, se identifica la presencia de receptores en rangos mayores, particularmente hacia los niveles cercanos a los umbrales de referencia para cada período, lo cual evidencia variaciones puntuales en la distribución general de los niveles modelados.

Recomendaciones para la gestión

Con base en los resultados del modelo regional de ruido y en la distribución de los niveles equivalentes LAeq obtenidos sobre los receptores definidos en el área de estudio del Putumayo, se formulan las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión y el seguimiento ambiental del componente acústico:

- Uso de los resultados regionales para la planificación y seguimiento

Los resultados del modelo permiten identificar sectores del territorio con mayor sensibilidad acústica, así como áreas donde se presentan patrones espaciales de acumulación generados por la interacción entre múltiples proyectos. Esta información constituye un insumo relevante para la delimitación de Zonas de Ruido, la identificación de Elementos Ambientales de Valor (VEC) y la priorización territorial en los procesos de vigilancia ambiental por parte de la ANLA y las entidades competentes. La interpretación conjunta de los escenarios actual y prospectivo facilita anticipar posibles cambios en el clima sonoro regional.

- Actualización periódica de modelaciones regionales por bloques operativos

Se recomienda que los titulares actualicen periódicamente las modelaciones de ruido en cumplimiento de sus obligaciones de seguimiento ambiental, incorporando la totalidad de fuentes operativas en cada bloque o corredor productivo. Esto contribuye a caracterizar de manera integral la interacción entre fuentes, evaluar cambios en la distribución de niveles sonoros e identificar receptores que puedan presentar variaciones relevantes entre cada periodo de reporte.

- Integración de receptores ecosistémicos en la evaluación acústica

Además de los receptores antrópicos, se recomienda integrar en próximos ejercicios una valoración del componente acústico sobre receptores ecosistémicos, dada la presencia de coberturas naturales y seminaturales en la región que albergan fauna potencialmente sensible al ruido. La inclusión de estos receptores en la modelación permitirá mejorar la comprensión de los efectos del ruido en los procesos ecológicos locales y aportará al enfoque preventivo de la gestión ambiental.

- Fortalecimiento de inventarios detallados de fuentes sonoras

Se recomienda a los titulares avanzar hacia inventarios técnicos exhaustivos de fuentes que incluyan especificaciones como potencia, condiciones operativas, estado actual, ubicación precisa y horarios de funcionamiento. Contar con esta información disminuye la incertidumbre en la estimación de niveles LAeq, permite ajustar la representación de fuentes en modelos regionales y facilita la identificación de equipos o actividades que puedan requerir medidas de manejo específicas.

- Priorización de zonas con acumulación o interacción de fuentes

A partir del análisis espacial del modelo, se identifican corredores y áreas operativas donde se concentran proyectos licenciados —por ejemplo, los sectores asociados a expedientes como LAM2205, LAM2469, LAM0132, LAM1990, LAM5025, LAM4011, LAM4174, entre otros, que presentan mayor densidad de infraestructura y, por tanto, mayores niveles acumulados de emisión. Se recomienda focalizar la vigilancia ambiental y la solicitud de



información complementaria en estos sectores, con el fin de monitorear la dinámica del clima acústico y apoyar procesos de toma de decisiones para la gestión integral del componente.

- Consideración preventiva de áreas potenciales de operación (escenario prospectivo)

El escenario prospectivo evidencia zonas adicionales del territorio con potencial para albergar nuevas operaciones industriales. En estos sectores se recomienda considerar criterios de amortiguación acústica (zonificación de ruido o áreas de servidumbre acústica), lineamientos para la coexistencia de actividades y la integración progresiva de nuevos proyectos en los instrumentos de seguimiento regional. Esta visión prospectiva permite anticipar la evolución del componente acústico y orientar acciones de planificación ambiental a mediano plazo.

- Armonización del componente acústico con el ordenamiento ambiental del territorio

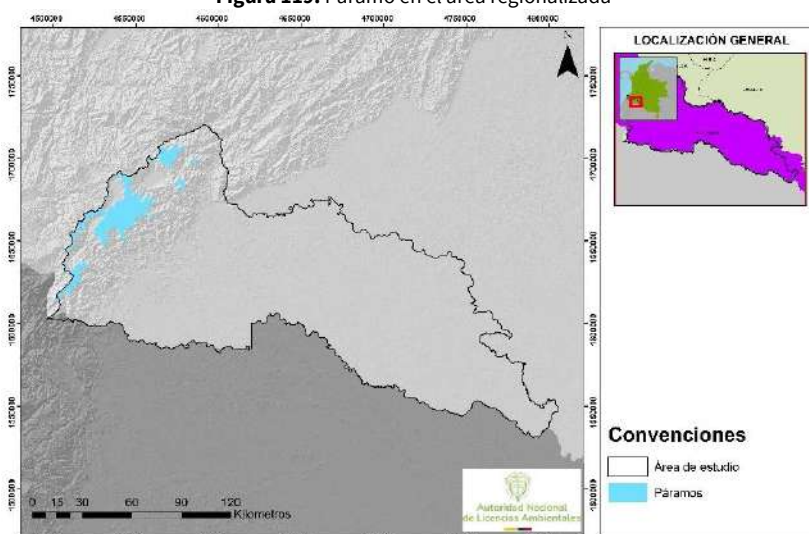
Finalmente, se recomienda articular los resultados del modelo con los instrumentos de ordenamiento vigentes y las determinantes ambientales aplicables al Putumayo, de manera que las zonas identificadas como sensibles, acumulativas o potenciales de expansión sectorial puedan ser consideradas en procesos de revisión y ajuste de instrumentos ambientales, de seguimiento interinstitucional y de definición de prioridades territoriales.

XVIII. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

A. BIOMAS

De acuerdo con el (MADS, 2020) Mapa de Humedales de Colombia del año 2020, en el área regionalizada se encuentran los páramos de La Doña Juana -Chimayoy ocupando alrededor de 12.931,11 y La Cocha Patascoy con 82.540,89 ha (Figura 119) declarados mediante la Resolución No. 1406 de 25 de julio de 2018 y Resolución No. 342 de marzo 7 de 2018 respectivamente.

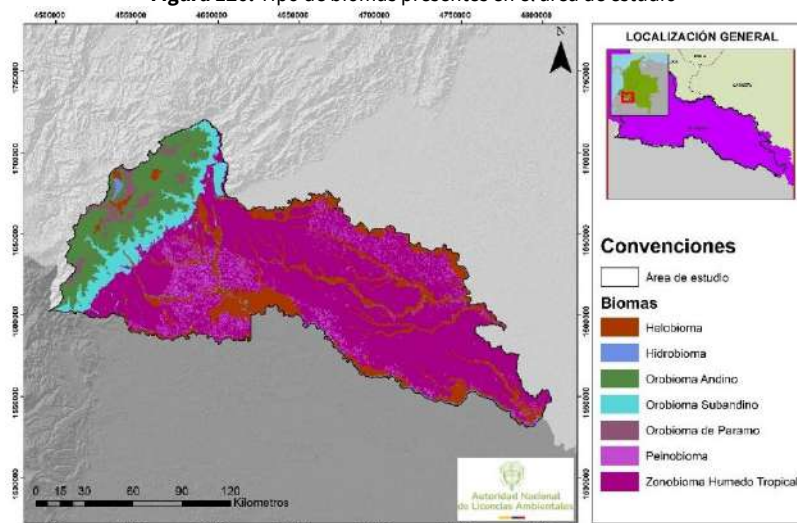
Figura 119. Páramo en el área regionalizada



Fuente: MADS, 2020. Adaptado por ANLA, 2025

Según los biomas se realizaron de acuerdo con la actualización del año 2024 (IDEAM(a), 2025) en donde se localizan seis tipos de bioma (Figura 120, Tabla 64), el Zonobioma Húmedo Tropical agrupa la mayor proporción con 55,5% correspondiente 1.340.098,785 ha. Seguido, se encuentra el Helobioma con 15% (360.875,769 ha), Peinobioma con 7% (169608,524 ha), localizados principalmente en los municipios de Puerto Leguizamo, Puerto Guzmán, Puerto Asís, Mocoa, San Francisco, Santiago, Villagarzón y Orito en el departamento de Putumayo. En menor medida se encuentran en los municipios de Pasto, Funes, Purres, Córdoba, Potosí e Ipiales en el departamento de Nariño.

Figura 120. Tipo de biomas presentes en el área de estudio



Fuente: IDEAM, 2024. Adaptado por ANLA, 2025

Tabla 64. Extensión de cada tipo de bioma en el área de estudio

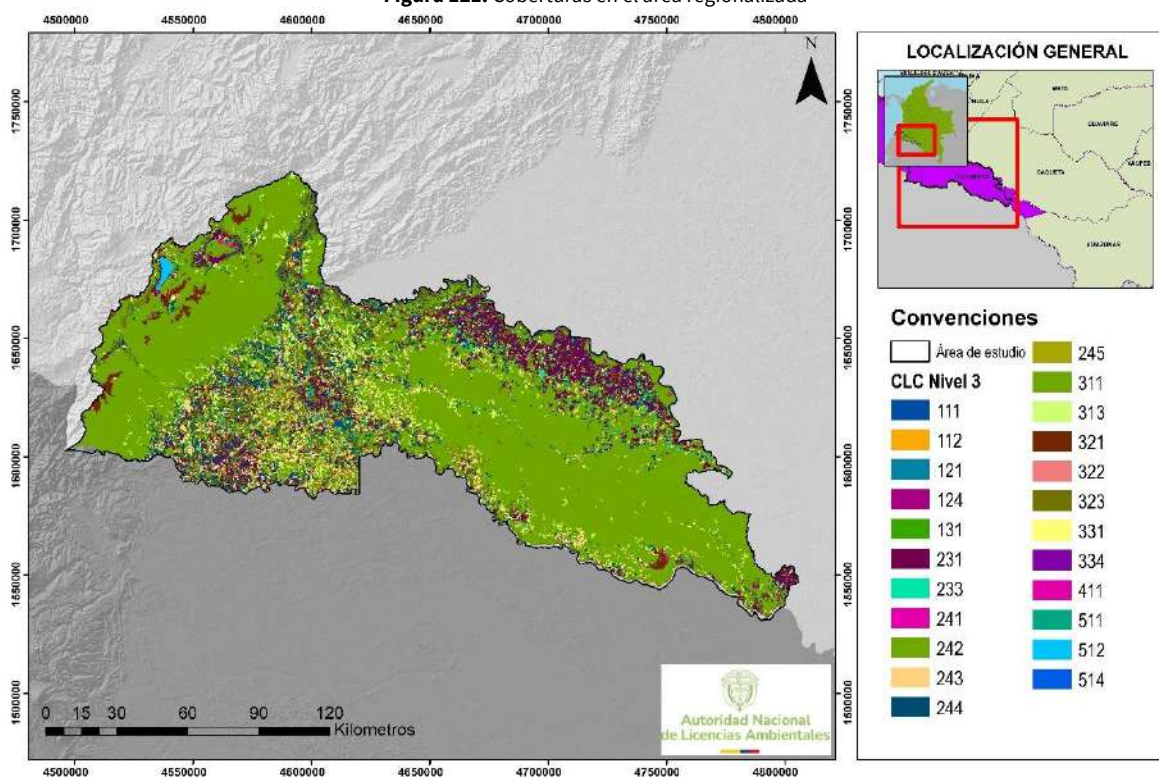
Bioma	Área (ha)	Área (%)
Helobioma	360.875,769	14,959
Hidrobioma	45.093,529	1,869
Orobioma Andino	291.230,596	12,072
Orobioma de Paramo	49.826,075	2,065
Orobioma Subandino	155.670,759	6,453
Peinobioma	169.608,524	7,031
Zonobioma Humedo Tropical	1.340.098,785	55,550
Total	2.412.404,036	100,000

Fuente: IDEAM, 2024. Adaptado por ANLA, 2025

B. COBERTURAS

De acuerdo (IDEAM(b), 2025), según la actualización del mapa de coberturas de la tierra para el periodo 2022 y con base en la Leyenda Corine Land Cover, la cobertura predominante en el área regionalizada corresponde a Bosque denso (3.1.1) con una contribución del 58,2% equivalente a 1.389.725,177 ha, seguido por vegetación secundaria o en transición (3.2.3) que representa el 11,8% del área regionalizada (284.212,126 ha), Pastos limpios 8,37 % (200.096,857 ha), Mosaico de pastos con espacios naturales con 6,7% (160.511,712 ha). Por otro lado, en menor medida existe presencia de coberturas como Aeropuertos (1.2.4), Zonas industriales o comerciales (1.2.1), Zonas de extracción minera (1.3.1) ocupando áreas de 0,002 ha, 0,003 ha, 0,005 ha respectivamente. En la Figura 121, Tabla 65 se ilustra en detalle las coberturas identificadas en el área regionalizada a un nivel 3.

Figura 121. Coberturas en el área regionalizada



Fuente: (IDEAM(b), 2025). Adaptado por ANLA, 2025

Tabla 65. Coberturas en el área regionalizada.

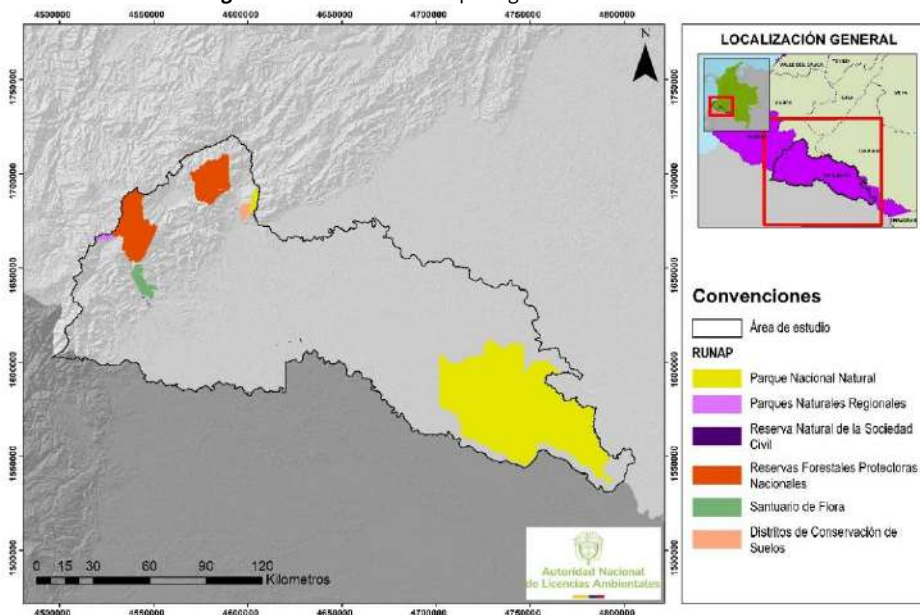
Nombre de la Cobertura	Código	Área (ha)	Nombre de la Cobertura	Código	Área (ha)
Tejido urbano continuo	111	2.575,778	Bosque denso	311	1.389.725,177
Tejido urbano discontinuo	112	1.489,220	Bosque fragmentado	313	109.354,103
Zonas industriales o comerciales	121	64,461	Herbazal	321	28.615,981
Aeropuertos	124	45,043	Arbustal	322	1.585,541
Zonas de extracción minera	131	119,678	Vegetación secundaria o en transición	323	284.212,126
Pastos limpios	231	200.096,857	Zonas arenosas naturales	331	1.037,742
Pastos enmalezados	233	28.713,316	Afloramientos rocosos	334	194,241
Mosaico de cultivos	241	962,620	Zonas pantanosas	411	2.015,681
Mosaico de pastos y cultivos	242	27.652,648	Ríos (50 m)	511	21.173,190
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	243	124.969,781	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	512	4.520,746
Mosaico de pastos con espacios naturales	244	160.511,712	Cuerpos de agua artificiales	514	180,297
Mosaico de cultivos y espacios naturales	245	186,134			
Total general					
2.390.002,074 ha					

Fuente: (IDEAM(b), 2025). Adaptado por ANLA, 2025

C. ÁREAS PROTEGIDAS

Según el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP (2020), el área regionalizada cuenta con un total de 30 áreas protegidas conformadas por distintas figuras de conservación como Parques Nacionales Naturales, Parques Nacionales Regionales, Reserva Natural de la Sociedad Civil, Reservas Forestales Protectoras Nacionales, Santuario de Flora, Distritos de Conservación de Suelos (Figura 122, Tabla 66). En donde las áreas protegidas - RUNAP abarca una superficie total de 470.826,118 ha equivalente al 19,52 % del área regionalizada, el área protegida más representativa es el Parque Nacional Natural representa 77,77% (366.195,147 ha), seguido por la Reservas Forestales Protectoras con 18,59% (87.556,270 ha), Santuario de Flora 2,22% (10.440,962 ha), Distritos de Conservación de Suelos 0,75% (3.507, 022ha).

Figura 122. Ubicación áreas protegidas en el área de estudio



Fuente: (PNN, 2020). Adaptado por ANLA, 2025.

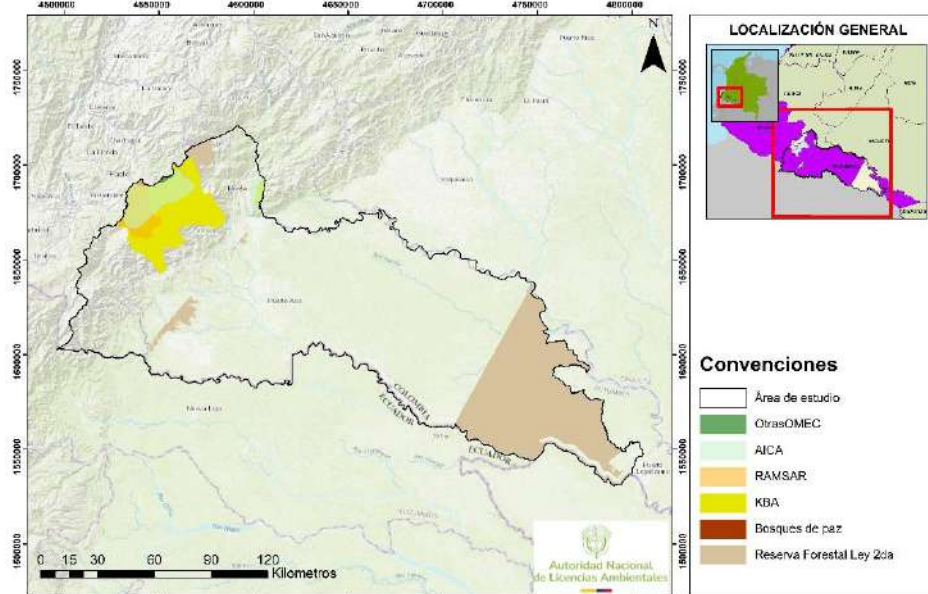
Tabla 66. Tipo de área protegida en el área de estudio

Tipo área protegida	Nombre del área protegida	Área (ha)
Parque Nacional Natural	Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel	19,288
	La Paya	361.842,383
	Serranía de los Churumbelos - Auka Wasi	4.333,476
Parques Naturales Regionales	Paramo de las Ovejas-Tauso	2564,048
Reserva Natural de la Sociedad Civil	Buena Vista	15,0197
	El Cóndor	44,641
	El Cananguchal	150,389
	El Laurel	0,258
	El paraíso	63,985
	El Pedernal	10,051
	La Gaitana	43,501
	La Gurrera	12,316
	Las orquídeas	90,140
	Los Andes	44,282
	Mamakunapa	18,268
	Miraflores	1,855
	Miraflores	1,911
	Mocoa Andino Field Research Center and Ecolodge	36,072
	Paway	13,133
	San Francisco	0,4785
	San Gabriel	0,713
	Zona de Biodiversidad El Triunfo	0,887
	Zona de Biodiversidad La Loma	1,122
	Zona de Biodiversidad La Vega	13,645
Reservas Forestales Protectoras Nacionales	Cuenca Alta del río Mocoa	37581,867
	Laguna La Cocha Cerro Patascoy	49956,388
	Rio Bobo y Buesaquillo	18,016
Santuario de Flora	Isla de la Corota	16,263
	Plantas Medicinales Orito - Ingi Ande	10424,699
Distritos de Conservación de Suelos	Serranía de los Churumbelos	3507,022
Total		470.826,118

Fuente: (PNN, 2020). Adaptado por ANLA, 2025

Por otro lado, el área regionaliza cuenta también con otros tipos de áreas de importancia ecológica como lo son AICAS (Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y La Biodiversidad), RAMSAR ((Humedales de Importancia Internacional), KBA (Áreas Clave para Biodiversidad) y Reserva Forestal Ley 2da de 1959. Así como áreas definidas como otras estrategias de conservación como Bosques de Paz definidas por la Resolución 470 de 2017 y Otras Medidas Efectivas de Conservación OMEC están definidas por áreas geográficas que no sean un área protegida y que están gobernadas y gestionadas de manera que se logren resultados positivos y sostenidos a largo plazo para conservación in situ de la biodiversidad (IDEAM(a), 2025), las cuales en total abarcan un área total de 752.378,66 ha con una proporción del 31,19% del área regionalizada. A continuación, se mencionan e ilustran las diferentes áreas de importancia ecológica en el área regionaliza (Figura 123, Tabla 67):

Figura 123. Otras áreas de importancia ecológica en el área regionalizada.



Fuente: (IAvH, 2015); (MADS(a), 2024); (KBA, 2025); (MADS(b), 2025); (IGAC, 2021). Adaptado por ANLA, 2025

Tabla 67. Otras áreas de importancia ecológica en el área regionalizada

Tipo área protegida	Nombre del área	Área en el área regionalizada (ha)
AICA (Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y La Biodiversidad)	Serranía de los Churumbelos	11.011,314
	Laguna de La Cocha	56.823,286
RAMSAR (Humedales de Importancia Internacional)	Laguna de La Cocha	39.957,85
KBA (Áreas Clave para Biodiversidad)	Serranía de los Churumbelos	4.331,745
	Laguna de la Cocha	55.596,927
	Piamonte	0,0279
	Sibundoy Valley	111.220,442
	Santa Rosa	0,093
Otras OMEC (Otras Medidas Efectivas de Conservación)	Cuenca Hidrográfica Río Guaitara con Plan de Ordenación y Manejo	47,477
	Cuenca Hidrográfica del Río Juanambú con Plan de Ordenación y Manejo	1288,261
Bosques de Paz	Bosque De Paz Mocoa-El Carmen	138,613
Reserva Forestal Ley 2da	Área de la Reserva Forestal en Sustracción Temporal	152,160
	Amazonía (Resolución 1925 de 2013)	410.144,144
	Central (Resolución 1922 de 2013)	61.666,325

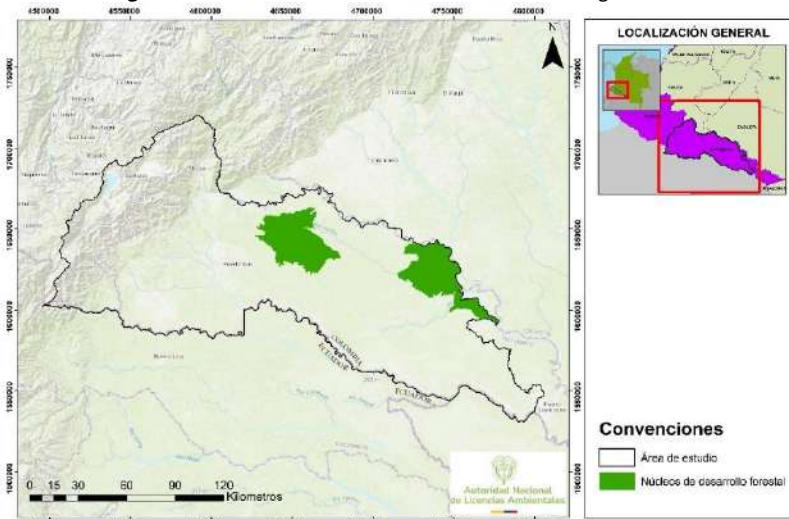
Fuente: (IAvH, 2015); (MADS(a), 2024); (KBA, 2025); (MADS(b), 2025); (IGAC, 2021)

Adaptado por ANLA, 2025

En el área regionalizada se evidencian tres núcleos de desarrollo forestal con un área aproximada de 222.649,632 ha representan el 9,3% del área regionaliza, en donde se implementará acciones que darán cuenta del avance en el proceso de transformación de bosques que ofrezcan el uso y acceso de los recursos a las comunidades,

acompañado por la política ambiental de este Gobierno. Los núcleos de desarrollo forestal se encuentran ubicados en el resguardo de Villa catalina de puerto rosario y el descanso en el municipio de Puerto Guzmán y Puerto Leguizamo del departamento del Putumayo (Figura 136).

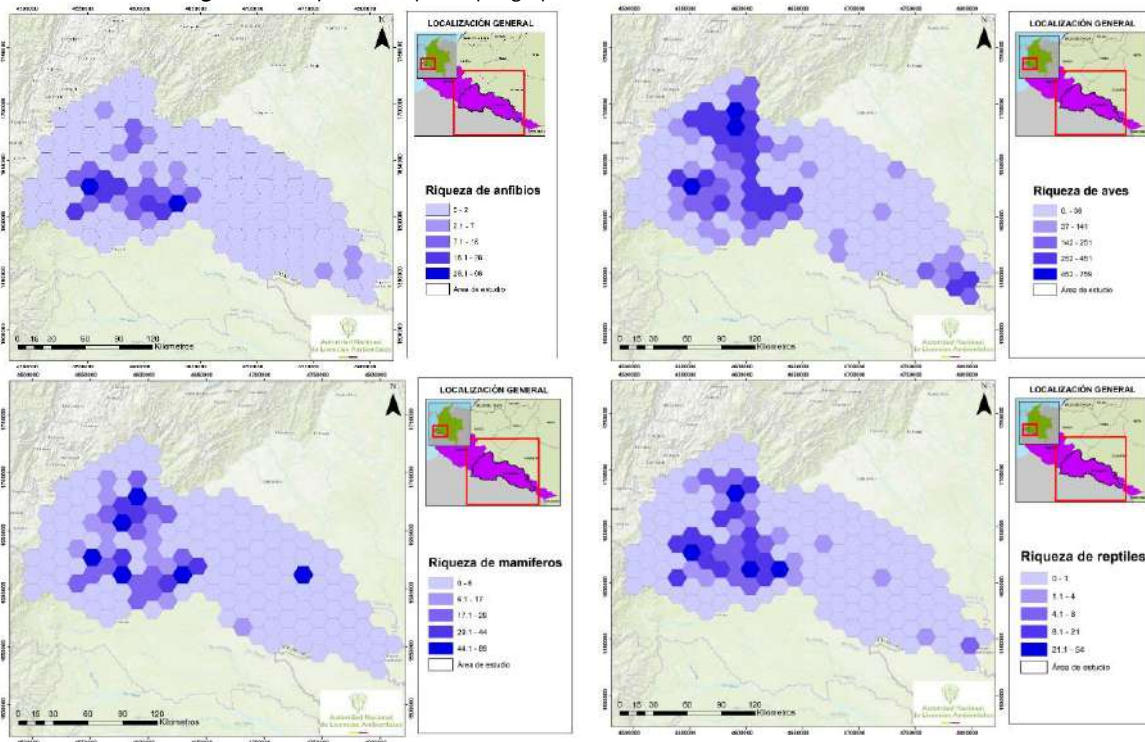
Figura 124. Núcleos de desarrollo forestal en el área regionalizada



Fuente: (SIAC, 2025)
Adaptado por ANLA, 2025

D. FAUNA

Figura 125. Riqueza de especies por grupos en el área de estudio de acuerdo con el GBIF



Fuente: ANLA, 2025.

De acuerdo con el Sistema Global de Información y la lista de especies silvestres amenazadas según la Resolución 0126 de 2024 (MADS), el área regionalizada cuenta con un total de 10.272 registros para mamíferos, entre los cuales se destacan 188 especies agrupadas en 38 familias. Phyllostomidae es la familia con mayor número de registros (1.039) y con más especies registradas (63), donde *Carollia perspicillata* (murciélago frutero común) y *Artibeus lituratus* (murciélago frugívoro gigante) resaltan por presentar los mayores números de registros (182 y 84, respectivamente). Le sigue la familia Cricetidae, con 96 registros y 12 especies, entre las cuales *Hylaeamys megacephalus* (rata montañera común) y *Oecomys superans* (ratón arrozalero selvático) destacan con 22 registros cada una. Otras familias relevantes son Didelphidae (544) con 11 especies y Pitheciidae (112) con 8 especies.

Con respecto a las aves, se registran 506.531 individuos, correspondientes a 71 familias y 1.139 especies. Las familias más destacadas son Tyrannidae (60.653 registros) con 144 especies, entre las cuales *Tyrannus melancholicus* (tirano melancólico) (7.931), *Pitangus sulphuratus* (benteveo) (4.791), *Myiozetetes similis* (bienteveo sociable) (3.308), *Megarynchus pitangua* (bienteveo pitanguá) (3.300) y *Tyrannulus elatus* (mosquerito coronado) (2.939) presentan los mayores registros. También destacan Trochilidae (83) y Thraupidae (81.667) con 114 especies, entre las cuales *Thraupis episcopus* (azulejo común) (8.080), *Ramphocelus carbo* (tángara picoplata) (6.054), *Thraupis palmarum* (tángara palmera) (6.114) y *Cissopis leverianus* (tángara urraca) (3.662) presentan los mayores registros. Posteriormente se encuentra Thamnophilidae (15.893) con 79 especies, entre las cuales destacan *Schistocichla leucostigma* (hormiguero alimochado) (1.255), *Akletos melanoceps* (hormiguero hombro blanco) (1.170) y *Herpsilochmus frater* (tiluchí alirrufo norteño) (711). En cuanto a los anfibios, se registran 3.756 individuos, correspondientes a 16 familias y 126 especies. Las familias más destacadas son Hylidae (1.613) con 41 especies, entre las cuales sobresalen *Boana cinerascens* (rana granosa) (286), *Scinax ruber* (ranita listada) (187) y *Boana lanciformis* (rana lanceolada común) (187). Otra familia relevante es Craugastoridae (580) con 23 especies, entre las cuales se destacan *Pristimantis altamazonicus* (cutín amazónico) (103), *Oreobates quixensis* (sapito bocón amazónico) (85) y *Pristimantis lanthanites* (cutín metálico) (72).

Por último, los reptiles cuentan con un total de 1.415 registros, correspondientes a 23 familias y 134 especies. Las familias más destacadas son Colubridae (391) con 55 especies, entre las cuales se resaltan *Helicops angulatus* (falsa cuatro narices) (68), *Imantodes cenchoa* (mapepire corde violon) (40) y *Chironius fuscus* (látigo oliva) (21). Otra familia representativa es Dactyloidae (303), de la cual destacan *Anolis fuscoauratus* (abaniquillo) (161) y *Anolis scypheus* (anolis de lengua amarilla).

Tabla 68. Especies de fauna en categoría de amenaza

Grupo Fauna	Especie	Nombre común	Categoría de amenaza UICN
Anfibios	<i>Hyloscirtus torrenticola</i>	Rana de torrente de Putumayo	Vulnerable (VU)
Mamíferos	<i>Ateles belzebuth</i>	Mono araña común	En peligro (EN)
	<i>Cebuella pygmaea</i>	Titi pigmeo	Vulnerable (VU)
	<i>Cheracebus medemi</i>	Titi de manos negras	Vulnerable (VU)
	<i>Inia geoffrensis</i>	Delfín rosado	En peligro (EN)
	<i>Lagothrix lagothricha</i>	Macaco Barrigudo	Vulnerable (VU)
	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero	Vulnerable (VU)
	<i>Priodontes maximus</i>	Armadillo gigante	Vulnerable (VU)
	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Nutria gigante	En peligro (EN)
	<i>Sotalia fluviatilis</i>	Tucuxi	En peligro (EN)
	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapetí	En peligro (EN)
	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico	Vulnerable (VU)

	<i>Tayassu pecari</i>	Pecari barbiblanco	Vulnerable (VU)
	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de Anteojos	Vulnerable (VU)
Aves	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	Vulnerable (VU)
	<i>Tinamus osgoodi</i>	Tinamú negro	En peligro (EN)
	<i>Anas georgica</i>	Pato maicero	Vulnerable (VU)
	<i>Oressochen jubatus</i>	Ganso del Orinoco	Vulnerable (VU)
	<i>Spatula cyanoptera</i>	Pato colorado	En peligro (EN)
	<i>Circus cinereus</i>	Vari	En peligro (EN)
	<i>Galbula pastazae</i>	Jamacará cobrizo	Vulnerable (VU)
	<i>Andigena hypoglaucha</i>	Tucán andino pechigrís	Vulnerable (VU)
	<i>Hapalopsittaca amazonina</i>	La cotorra montañera	Vulnerable (VU)
	<i>Leptosittaca branickii</i>	El perico paramuno	Vulnerable (VU)
	<i>Ognorhynchus icterotis</i>	Loro orejiamarillo	Vulnerable (VU)
	<i>Doliornis remseni</i>	Cotinga ventricastaña	En peligro (EN)
	<i>Pyroderus scutatus</i>	Yacutoro	Vulnerable (VU)
	<i>Grallaria rufocinerea</i>	Tororoí Bicolor	Vulnerable (VU)
	<i>Hypopyrrhus pyrohypogaster</i>	Cacique candela	Vulnerable (VU)
	<i>Icterus icterus</i>	Turpial	Vulnerable (VU)
	<i>Setophaga cerulea</i>	Reinita cerúlea	Vulnerable (VU)
	<i>Creurgops verticalis</i>	Buscaquiches rufo	Vulnerable (VU)
	<i>Tephrophilus wetmorei</i>	Azulejo de Wetmore	Vulnerable (VU)
	<i>Pseudocolaptes acutipennis</i>	Doradito oliváceo	Vulnerable (VU)
Reptiles	<i>Caretta caretta</i>	Tortuga boba	Estado crítico (CR)
	<i>Podocnemis unifilis</i>	Taricaya	En peligro (EN)
	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Morrocóy	Vulnerable (VU)

Fuente: GBIF, 2025.

Adaptado por ANLA, 2025 (*Registradas en GIBF y BDC)

Tabla 69. Especies de primates en el área de Putumayo.

Especie	Nombre común	Categoría amenaza UICN
<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador de manto dorado	Vulnerable (VU)
<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador	Preocupación menor (LC)
<i>Aotus vociferans</i>	Mico nocturno gritón	Preocupación menor (LC)
<i>Ateles belzebuth</i>	Mono araña de vientre amarillo	En peligro (EN)
<i>Callimico goeldii</i>	Chichilo	Vulnerable (VU)
<i>Cebuella pygmaea</i>	Titi pigmeo	Vulnerable (VU)
<i>Cebus albifrons</i>	Mono capuchino	Preocupación menor (LC)
<i>Cebus yuracus</i>	Mono capuchino de frente blanca del Maraño	Casi amenazada (NT)
<i>Cheracebus lucifer</i>	Conticillo negro	Preocupación menor (LC)
<i>Cheracebus lugens</i>	Mono viudito	Preocupación menor (LC)
<i>Cheracebus medemi</i>	Titi de manos negras	Vulnerable (VU)
<i>Cheracebus torquatus</i>	Viudita	Preocupación menor (LC)
<i>Lagothrix lagothricha</i>	Mono barrigudo	Vulnerable (VU)
<i>Leontocebus fuscicollis</i>	Titi bebeleche	Preocupación menor (LC)
<i>Leontocebus fuscus</i>	Titi	Preocupación menor (LC)
<i>Leontocebus illigeri</i>	Mono pichico común	Casi amenazada (NT)
<i>Leontocebus nigricollis</i>	Chichico de manto negro	Preocupación menor (LC)

<i>Pithecia milleri</i>	Sakí de Miller	Vulnerable (VU)
<i>Pithecia monachus</i>	Sakí cabelludo	Casi amenazada (NT)
<i>Plecturocebus caquetensis</i>	Titi del Caquetá	Peligro crítico (CR)
<i>Plecturocebus discolor</i>	Socayo	Preocupación menor (LC)
<i>Saimiri cassiquiarensis</i>	Mono ardilla	Vulnerable (VU)
<i>Saimiri sciureus</i>	Mono ardilla común	Preocupación menor (LC)
<i>Sapajus apella</i>	Mono maicero	Peligro crítico (CR)
<i>Sapajus macrocephalus</i>	Macaco prego	Preocupación menor (LC)

Fuente: GBIF, 2025. Adaptado por ANLA, 2025 (*Registradas en GIBF y BDC)

E. FLORA

La recopilación de los registros se realizó con base en los datos disponibles en el Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF) y en los muestreos consignados en la Base de Datos Corporativa (BDC), con corte a noviembre de 2025. De acuerdo con los registros reportados por el GBIF, en el área regionalizada se identifican 4.271 especies de plantas, distribuidas en 226 familias botánicas. Las representativas son Rubiaceae con 320 especies, Melastomataceae (260), Orchidaceae (239), Fabaceae (231), Araceae (151), Piperaceae (140), Solanaceae (124), Asteraceae (121), Malvaceae (98), Lauraceae (95), Moraceae (66). Por otro lado, familias como Coulaceae, Culcitaceae, Dipentodontaceae, Eriocaulaceae, Escalloniaceae, Flacourtiaceae, Gnetaceae, Goupiaceae, Haemodoraceae, Hydrocharitaceae, Hypoxidaceae, Isoetaceae, Juglandaceae, Linaceae, Phymaceae, Pinaceae entre otras, reportan una única especie. En cuanto al mayor número de registros, las especies más representativas son *Jacaranda copaia* (Pavito), *Euterpe precatoria* (Palma asai), *Mauritia flexuosa* (Palma Moriche) con 1.012, 742, 680 registros respectivamente. Así mismo, los muestreos registrados en la BDC (Base de Datos Corporativa), muestras un total de 1833 especies de plantas pertenecientes a 227 familias botánicas donde las más representativas se encuentran Orchidaceae (283), Fabaceae (120), Rubiaceae (51), Melastomaceae (53), Lauraceae (52), Moraceae (48), Euphorbiaceae(45), Malvaceae (42) entre otras familias.

Con respecto a las especies de plantas vasculares en alguna categoría de amenaza (CR-En peligro crítico; EN-En peligro; VU-Vulnerable), según el Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF) teniendo en cuenta la verificación según la Resolución 0126 de 2024 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia), para el área regionalizada se registraron 38 especies en alguna categoría de amenaza, en categoría Vulnerable (VU) es posible encontrar a *Ceroxylon parvifrons* (Palma de cera), *Espeletia schultesiana* (frailejón), *Citronella silvatica* (Limoncillo), entre otras especies. Respecto a la categoría En Peligro (EN) se encuentran *Aechmea romeroi* (Puya), *Cyathea gracilis* (Palma boba), *Croton sibundoyensis* (Sangregado), entre otras especies. Finalmente, en la categoría de En Peligro Crítico (CR) es posible encontrar las especies *Oreopanax niger* (Mano de oso), *Aniba rosaeodora* (Laurel) entre otras especies. Por otro lado, los muestreos registrados en la BDC (Base de Datos Corporativa) presentan en total 18 especies en alguna categoría de amenaza en el área regionalizada donde 4 se encuentran distribuidas en la categoría Vulnerables (VU), 9 en categoría En Peligro (EN) y 3 restantes en categoría En Peligro Crítico (CR) descritas en las siguiente Tabla 70.

Tabla 70. Especies de flora en categoría de amenaza.

Familia	Nombre de la especie	Categoría de amenaza	Familia	Nombre de la especie	Categoría de amenaza
Araliaceae	<i>Oreopanax niger</i>	CR	Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	VU**
Arecaceae	<i>Aiphanes pilaris</i>	CR	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	EN
	<i>Elaeis oleifera</i>	EN**	Lauraceae	<i>Aniba perutilis</i>	CR*
	<i>Ceroxylon parvifrons</i>	VU		<i>Aniba rosaeodora</i>	CR
	<i>Ceroxylon quindiuense</i>	EN		<i>Mespilodaphne quixos</i>	EN
	<i>Ceroxylon ventricosum</i>	EN		<i>Otoba lehmannii</i>	VU
	<i>Ceroxylon vogelianum</i>	VU*		<i>Cariniana pyriformis</i>	CR**
Asteraceae	<i>Critoniopsis franciscana</i>	CR	Lecythidaceae	<i>Eschweilera cabrerana</i>	EN**
	<i>Espeletia schultesiana</i>	VU		<i>Gustavia angustifolia</i>	EN**
Bromeliaceae	<i>Aechmea anomala</i>	CR**	Malvaceae	<i>Ayenia klugii</i>	CR
	<i>Aechmea romeroi</i>	EN *		<i>Ceiba samauma</i>	VU**

	<i>Aechmea tessmannii</i>	EN	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	EN*
	<i>Aechmea zebrina</i>	EN*		<i>Cyrtorchilum exasperatum</i>	VU**
	<i>Tillandsia schimperiana</i>	CR		<i>Dracula sibundoyensis</i>	EN**
Cardiopteridaceae	<i>Citronella silvatica</i>	VU		<i>Lepanthes oreibates</i>	EN**
Caryocaraceae	<i>Caryocar amygdaliferum</i>	VU*	Orchidaceae	<i>Masdevallia cerastes</i>	EN
Chrysobalanaceae	<i>Cordillera platycalyx</i>	EN		<i>Masdevallia sanctae-rosae</i>	VU
Cordiaceae	<i>Varronia acuta</i>	EN		<i>Phragmipedium schlimii</i>	EN
	<i>Cyathea aemula</i>	CR		<i>Pleurothallis killipii</i>	VU
Cyatheaceae	<i>Cyathea gracilis</i>	EN	Passifloraceae	<i>Passiflora colombiana</i>	EN
	<i>Cyathea uleana</i>	EN*		<i>Passiflora uribei</i>	VU
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum donnell-smithii</i>	VU	Podocarpaceae	<i>Podocarpus guatemalensis</i>	VU
Dipentodontaceae	<i>Perrottetia calva</i>	EN		<i>Podocarpus oleifolius</i>	VU
Euphorbiaceae	<i>Croton sibundoyensis</i>	EN	Primulaceae	<i>Geissanthus kalbreyeri</i>	VU
Fabaceae	<i>Zygia lehmannii</i>	VU			

Fuente: (GBIF, 2025)

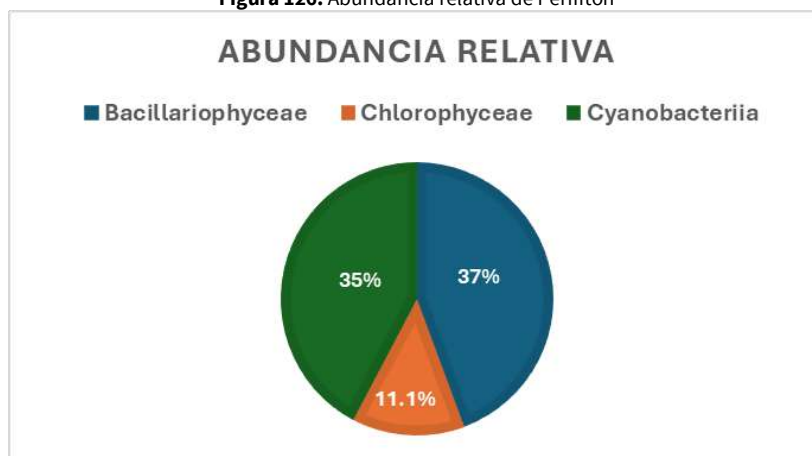
Adaptado por ANLA, 2025 (*Registradas en GIBF y BDC); (**Registra en BDC)

F. HIDROBIOTA

El análisis regional del componente de hidrobiota se realizó conforme a lo propuesto para el componente hídrico superficial, basándose en dos ríos prominentes: Río Mocoa y Río Putumayo, determinado según la distribución de los puntos dentro del área de estudio. Los datos se obtuvieron directamente de la sistematización de proyectos licenciados por la ANLA, ubicados dentro del área regionalizada. Esta información fue depurada considerando únicamente los datos reportados con las unidades adecuadas para cada comunidad, así como su correcta clasificación taxonómica. De esta manera, se estableció la composición, estructura y abundancia de las comunidades hidrobiológicas, tales como fitoplancton, perifiton, microinvertebrados, macrofauna, macrófitas y zooplancton. Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para evaluar y comprender el estado regional de los ecosistemas acuáticos y la hidrobiota, considerando su valor como bioindicadores dentro del área de estudio.

Perifiton:

Figura 126. Abundancia relativa de Perifiton



Fuente: ANLA, 2025

Para esta área regionalizada, la clase más dominante es Bacillariophyceae (con 37 % de abundancia relativa), seguida de Cyanobacteriia (con 35 %) y Chlorophyceae (con 11%). Dentro de Bacillariophyceae se destacan los géneros *Navicula*, *Eutonia* y *Pinnularia* como los más predominantes. La abundancia del género *Navicula*, puede indicar un ecosistema moderadamente enriquecido, su presencia es bentónica, es decir adhiere a rocas, sedimentos finos, plantas acuáticas. Esto puede indicar fondos estables, con buena superficie para colonización. La abundancia de *Navicula* en la región del Putumayo refleja buena calidad de agua, sustratos estables y condiciones típicas de sistemas loticos amazónicos, siendo un indicador de ecosistemas equilibrados.



Fitoplancton:

Figura 127. Abundancia relativa de Fitoplancton

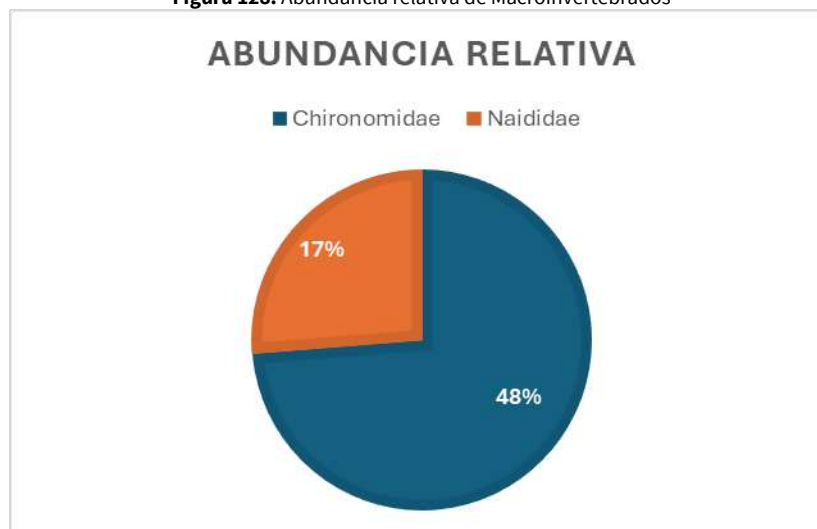


Fuente: ANLA, 2025

Para esta subzona hidrográfica, la clase más representativa es Conjugatophyceae (62.1 % de abundancia relativa), seguido de Bacillariophyceae (con un 16.5 %), y Chlorophyceae (3.6 %). Dentro de Conjugatophyceae el género más representativo es *Desmidium*, un indicador de ecosistemas acuáticos saludables y oligotróficos, además, es fuente de alimentación para el zooplancton. Este género es menos abundante en aguas eutróficas o turbias. Según Bermúdez et al., en el trapecio Amazónico, Medio Putumayo, Bajo Putumayo y Bajo Caquetá, las desmicias representaron el 28% de la riqueza, siendo Medio Putumayo la zona con mayor diversidad. Estos organismos se favorecen en aguas someras con desarrollo de macrófitas indicando condiciones de oligotrofia. Por otro lado, los euglenófitos representaron el 14 % de la riqueza, especialmente en Putumayo y el trapecio amazónico siendo frecuentes en aguas ricas en materia orgánica, por lo cual se considera como un indicador de contaminación orgánica. Aunque, no necesariamente de origen antropogénico.

Macroinvertebrados:

Figura 128. Abundancia relativa de Macroinvertebrados



Fuente: ANLA, 2025

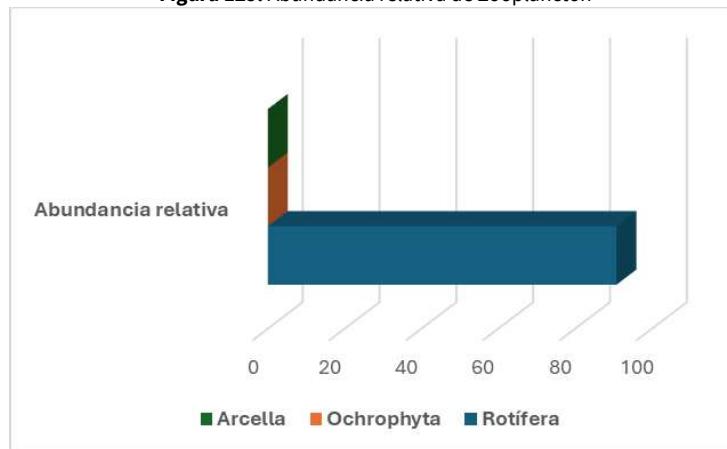
En esta subzona hidrográfica, la familia más representativa es Chironomidae (48% de abundancia relativa), seguida de Naididae (17,1 %) y Euglenaceae (7.5%). Dentro de Chironomidae el género más representativo es



chironomus, indicador de aguas con baja calidad o alteración orgánica. Su abundancia refleja alto contenido de materia orgánica, bajas concentraciones de oxígeno disuelto, eutrofización y aguas lentas o estancadas, asociado tanto a procesos naturales amazónicos como a impactos antropogénicos (descargas domésticas, ganadería cercana al agua, sedimentación por deforestación, piscicultura, aguas con descomposición intensa de materia orgánica. Aunque son indicadores de aumento de carga orgánica, constituyen un alimento esencial para peces pequeños y contribuyen al reciclaje de nutrientes al procesar detritos, aumentando la productividad del ecosistema. Además, son fuente de alimento para géneros de peces como *Hyphessobrycon*, *Moenkhausia* y *Apistogramma*."

Zooplankton:

Figura 129. Abundancia relativa de Zooplankton



Fuente: ANLA, 2025

En esta subzona hidrográfica, el filo más representativo es Rotifera con un (90.7 % de abundancia relativa), seguido de Ochrophyta (7.5%) y Arcella (5.7%). Dentro de Rotifera, los géneros más representativos son *Lecane* (71%) y *Brachionus* (20.9 %). El género *Lecane*, se desarrolla sobre sedimentos finos, macrófitas, hojarasca, y biofilm, aprovechando microhábitats con escasa corriente y abundante materia orgánica natural. Constituye alimento para larvas de insectos, pequeños crustáceos y alevinos de peces. Su presencia indica ambientes estables, aguas tranquilas o de corriente lenta y sustratos ricos en materia orgánica. Su disminución puede reflejar ambientes muy contaminados o fuertemente eutrofizados.

Macrófitas:

Figura 130. Abundancia relativa de Macrófitas



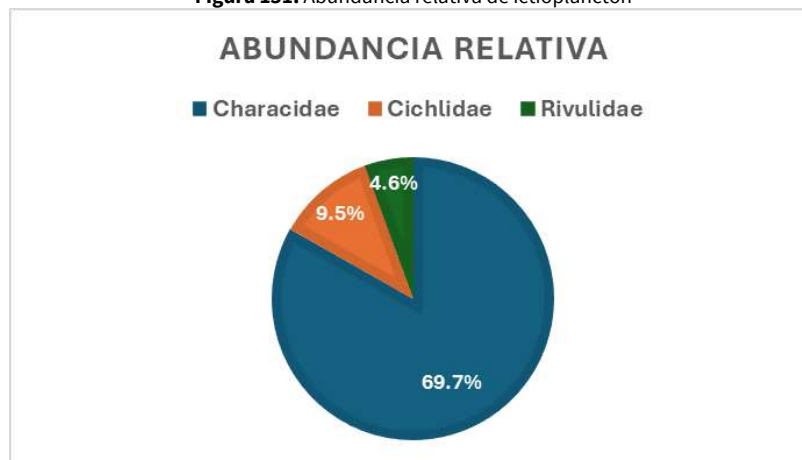
Fuente: ANLA, 2025



En esta subzona hidrográfica, el orden más representativo es Poales (53.59% de abundancia relativa), seguido por Alismatales (15.28%) y luego por Zingiberales (6.4 %). Dentro de Poales los géneros más representativos son *Cyperus*, *Eleocharis* y *Echinochloa*. En cuanto *Cyperus*, su abundancia suele asociarse a condiciones de saturación hídrica, suelos inundables y niveles freáticos altos, lo que refleja la presencia de microhábitats estables dominados por humedad constante. Su presencia dominante puede indicar procesos de disturbio natural o antrópico. *Cyperus* tiene un rol ecológico en la retención de sedimentos, reducen la erosión mediante sus rizomas densos. Estos también proporcionan hábitat estructural para macroinvertebrados acuáticos, peces pequeños, anfibios y biofilm, aumentando la heterogeneidad del ecosistema. Cabe destacar que su proliferación puede estar asociado a niveles moderados de nutrientes, a ecosistemas pioneros o ambientes con algún nivel de disturbio.

Ictioplancton:

Figura 131. Abundancia relativa de Ictioplancton



Fuente: ANLA, 2025

En esta subzona hidrográfica, la familia más representativa es Characidae (69.74 % de abundancia relativa), seguido de Cichlidae (9.48 %) y Rivulidae (4.6 %). Dentro de Characidae, el género más representativo es *Hemigrammus*, seguido por *Bryconamericus*. *Hemigrammus* cumple un papel clave en la transferencia de energía dentro de la red trófica: sus larvas y juveniles consumen zooplancton, microinvertebrados y detritos, sirviendo de alimento para peces de mayor tamaño, aves acuáticas y otros depredadores. Su abundancia y diversidad reflejan condiciones ambientales favorables, como vegetación sumergida, sustratos naturales y niveles moderados de turbidez. Su presencia indica ecosistemas acuáticos saludables, con hábitats estructurados que permiten la reproducción y sostenibilidad de la fauna piscícola local.

Macrofauna:

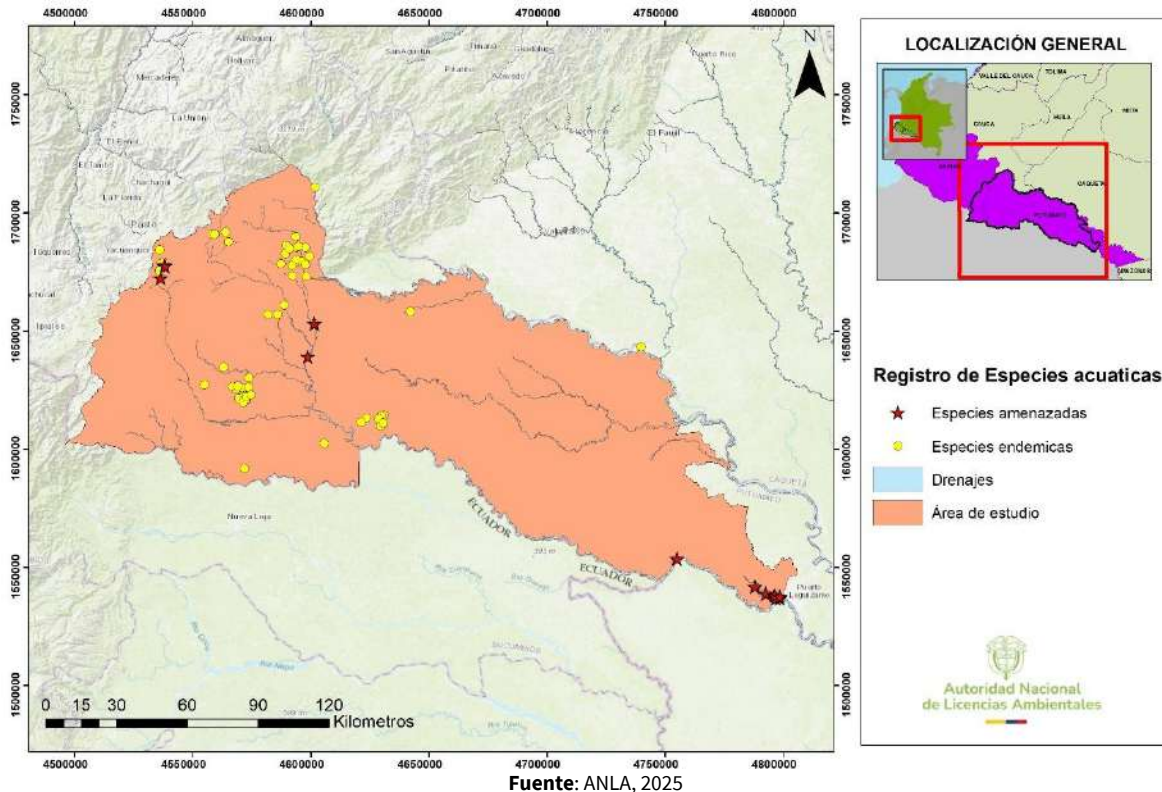
Figura 132. Abundancia relativa de Macrofauna



Fuente: ANLA, 2025

Para esta subzona hidrográfica, la familia Characidae es la más abundante (56.45% de abundancia relativa), seguida de Poeciliidae (con 13.1 %) y Cichlidae (con 9.01%). Dentro de Characidae el género más representativo es *hyphessobrycon*, cuya presencia puede asociarse a ambientes bien oxigenados, alta integridad de hábitat y bosques ribereños bien conservados. Este género es relevante en el comercio mundial de peces ornamentales tropicales. Especies como *Hyphessobrycon agulha* y *Hyphessobrycon copelandi* regulan las poblaciones de larvas de insectos, controla el exceso de microcrustáceos y mantiene el equilibrio de ensambles de macroinvertebrados. Además, se desplazan en zonas de vegetación ribereña, bancos de raíces, aguas negras sombreadas y arroyos, transportando energía y biomasa entre microhábitats y manteniendo la conectividad ecológica. Aunque no son bioindicadores, su presencia y abundancia se asocia a bosques ribereños conservados, aguas oxigenadas y de baja contaminación, sustratos de hojarasca y refugios naturales. Su desaparición puede indicar deforestación de orillas, sedimentación por erosión, contaminación por agroquímicos o minería o pérdida de refugios naturales como raíces y troncos.

Figura 133. Registro de especies acuáticas endémicas y amenazadas en el Área Regionalizada del Putumayo.



Fuente: ANLA, 2025

Dentro del área regionalizada se registraron especies en estado de vulnerabilidad y de amenaza. Entre las especies categorizadas como amenazadas se encuentran: *Brycon moorei* (VU) llamado comúnmente como el Dorado, *Brycon rubricauda* (NT) comúnmente conocido como *Sardinata Corunta*, *Eremophilus mutisii* (VU) llamado como capitán de la sabana, *Osteoglossum bicirrhosum* (VU) (arowana plateada), *Paratrygon aiereba* (VU) (raya disco), *Potamotrygon motoro* (VU) (raya motoro), *Pseudoplatystoma punctifer* (VU) (doncella) y *Sorubim lima* (NT) (Pez cucharón).

Dentro del área regionalizada se registraron especies endémicas como *Astroblepus caquetae* (cusumbo de caquetá), *Astroblepus putumayoensis* (astroblepo del putumayo), *Astroblepus trifasciatus* (guachilejo o bagre de torrente), *Brycon moorei* (dorada o mueluda), *Brycon rubricauda* (Sardinata corunta), *Bujurquina mariae* (mojarra amazónica), *Cetopsorhamdia molinae* (bagrecito), *Chaetostoma anale* (corroncho o carachama), *Chrysobrycon guahibo* (guahibo o Sikuani), *Creagrutus andaki* (sardina), *Creagrutus brevipinnis* (sardinita), *Eremophilus mutisii* (capitán de la sabana), *Grundulus cochae* (Guapucha), *Hemibrycon galvisi* (Sardina), *Hyphessobrycon oritoensis* (tetra de Orito), *Hypostomus niceforoi* (cucha amazonica), *Pimelodella conquetaensis* (bagrecillo) y *Spatuloricaria caquetae* (pleco cola larga).

Análisis integral

La integración de todas las comunidades evidencia que los ecosistemas acuáticos del Putumayo presentan buena calidad ambiental, sustratos estables y una conectividad ecológica adecuada. La coexistencia de organismos indicativos de aguas oligotróficas (como *Desmidium* y *Navicula*), junto con especies tolerantes a altos niveles de materia orgánica (como *Chironomus*), refleja la variabilidad natural de los sistemas amazónicos y la influencia puntual de actividades antrópicas. Esta combinación de indicadores sugiere que, aunque existen zonas con enriquecimiento orgánico o remansos naturales pobres en oxígeno, la dinámica ecológica del territorio mantiene procesos funcionales típicos de ecosistemas bien conservados.

En conjunto, el análisis funcional revela redes tróficas complejas, donde productores primarios, detritívoros, consumidores primarios y peces interactúan, asegurando el flujo de energía y la estabilidad de los ecosistemas



acuáticos. La persistencia de especies sensibles, así como la alta abundancia de comunidades representativas (fitoplancton oligotrófico, rotíferos asociados a sustratos naturales, peces de bosques inundables y organismos bentónicos especializados), indica que el Putumayo mantiene ecosistemas acuáticos funcionales y biodiversos. Sin embargo, estos sistemas requieren monitoreo constante frente a amenazas emergentes como la sedimentación por deforestación, el incremento de materia orgánica por actividades humanas, la pesca no regulada y el deterioro de hábitat por impacto minero y expansión agrícola.

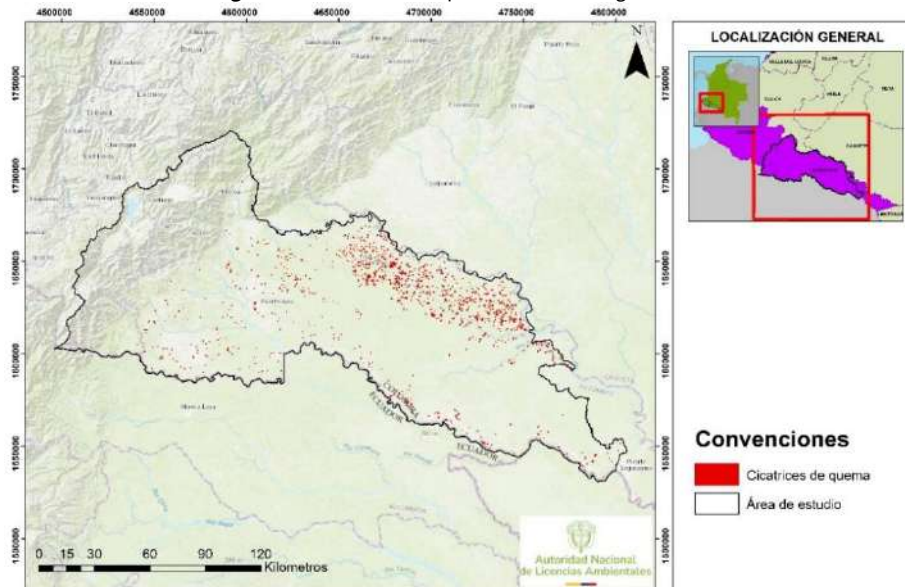
Algunas especies de peces, aunque no se mencionan dentro de la base de datos analizada, forman parte del ecosistema acuático del Putumayo y se encuentran en categorías de amenaza según la UICN y en el Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Las especies más afectadas dentro del área regionalizada y en el ecosistema acuático del Putumayo corresponden principalmente a aquellas categorizadas como Vulnerables (VU), debido a presiones de sobrepesca, degradación del hábitat y pérdida de conectividad hidrológica. Entre las más críticas se encuentran *Arapaima gigas* (pirarucú), una especie altamente sensible por su baja tasa reproductiva y por la intensa explotación comercial; los grandes migradores amazónicos como *Brachyplatystoma filamentosum* (pirahiba), *Brachyplatystoma rousseauxii* (Dorada), *Brachyplatystoma vaillantii* (Valentón), *Brachyplatystoma juruense* (Jurema) y *Brachyplatystoma platynemum* (Deckens), severamente afectados por la interrupción de rutas migratorias, sedimentación y pesca intensiva; así como *Osteoglossum bicirrhosum* (Arawana plateada), cuya extracción con fines ornamentales incrementa su vulnerabilidad. A este grupo también se suman *Colossoma macropomum* (gamitana o cachama negra), *Pseudoplatystoma punctifer* (doncella), *Paratrygon aiereba* (raya disco), *Potamotrygon motoro* (raya motoro) y *Eremophilus mutisii* (capitán de la sabana), todas comprometidas por la presión extractiva, la alteración de humedales como los bosques de Varzea y las modificaciones en los ciclos hidrológicos.

Por su parte, las especies categorizadas como Casi Amenazadas (NT) muestran tendencias poblacionales en deterioro y podrían escalar rápidamente a categorías de mayor riesgo si las presiones actuales persisten. Entre ellas destacan *Brycon rubricauda* (sardinata corunta), afectada por la pérdida de conectividad y la pesca local, y *Sorubim lima* (pez cucharon), impactada por la sobrepesca y la degradación de los fondos fluviales de los que depende para su alimentación. En conjunto, este grupo de especies representa los componentes más sensibles del sistema íctico del Putumayo, resaltando la necesidad de fortalecer las estrategias de conservación, el manejo pesquero sostenible y la protección de hábitats esenciales para garantizar la estabilidad ecológica y funcional de los ecosistemas acuáticos de la región.

G. PRESIONES Y AMENAZAS

Las cicatrices de quema es la huella que deja en la superficie del terreno la combustión de la vegetación, es decir son los rastros visibles en áreas previamente afectadas por el fuego según el SINCHI escala 1:100.000, empleando imágenes satelitales (LANDSAT, MODIS), en el periodo del año 2024 en el área regionalizada se registra un área aproximada de 10.583,965 ha con una contribución del 0,43% del área de estudio reportado por CORPOAMAZONÍA, se encuentra principalmente en coberturas de otras coberturas con representan el 50%, lo que equivale a 5.391,366 ha, seguido por coberturas de bosque 38% (4.061,321ha) y Vegetación secundaria o en transición 11% (1.130,377 ha), ubicados principalmente en los municipios de Puerto guzmán, Puerto asís, Puerto Leguizamo, Puerto Caicedo, Mocoa, Orito, San miguel y Valle del Guamuez en el departamento del Putumayo, así mismo el Ipiales (Nariño).

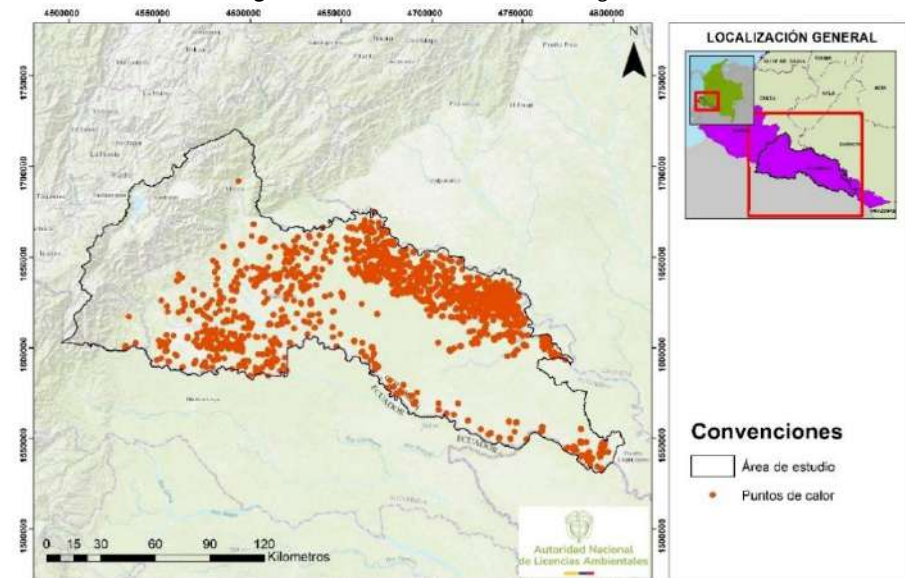
Figura 134. Cicatrices de quema en el área regionalizada.



Fuente: (SINCHI, 2025). Adaptado por ANLA, 2025

Los puntos de calor consolidados diariamente por la SIAT-AC (Sistema de Información Territorial para Amazonia Colombiana), son datos tomado NASA-Modulo Active Fire Data, los cuales son anomalías térmicas detectados que indican una posible fuente de fuego como los incendios forestales, quemas agrícolas o volcanes. En donde en el área regionaliza en el año 2024 se evidencian en los municipios Puerto guzmán, Puerto Leguizamón, Puerto asís, Puerto Caicedo, Valle del Guamuez, Orito, San Miguel, Villagarzón, Ipiales y Mocoa, como se evidencia en la Figura 135.

Figura 135. Puntos de calor en el área regionalizada

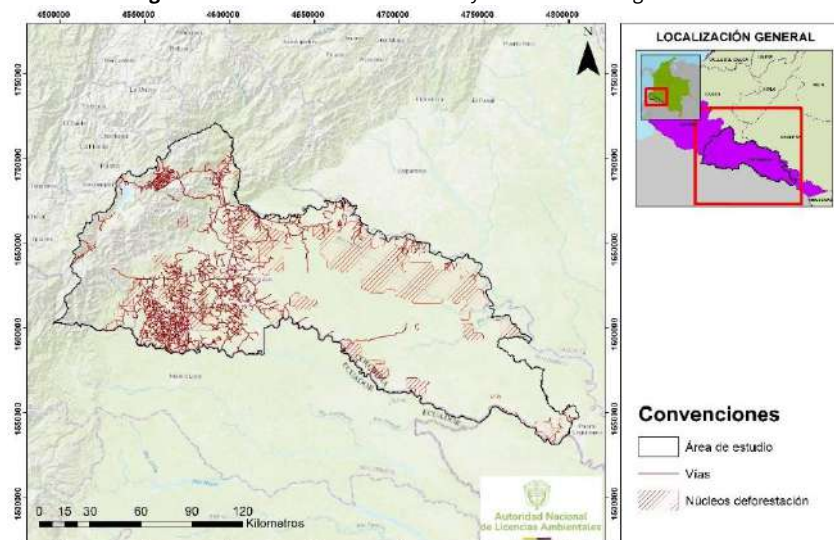


Fuente: (SINCHI, 2025). Adaptado por ANLA, 2025

En la Figura 136, se evidencia los núcleos de deforestación consolidados en el año 2024, según los Boletines de Detección Temprana de Deforestación (DTD) como parte del seguimiento en las coberturas boscosas del país donde permite evidenciar de manera oportuna las áreas con alertas de posible deforestación permitiendo la toma de decisiones preventiva, articulación y formulación de acciones interinstitucionales para la protección de las coberturas boscosas (IDEAM(c), 2025). Así mismo, se detalla las vías (IGAC (b), 2017) debido que se ha

evidenciado la correlación directa con la deforestación en donde más del 70% de los focos de pérdida de bosque se ubican a menos 2 km de una vía (FCDS, 2024).

Figura 136. Núcleos de deforestación y vías en el área regionalizada



Fuente: (IDEAM(c), 2025); (IGAC (b), 2017)
Adaptado por ANLA, 2025

H. COMPENSACIONES E INVERSIÓN FORZOSA DE NO MENOS DEL 1%

Compensaciones

De acuerdo con la BDC (Base de Datos Corporativa) consolidada a abril de 2024, en el área regionalizada se encuentran 28 proyectos con obligaciones de compensación, de los cuales 17 presentan obligaciones de tipo otras compensaciones” (Ley 99 de 1993), 6 compensaciones por pérdida de biodiversidad (Resolución 1517 de 2012) y 5 a compensaciones del medio biótico (Resolución 256 de 2018). En donde el sector con mayor número de compensaciones se encuentra asociado a proyectos de hidrocarburos con 24 proyectos representando el 86%, seguido por infraestructura con 3 proyectos (11%) y el sector energía con 1 proyecto (4%). Así mismo, el origen de las compensaciones por los proyectos es principalmente por el aprovechamiento forestal, uso del suelo, pérdida de biodiversidad y afectaciones general al ambiente.

Las actividades de compensación están orientadas a la reforestación protectora, enriquecimiento forestal, rehabilitación, preservación, uso sostenible entre otras actividades (Figura 137). En cuanto el estado de los planes de compensación el 42% se encuentra por ejecutar, 36% en ejecución, 18% ejecutados y el 4% restante en evaluación. En la Tabla 71, se presenta el consolidado de los proyectos con obligación de compensación, adicionalmente los expedientes LAV0033-00-2019, LAV0042-00-2017, LAV0075-00-2015, LAM3268 hasta la fecha no presentan actividad generadora de la obligación de compensaciones.

Tabla 71. Estado de las compensaciones

Expediente	Cantidad compensación impuesta (área (ha) o número de árboles)	Origen de la compensación	Tipo de compensación	Estado del plan de compensación	Actividad para desarrollar
LAM5505	-	Afectaciones generales al medio ambiente	Otras Compensaciones	Por ejecutar	Reforestación protectora
LAM3323	16,5 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	Ejecutado	-

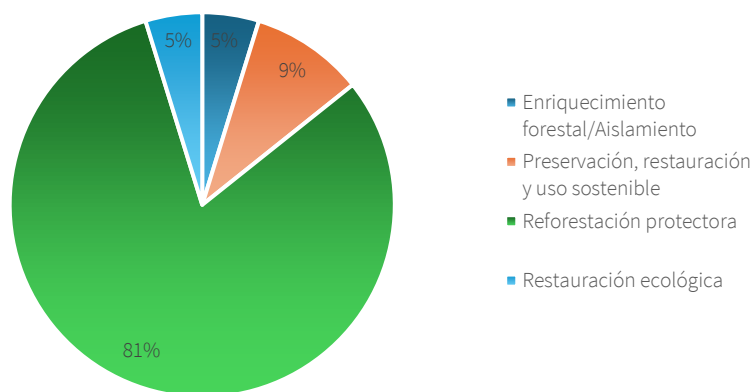


	24,9 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	Ejecutado	-
	4,3 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	Ejecutado	-
	8,2 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	Ejecutado	-
	-	Aprovechamiento forestal	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Restauración (Rehabilitación)
LAM1243	5 ha	Afectaciones generales al medio ambiente	Otras Compensaciones	Por ejecutar	Reforestación protectora
LAM1358	1058,3 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	En ejecución	-
LAM1990	12,5 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora
LAM2070	-	Uso del suelo	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Reforestación protectora
LAM2078	1,5 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora
	8 ha	Afectaciones generales al medio ambiente	Otras Compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora
	20 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora
LAM2213	-	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	Sin actividad generadora	-
LAM2617	-	Uso del suelo	Otras Compensaciones	Por ejecutar	-
LAM3552	7,8 ha	Aprovechamiento forestal	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Reforestación protectora
LAM4077	-	Afectación paisajística	Otras Compensaciones	En ejecución	Reforestación y aislamiento
	-	Aprovechamiento forestal	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	En ejecución	Reforestación protectora
	-		Otras Compensaciones	En ejecución	-
LAM4113	490 árboles	Afectaciones generales al medio ambiente	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	En ejecución	Reforestación protectora
	7050 árboles	Aprovechamiento forestal	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	En ejecución	Reforestación protectora
	-	Afectaciones generales al medio ambiente	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	En ejecución	Reforestación protectora
	30,04 ha	Aprovechamiento forestal	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	En ejecución	Reforestación protectora
LAM4174	6 ha	Afectaciones generales al medio ambiente	Otras Compensaciones	Ejecutado	Reforestación protectora
	-	Uso del suelo	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Reforestación protectora
LAM4479	14 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora
	-	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	En ejecución	Reforestación protectora
LAM4609	29 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	Ejecutado	Reforestación protectora
	211,18 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	En ejecución	-
	-	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	En ejecución	Restauración ecológica
LAM4650	8,65 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	En ejecución	-
LAM4847	5,67 ha	Uso del suelo	Otras Compensaciones	Ejecutado	Reforestación protectora
LAM4899	-	Uso del suelo	Otras Compensaciones	Evaluación	-
LAM4990	6 ha	Uso del suelo	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	En ejecución	Reforestación protectora
LAM5025	4 ha	Uso del suelo	Otras Compensaciones	Por ejecutar	-
LAM5887	1,78 ha	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	Por ejecutar	Reforestación protectora
LAV0005-00-2022	-	Afectaciones generales al medio ambiente	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Preservación, restauración y uso sostenible

LAV0009-00-2019	-	Afectación paisajística	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Restauración ecológica
		Pérdida de biodiversidad	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	En ejecución	Restauración ecológica
LAV0020-00-2017	-	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	Por ejecutar	Reforestación protectora
	-	Uso del suelo	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	En ejecución	Reforestación protectora
LAV0056-00-2015	-	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	En ejecución	Enriquecimiento forestal/Aislamiento
LAV0062-00-2016	-	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	Por ejecutar	Reforestación protectora
	-	Uso del suelo	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Restauración ecológica
LAM6356	-	Pérdida de biodiversidad	Por pérdida de biodiversidad (Res. 1517 de 2012)	Por ejecutar	Establecer acuerdos de conservación, servidumbres ecológicas, Incentivos para mantenimiento y conservación de las áreas
	-	Uso del suelo	Del medio biótico (Res. 256 de 2018)	Por ejecutar	Rehabilitación
LAM2469	12 ha	Aprovechamiento forestal	Otras Compensaciones	En ejecución	-
	-	(en blanco)	Otras Compensaciones	Por ejecutar	-
LAM3518	700 árboles	Afectaciones generales al medio ambiente	Otras Compensaciones	Ejecutado	Reforestación protectora

Fuente: ANLA, 2025

Figura 137. Actividades específicas por desarrollar en la obligación compensaciones



Fuente: ANLA, 2025

Inversión forzosa de no menos del 1%

De acuerdo con la información consolidada a abril de 2024, el área regionalizada cuenta con un total de 31 proyectos que cuentan con la obligación inversión forzosa de no menos del 1%, las cuales se encuentran asociados al sector de hidrocarburos e infraestructura. En cuanto al estado de las líneas de inversión el 53% se encuentra en ejecución y el 38% por ejecutar y 9% restante se encuentra pendiente de requerimientos y 1 desistido. Las actividades están orientadas en acciones de protección, conservación, preservación, compra de predios, aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural, corredores biológicos, fortalecimiento del



sistema de monitoreo hidrológico, formulación y/o adopción de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrológicas (Figura 138). La mayor inversión que se registra en la BDC (Base de Datos Corporativa) está dada por el LAM1358 con un valor \$352.756'270.060,00 de pesos, dirigido a la compra de predios, seguido se encuentra el LAM4113 con un valor \$316.354'040.727,00 pesos para la formación de promotores de la comunidad y vereda. En total la suma aproximada de la inversión forzosa de no menos del 1% asciende a \$1.550.356'222.226,45 pesos. A continuación, en la Tabla 72 se presenta el consolidado de los proyectos con obligación de inversión de no menos del 1%. Por otro lado, es importante resaltar dentro del área regionalizada los expedientes LAM2213, LAM5887, LAV0009-00-2019, LAV0020-00-2017, LAV0033-00-2019, LAV0042-00-2017, LAV0062-00-2016 y LAV0075-00-2015 hasta la fecha no presentan actividades generadoras de inversión 1%.

Tabla 72. Estado inversión forzosa de no menos del 1%

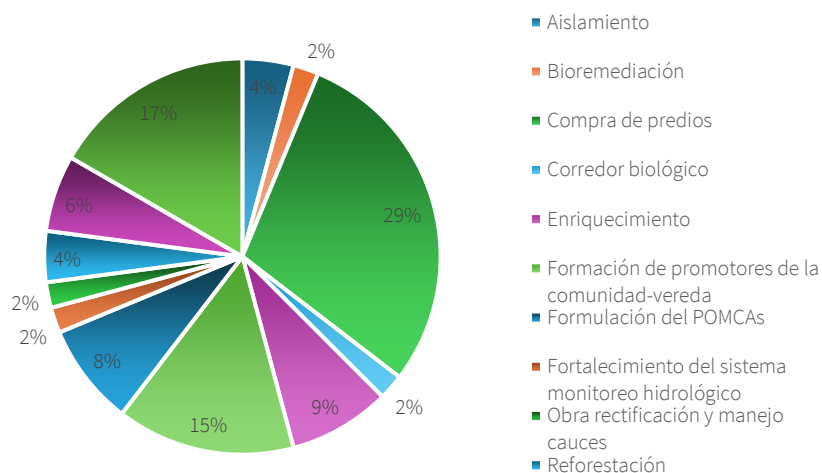
Expediente	Estado de la línea de inversión	Actividad específica por desarrollar	Inversión 1%
LAM5505	En ejecución	Compra de predios	–
	Por ejecutar	Sistemas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico -STARDUS	\$ 43.227.527.764,00
LAM0132	Pendiente de requerimientos	-	–
LAM0533	En ejecución	Sistema Agroforestal	\$ 10.937.699.450,00
LAM0542	En ejecución	Realización del ordenamiento ambiental de la Cuenca del Río San Juan.	–
LAM1358	Por ejecutar	Compra de predios	\$ 352.756.270.060,00
		Formación de promotores de la comunidad-vereda	–
LAM2078	En ejecución	Compra de predios	\$ 58.592.797.205,00
LAM2205	En ejecución	-	–
LAM2940	En ejecución	Aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural	–
	Por ejecutar	Compra de predios	–
LAM3552	Por ejecutar	Compra de predios	–
		Reforestación con especies nativas	\$ 17.976.074.204,00
LAM4077	En ejecución	Enriquecimiento vegetal	–
	Por ejecutar	Compra de predios	–
		Formulación del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la cuenca	\$ 57.335.335.800,60
LAM4113	En ejecución	Compra de predios	–
	Por ejecutar	Formación de promotores de la comunidad-vereda	\$ 316.154.040.717,00
		Sistemas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico -STARDUS	–
LAM4174	En ejecución	Formación de promotores de la comunidad-vereda	–
	Por ejecutar	Compra de predios	\$ 276.601.575.025,00
		Sistema Agroforestal	–
		Sistemas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico -STARDUS	–
LAM4479	Pendiente de requerimientos	Formación de promotores de la comunidad-vereda	–
		Formulación del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la cuenca	–
		Obras para la rectificación y manejo de cauces	–
		Sistemas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico -STARDUS	–
LAM4609	En ejecución	Compra de predios (LAM3565)	–
		Formación de promotores de la comunidad-vereda	–
	Por ejecutar	-	–



		Acciones de protección, conservación y preservación; y Compra de Predios	-
		Compra de predios	-
		Formulación y/o adopción de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. (LAM4609)	-
		Fortalecimiento del sistema monitoreo hidrológico, mediante la adquisición de equipos de medición hidrotopobatimétricas. Fortalecimiento del sistema de monitoreo meteorológico, mediante la intervención de seis (6) estaciones meteorológicas; Fortalecimiento de la Red de Estaciones Automáticas.	-
		Reforestación Protectora (LAM3565)	\$ 275.304.786.928,00
LAM4650	En ejecución	Enriquecimiento vegetal	\$ 8.192.167.094,10
LAM4847	En ejecución	Compra de predios	\$ 14.416.519.223,00
		Sistemas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico -STARDUS	-
LAM4899	En ejecución	Compra de predios	\$ 17.296.173.854,00
		Formación de promotores de la comunidad-vereda	-
LAM4990	En ejecución	Compra de predios	-
		Reforestación con especies nativas	-
LAM5025	En ejecución	Compra de predios	\$ 15.180.401.798,00
		Sistemas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico -STARDUS	-
	Por ejecutar	Sistema Agroforestal	-
LAV0005-00-2022	Por ejecutar	-	-
LAV0056-00-2015	Por ejecutar	Corredor biológico	-
		Formación de promotores de la comunidad-vereda	-
		Reforestación con especies nativas	-
		Sistemas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico -STARDUS	\$ 35.932.854.365,00
	Desistida	Bioremediación	-
LAM6356	En ejecución	Enriquecimiento vegetal	-
	Por ejecutar	Sistemas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico -STARDUS	\$ 39.283.056.634,00
LAM2469	En ejecución	Aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural	\$ 11.170.942.104,75
Total			\$ 1.550.358.222.226,45

Fuente: ANLA, 2025

Figura 138. Actividades específicas por desarrollar en la obligación inversión forzosa de no menos del 1%



Fuente: ANLA, 2025

I. MODELACIÓN BIÓTICA

El objetivo de este análisis es identificar áreas clave para la conservación de la fauna y su papel en la conectividad ecológica dentro del área de estudio, así como evaluar el impacto de la implementación de escenarios prospectivos sobre dicha conectividad.

Este enfoque tiene como propósito proporcionar elementos que amplíen las pautas de análisis sobre las consecuencias de las decisiones relacionadas con la pérdida y degradación de la cobertura vegetal, ya sea a través del aprovechamiento forestal autorizado o los cambios en el uso del suelo. A su vez, busca ofrecer criterios para una evaluación más eficiente de las estrategias de mitigación, y la compensación por los impactos generados. Esto permitirá actualizar y fortalecer los lineamientos y criterios de evaluación y seguimiento que actualmente rigen la normatividad y los manuales relacionados con el medio biótico.

Información utilizada

Modelo de distribución potencial

Para alcanzar el objetivo planteado, se emplearon variables bioclimáticas derivadas de las series diarias de precipitación y de temperatura máxima, mínima y media, obtenidas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2023). Adicionalmente, se incorporó un escenario de cambio climático utilizando las proyecciones de la Cuarta Comunicación Nacional del IDEAM, bajo el escenario *Shared Socioeconomic Pathway 3(SSP3)*, tomando el año 2037 como referencia.

Conectividad ecológica funcional

Para alcanzar el objetivo planteado se utilizaron:

- Coberturas de la tierra (Mapa digital integrado de las Coberturas y Usos de la Tierra 1:00.000 – IDEAM, 2022)
- Infraestructura de proyectos licenciados (Base de Datos Corporativa de la ANLA, 2025)

Metodología

Considerando la lista de especies faunísticas de interés y el alcance del presente reporte —así como la magnitud de los proyectos que generan impactos sobre los ecosistemas y la fauna terrestre— se seleccionaron dos especies focales con base en su sensibilidad a los impactos directos e indirectos,



requerimientos de área, heterogeneidad de hábitat, vulnerabilidad, funcionalidad ecológica, significado socioeconómico y disponibilidad de información.

La primera especie analizada fue el mono lanudo común (*Lagothrix lagotherica*), categorizado como Vulnerable (VU) según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2023). Su distribución se asocia principalmente a bosques tropicales húmedos bien conservados, donde cumple un papel ecológico fundamental como dispersor de semillas, contribuyendo de manera significativa a la dinámica y regeneración del bosque. Debido a su baja tasa reproductiva, alta dependencia del dosel y a las presiones por deforestación, fragmentación del hábitat y cacería, esta especie es especialmente sensible a los procesos de transformación del paisaje. La segunda especie seleccionada corresponde a peces del género *Hyphessobrycon*, un grupo ampliamente distribuido en sistemas fluviales neotropicales y que incluye diversas especies que cumplen funciones ecológicas esenciales en los ríos del Putumayo y Caquetá. Aunque muchas de sus especies se encuentran clasificadas como de Menor Preocupación (LC) por la UICN, a nivel regional enfrentan presiones importantes derivadas de la deforestación, sedimentación, contaminación por actividades extractivas y alteraciones hidrológicas.

Para la primera especie, se llevó a cabo un análisis de conectividad funcional aplicando la teoría de grafos, con el propósito de identificar la agregación de parches de vegetación natural y su contribución a la conectividad ecológica. Para ello, se definieron las coberturas que representan los hábitats de preferencia de cada especie, considerando como parámetro delimitador de los parches el rango de hogar promedio y como medida de dispersión la capacidad media de desplazamiento de cada especie. Con esta información, se calcularon los índices dPCintra, dPCflux, dPCinter, dPCconnector y el Índice Integral de Conectividad del Paisaje (IIC), de acuerdo con Saura y Rubio (2010), empleando el programa Makurini (Makurhini v1.0; Munguía et al., 2020). Para cada parche identificado, se obtuvieron los valores porcentuales del índice dIIC, lo que permitió evaluar su aporte a la conectividad global del paisaje. Para la identificación de áreas idóneas de las especies se utilizaron únicamente los índices dPCintra y dPCconnector, que permiten evaluar la agregación de los parches y su importancia funcional en la conectividad. Los parches ubicados en el cuartil superior de dichos índices fueron clasificados como áreas núcleo y áreas corredor. Este análisis se realizó para el escenario actual y un escenario prospectivo.

Para la segunda especie se elaboró un modelo de distribución potencial (MDP) bajo el escenario actual y bajo condiciones de cambio climático, con el objetivo de identificar las áreas con mayor probabilidad de presencia y evaluar su vulnerabilidad futura. Los modelos se parametrizaron utilizando registros de presencia provenientes del Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2024) y de las caracterizaciones bióticas de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) realizados en la zona de análisis. Previo al modelado, los registros fueron sometidos a un control de calidad espacial, eliminando duplicados y reduciendo la autocorrelación espacial. Se incorporaron variables bioclimáticas derivadas de estaciones hidrometeorológicas, siguiendo los métodos descritos por el U.S. Geological Survey (USGS, 2012) en Bioclimatic Predictors for Supporting Ecological Applications in the Conterminous United States. Como insumos, se utilizaron un modelo digital de elevación (DEM) con resolución de 30 m y series diarias de precipitación y temperatura máxima, mínima y media del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2023). Todas las capas fueron estandarizadas en extensión, proyección y resolución espacial. La selección de predictores consideró la colinealidad mediante el coeficiente de correlación ($|r| < 0,7$) y la ecología de cada especie, reteniendo únicamente las variables informativas.

Para el escenario de cambio climático se utilizaron las proyecciones de la Cuarta Comunicación Nacional del IDEAM bajo el escenario Shared Socioeconomic Pathway 3 (SSP3), seleccionando el año 2037 como referencia por corresponder al período con máximas temperaturas y mínima precipitación. Estas proyecciones se transfirieron al modelo calibrado para el escenario actual. El ajuste de los modelos se realizó mediante el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt) (Phillips et al., 2006; Cobos, Peterson, Barve y Osorio-Olvera, 2019), ampliamente utilizado para modelar distribuciones de especies con datos de presencia.



Supuestos de modelación

Modelo de distribución potencial

Pez dormilón o guabina (*Hoplias malabaricus*),

- Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Oxígeno disuelto (mg/l)
- Fósforo total (mg/l)
- Nitrógeno total (mg/l)
- Demanda química de oxígeno—DQO ($\text{mg O}_2/\text{L}$)
- Temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$)
- Sólidos solubles (mg/L)
- Velocidad (m/s)
- Profundidad (m)
- Caudal (m^3/s)

Conectividad ecológica funcional

Mono lanudo común (*Lagothrix lagothricha*)

Coberturas de la tierra analizadas: Bosque denso t bosque fragmentado.

Importancia de los parches para la conectividad ecológica (dPC)

- Rango de hogar: 126 ha (Zárate y Stevenson, 2014).
- Distancia de dispersión (movimiento diario): 2339 m (Zárate y Stevenson, 2014).
- Distribución altitudinal: 0-2500 msnm.

Resultados (Hallazgos principales escenario actual y cambio climático)

Conectividad funcional

Mono lanudo común (*Lagothrix lagothricha*)

Se identificaron registros del mono lanudo común (*Lagothrix lagothricha*) dentro del área de estudio, provenientes tanto de la base de datos del GBIF como de expedientes licenciados por la ANLA, con una distribución predominante en los sectores oriental y suroriental del área de influencia. Una proporción de estos registros se localiza en cercanías a infraestructura existente y proyectada asociada a proyectos de hidrocarburos y minería, lo que incrementa el riesgo de pérdida de hábitat, perturbación por ruido, fragmentación y presión por cacería. Las zonas de ocurrencia de la especie se asocian principalmente a bosques abiertos, bosques fragmentados, bosques de galería y vegetación secundaria, coberturas que han sido sometidas a procesos de transformación progresiva por el avance de la frontera extractiva y el aprovechamiento forestal.

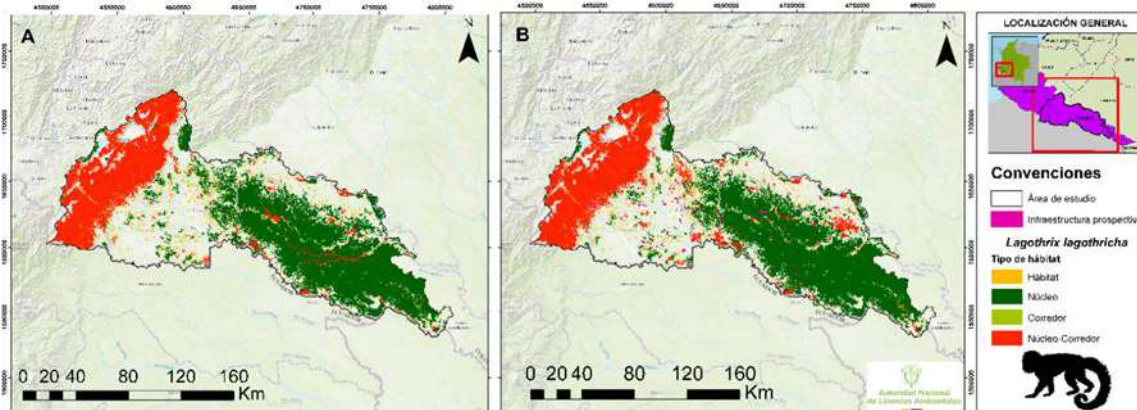
El modelo de conectividad funcional para *L. lagothricha*, calculado mediante el índice de probabilidad de conectividad (dPC), permitió identificar las categorías de núcleo, núcleo-corredor, corredor y hábitat, a partir del tercer cuartil del dPC intra para definir las áreas núcleo y núcleo-corredor, y del dPC conector para la delimitación de las áreas corredor. En el escenario actual (coberturas 2022), las áreas núcleo y núcleo-corredor se concentran principalmente en el sector centro-oriental del área de estudio, donde persisten bloques boscosos de mayor continuidad estructural, los cuales representan zonas clave para el mantenimiento de poblaciones viables de la especie. Las áreas clasificadas como corredor se distribuyen como franjas funcionales que conectan estos núcleos, facilitando el desplazamiento de los individuos entre

parches, mientras que las áreas de hábitat corresponden a fragmentos con menor valor de conectividad, inmersos en matrices altamente intervenidas.

En el escenario futuro, en el cual se excluye el aprovechamiento forestal asociado a la infraestructura prospectiva de los proyectos de hidrocarburos y minería, se evidencia una mejora en la conectividad funcional del paisaje, reflejada en el aumento y consolidación de áreas clasificadas como núcleo-corredor y corredor, particularmente en los sectores central y suroriental del área de estudio. Este incremento en la conectividad sugiere una mayor funcionalidad ecológica del paisaje para *Lagothrix lagothericha*, al facilitar el flujo de individuos entre parches y reducir el aislamiento de las poblaciones locales. No obstante, aún persisten sectores con desconexión estructural, especialmente hacia el occidente, donde la fragmentación del bosque continúa limitando la conectividad, lo que resalta la necesidad de priorizar estas zonas para acciones de restauración ecológica y manejo del paisaje orientadas a la conservación de la especie.

El análisis del indicador ΔdPC permitió identificar cambios espaciales en la contribución funcional de los parches a la conectividad del paisaje entre el escenario actual y el escenario futuro. Los parches clasificados con alta pérdida representan sectores críticos de fragmentación que requieren medidas prioritarias de manejo, restauración ecológica y compensación ambiental. Por su parte, los parches con alta ganancia constituyen núcleos estratégicos de conservación y fortalecimiento de corredores ecológicos.

Figura 139. Áreas de importancia para la conectividad identificadas para el mono lanudo común (*Lagothrix lagothericha*) con análisis de grafos en el escenario presente



Fuente: ANLA, 2025

Modelo de distribución potencial

Las especies del género *Hyphessobrycon*, ampliamente distribuidas en los sistemas acuáticos del piedemonte amazónico, desempeñan un papel fundamental en la conectividad ecológica de los ríos Putumayo y Caquetá, actuando como dispersores pasivos y activos de semillas y propágulos de plantas ribereñas a través del consumo de frutos y detritos vegetales. Esta función las convierte en agentes clave para el mantenimiento de la estructura del bosque de galería y la regeneración de microhábitats acuáticos asociados a raíces, troncos y vegetación inundable. Sin embargo, su elevada dependencia de hábitats bien conservados y con condiciones fisicoquímicas estables las hace altamente vulnerables a la degradación causada por la expansión de la frontera agrícola, la deforestación y la alteración de cauces derivada de actividades mineras y de hidrocarburos, particularmente en cuencas bajas donde la sedimentación y el aumento de la turbidez modifican la disponibilidad de refugio y alimento. En este contexto, la conectividad longitudinal del río es esencial, ya que la fragmentación por represamientos locales, diques o desvíos altera los flujos hidrológicos y limita los desplazamientos de estas especies de pequeño porte. Bajo escenarios de cambio climático más secos, como el SSP3 proyectado para 2037, estas alteraciones podrían intensificarse,



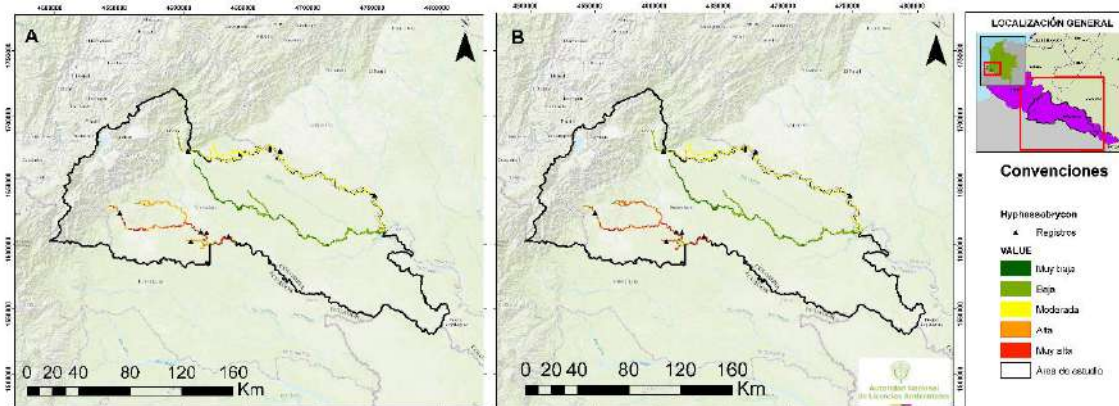
reduciendo la disponibilidad de hábitats óptimos y aumentando la exposición de las poblaciones de *Hyphessobrycon* a condiciones críticas de calidad del agua.

El modelo de distribución potencial de *Hyphessobrycon* construido a partir de variables fisicoquímicas e hidrológicas para el escenario actual mostró un patrón de idoneidad concentrado en sectores medios y altos del río Putumayo y en tramos conectados del río Caquetá, donde las condiciones de caudal moderado, temperaturas estables y buena oxigenación favorecen la permanencia de esta especie. Los resultados del análisis de contribución de variables indican que el nitrógeno total (NT, 72.4%) constituye el predictor más influyente en la distribución, reflejando la sensibilidad del género a los incrementos de nutrientes derivados de actividades agrícolas y descargas difusas. La velocidad del agua (Vel, 17.4%) aparece como el segundo predictor más importante, asociándose con hábitats de corriente moderada donde estos carácidos suelen alimentarse y reproducirse. La profundidad (Prof, 6.9%) aporta información adicional sobre la disponibilidad de refugios en zonas laterales y pozas someras. Otras variables como conductividad (cond) y sólidos suspendidos (SST) tienen contribuciones menores, pero sus curvas de respuesta muestran que aumentos abruptos reducen la probabilidad de presencia. El AUC promedio del modelo (0.688) sugiere un desempeño moderado, coherente con especies generalistas de baja detectabilidad, pero suficiente para capturar gradientes de calidad del agua relevantes para la especie. En general, el modelo actual evidencia que la idoneidad ambiental para *Hyphessobrycon* está estrechamente vinculada a cuerpos de agua con baja carga de nutrientes, buena calidad fisicoquímica y velocidades de flujo que mantienen conectividad entre microhábitats ribereños y pelágicos.

Bajo el escenario de cambio climático SSP3 para 2037 —caracterizado por condiciones más secas y menor disponibilidad hídrica— el modelo proyecta una contracción significativa de áreas óptimas en ambos ríos, especialmente en sectores medios del Putumayo donde el caudal (q) disminuye y se prevé un aumento de la conductividad (cond), la temperatura superficial (temp) y los sólidos suspendidos (SST) producto de una mayor erosión. La reducción del caudal, combinada con velocidades más variables (Vel) y una mayor concentración de nutrientes (NT), genera condiciones menos favorables para *Hyphessobrycon*, cuya ecología depende de aguas claras con niveles moderados de oxigenación (OD) y profundidades estables (Prof). En el escenario futuro, la idoneidad se restringe a segmentos puntuales donde la profundidad y la oxigenación se mantienen relativamente constantes, actuando como microrefugios climáticos. La comparación entre escenarios evidencia que las variables que más cambian entre ACT y SSP3 —principalmente q, temp, cond y SST— afectan de manera directa la estructura de hábitat, reduciendo la disponibilidad de zonas de alimentación y refugio.

El modelo de distribución potencial de *Hyphessobrycon* muestra que la especie es altamente dependiente de condiciones de calidad del agua, especialmente niveles bajos de nitrógeno total y velocidades moderadas. Bajo el escenario actual, persisten áreas amplias de idoneidad en el Putumayo y Caquetá; sin embargo, el escenario SSP3-2037 indica una contracción marcada del hábitat óptimo debido a reducciones del caudal, incrementos de temperatura y aumentos de cargas de sedimentos y nutrientes. La conservación de la conectividad fluvial, la regulación de fuentes contaminantes y la protección de bosques de galería resultan esenciales para garantizar la permanencia del género *Hyphessobrycon* en la región. Los resultados evidencian su utilidad como bioindicador sensible ante alteraciones antrópicas y cambios hidrológicos futuros.

Figura 140. Modelo de distribución potencial de *Hyphessobrycon* en la subzona hidrográfica Alto Putumayo



Fuente: ANLA, 2025

Recomendaciones para la gestión

Los resultados del modelo de conectividad funcional para *Lagothrix lagothricha* evidencian que los proyectos prospectivos deben incorporar medidas estrictas de manejo territorial orientadas a evitar la pérdida de hábitat y el aislamiento de subpoblaciones. En particular, se recomienda mantener la integridad de las áreas núcleo y núcleo-corredor identificadas, evitando cualquier tipo de deforestación, apertura de vías, instalación de plataformas o infraestructura lineal dentro de estos parches. Las actividades extractivas deben priorizar el uso de infraestructura compartida, restringir maquinaria pesada en áreas boscosas y aplicar franjas de exclusión total en bosques de galería, parches riparios y conectores críticos. De igual manera, se recomienda implementar programas de restauración ecológica en sectores occidentales del área de estudio, donde se evidencian los mayores déficits de conectividad en el escenario prospectivo, favoreciendo la recuperación de vegetación secundaria y la conformación de corredores funcionales continuos. Todo proyecto prospectivo deberá incluir monitoreos poblacionales del primate y evaluaciones periódicas para verificar si las medidas de manejo están evitando el deterioro funcional del paisaje.

Dado que las especies del género *Hyphessobrycon* mostraron una alta sensibilidad a la calidad fisicoquímica del agua y que su distribución refleja directamente la conectividad lateral y longitudinal de los ríos Putumayo y Caquetá, los proyectos prospectivos de minería e hidrocarburos deben implementar medidas estrictas de prevención, control de contaminación y manejo de impactos sobre ecosistemas acuáticos. Estas especies, al ocupar niveles tróficos bajos y medios, responden de manera temprana a alteraciones en parámetros como conductividad, sólidos suspendidos, fósforo total, nitrógeno, DQO, oxígeno disuelto y temperatura superficial, variables que el modelo identificó como determinantes de la idoneidad del hábitat. Por ello, se recomienda establecer protocolos diferenciados para evitar incrementos de metales pesados —incluido mercurio (Hg) de origen minero—, reforzar el monitoreo en columna de agua y sedimentos, y aplicar planes de contingencia enfocados en prevenir derrames de hidrocarburos, fenoles y compuestos aromáticos asociados al transporte y almacenamiento de combustibles. Asimismo, las actividades extractivas deben minimizar la deforestación en zonas riparias, evitar la remoción de cauces, y regular el tránsito de maquinaria pesada para disminuir la resuspensión de sedimentos y la carga de nutrientes, factores que afectan de manera directa a especies pequeñas y sensibles como *Hyphessobrycon*.

Aunque las especies de *Hyphessobrycon* funcionan como bioindicadores tempranos de deterioro ambiental gracias a su sensibilidad a la calidad del agua, tamaños poblacionales variables y posición clave en la base de las redes tróficas, es recomendable complementar su monitoreo con otras especies focales que permitan evaluar distintos componentes del sistema fluvial. Peces detritívoros y herbívoros como *Prochilodus magdalenae* o *Semaprochilodus insignis* deben incorporarse debido a su dependencia de la integridad de las llanuras de inundación y su rol en la movilización de nutrientes y dispersión de semillas, procesos altamente vulnerables a la fragmentación y alteración hidrológica. Adicionalmente, incluir bagres migratorios de gran tamaño como *Pseudoplatystoma punctifer* o *Brachyplatystoma rousseauxii* permite evaluar la conectividad



longitudinal, ya que estas especies presentan desplazamientos extensos y son extremadamente sensibles a barreras físicas, disminución del oxígeno disuelto y contaminantes persistentes.

La integración de *Hyphessobrycon* con especies de diferentes grupos funcionales y rangos de sensibilidad fortalecerá los programas de monitoreo ambiental en el marco de proyectos extractivos, permitiendo una evaluación más robusta y multiescalar de la salud ecológica, la conectividad hidrológica y la resiliencia de los ríos amazónicos del Putumayo.



XIX. ANÁLISIS DE INTEGRALIDAD

El análisis de integralidad parte de la idea de que los efectos sobre el ambiente no se producen de forma aislada ni en un solo momento, sino que responden a la suma de múltiples procesos que se superponen en el tiempo. Este enfoque busca mostrar cómo un mismo territorio y sus componentes ambientales reciben presiones simultáneas y sucesivas, que se van acumulando y modifican progresivamente sus condiciones.

Para hacer operativo este análisis, se identifican los Componentes Ambientales de Valor (VEC), entendidos como aquellos elementos del entorno biofísico o social especialmente relevantes para la gestión ambiental: un río, un ecosistema, una especie, una comunidad o un servicio ecosistémico clave. Estos componentes se priorizan porque, por su importancia ecológica, social o cultural, requieren un seguimiento particular y son más sensibles a la suma de presiones en el territorio.

Sobre estos VEC se reconocen y relacionan distintas fuentes de presión, entre ellas:

- Las intervenciones y cambios acumulados en el pasado.
- Las actividades actuales que generan presión (dentro y fuera del ámbito del licenciamiento de la ANLA).
- Los proyectos y desarrollos sectoriales previstos a futuro y la forma en que el cambio climático modificará las condiciones de los componentes ambientales.

Los efectos que resultan de esa combinación se conocen como impactos acumulativos: impactos adicionales o incrementales que aparecen cuando, sobre la base de los efectos de un proyecto determinado, se suman los generados por otras actividades que ya impactaron, impactan o impactarán el mismo VEC, incluso si no están bajo el alcance del licenciamiento ambiental de la ANLA.

En conjunto, el análisis de integralidad permite entender cómo diferentes actividades y factores se combinan en un mismo espacio y sobre los mismos VEC, al considerar simultáneamente los impactos pasados, presentes y potenciales futuros. Esta perspectiva ofrece una base más sólida para definir medidas de manejo ajustadas al contexto real de presión sobre el territorio y con mayores probabilidades de ser efectivas y sostenibles en el tiempo.

A. IMPACTOS PRESENTES

Actividades fuera de licenciamiento de la ANLA

En el marco del análisis de impactos ambientales y de la caracterización socioeconómica de la región, se identificaron diversas actividades económicas que, aunque no se encuentran bajo el ámbito de licenciamiento de la ANLA, influyen de manera significativa en el estado de los componentes ambientales. Entre ellas se incluyen la agricultura y la agroindustria (por ejemplo, monocultivos como el frijol), los cultivos ilícitos, la ganadería extensiva, la caza terrestre, la silvicultura, la pesca y la acuicultura, la explotación de minas y canteras, la minería artesanal e ilegal y el turismo. En conjunto, estas actividades generan presiones acumulativas sobre los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, incrementan la vulnerabilidad del territorio y reducen la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático y otras fuentes de perturbación.

Impactos generados por agricultura y agroindustria Monocultivos (frijol)

En el piedemonte andino amazónico del Putumayo, la expansión de la frontera agrícola se ha dado principalmente sobre bosques húmedos tropicales, que han sido transformados en cultivos limpios y sistemas productivos cada vez más intensivos. A escala amazónica, este cambio de uso del suelo, basado en tala, quema, labranza intensa y establecimiento de monocultivos, se asocia con pérdida de biodiversidad, degradación física y química de los suelos, incremento de la erosión y alteraciones en la regulación hídrica, configurando sistemas ecológicos y socioculturales frágiles y poco sostenibles (Landínez Torres A. Y., Uso y manejo del suelo en la Amazonia colombiana., 2017). En el caso del Putumayo, la agricultura de pequeña y mediana escala se ha ido



articulando a mercados regionales y nacionales mediante cultivos comerciales como frijol, maíz, arroz y hortalizas, lo que ha aumentado la presión sobre el territorio y ha favorecido la simplificación de los paisajes agrarios (Ramírez Daza, Londoño Stipanovic, & Moreno Reina, 2021).

El frijol, en particular, ha sido identificado por la UPRA como una de las alternativas productivas priorizadas para el departamento, por su importancia en la seguridad alimentaria y en el ingreso de hogares campesinos, especialmente en el Alto Putumayo y el valle de Sibundoy (Ramírez Daza, Londoño Stipanovic, & Moreno Reina, 2021).. Sin embargo, cuando este cultivo se maneja en esquemas de monocultivo y alta dependencia de insumos externos, los impactos ambientales se intensifican. Un estudio realizado en el municipio de Colón muestra que el monocultivo de frijol utiliza herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes sintéticos que generan una cantidad apreciable de residuos sólidos peligrosos, principalmente envases vacíos de agroquímicos. El manejo inadecuado de estos residuos, junto con el uso reiterado de fertilizantes nitrogenados, favorece la lixiviación y el arrastre de nitratos y nitritos hacia los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, lo que puede conducir a procesos de eutrofización, proliferación de algas, disminución del oxígeno disuelto y deterioro de la calidad del agua para consumo humano y para la fauna acuática. A ello se suma la exposición directa de los productores y sus familias por la manipulación sin protección adecuada y por la presencia de residuos de plaguicidas en su entorno inmediato. A partir de matrices de impacto ambiental, las autoras concluyen que los efectos más significativos se concentran en la degradación del suelo, la contaminación por escorrentía de agroquímicos, la afectación de la biota edáfica y la exposición crónica de la población rural a sustancias tóxicas (Cuéllar & Jajoy, 2017).

Desde la perspectiva socioeconómica, los proyectos productivos de frijol en el Putumayo han permitido generar ingresos y opciones de sustitución frente a economías ilegales, pero lo han hecho en condiciones de alta vulnerabilidad. Evaluaciones de experiencias en Mocoa señalan que el cultivo se sostiene principalmente con mano de obra familiar, enfrenta dificultades de acceso a asistencia técnica y crédito, y depende de precios volátiles en los mercados regionales, lo que limita su capacidad para mejorar de manera estable el bienestar de las familias campesinas y de víctimas del conflicto (Olea Vega, 2017). Al insertarse en cadenas agroindustriales con poco acompañamiento institucional, estos sistemas tienden a reforzar la dependencia de insumos externos, a precarizar el trabajo rural y a desplazar prácticas tradicionales de manejo del suelo y de diversidad de cultivos, con implicaciones en la seguridad alimentaria local y en la resiliencia de las comunidades (Charry, Muñoz, & Rodríguez, 2017).

En síntesis, la agricultura y la agroindustria en el Putumayo, si bien representan oportunidades de ingreso y de articulación a mercados para la población rural, también generan impactos ambientales y sociales significativos cuando se desarrollan bajo esquemas de monocultivo e intensificación poco regulada. La combinación de deforestación, degradación de suelos, contaminación por agroquímicos y residuos peligrosos, junto con la creciente dependencia económica de cadenas agroindustriales y la pérdida de prácticas tradicionales, contribuye a un escenario de alta vulnerabilidad socioambiental que debe ser considerado dentro del análisis de integralidad del departamento.

Cultivos ilícitos

Desde comienzos de la década de 1980, la siembra de coca se consolidó como uno de los principales factores de transformación territorial en la Amazonia colombiana, en un contexto de débil presencia estatal, crisis del modelo agrario y alta rentabilidad de la economía de la cocaína en regiones como Caquetá, Guaviare y Putumayo (Observatorio DESC Amazonía, 2007; Ortiz, 2003). Los sistemas de monitoreo más recientes estiman que, para 2021, Colombia registraba alrededor de 204.000 hectáreas de cultivos de coca, con cerca del 62 % concentrado en Nariño, Norte de Santander y Putumayo, y más de la mitad del área ubicada en zonas de manejo especial, como áreas protegidas y sus zonas de amortiguación. Esto ha posicionado al Putumayo como uno de los principales enclaves productivos del país y como un territorio donde la coca tiene una presencia persistente en el tiempo (Muñoz Mariño, 2022; Ministerio de Justicia y del Derecho & Observatorio de Drogas de Colombia (ODC), 2019)



En el ámbito ambiental, la expansión de los cultivos ilícitos ha implicado una cadena de afectaciones que se acumulan y superponen. La apertura de áreas para la siembra de coca se asocia con deforestación extensiva, fragmentación de bosques y reemplazo de coberturas naturales por paisajes agropecuarios inestables. Se ha estimado que por cada hectárea sembrada con coca pueden llegar a destruirse alrededor de dos hectáreas de bosque, debido a la tala y quema inicial, la apertura de potreros y la infraestructura informal vinculada a esta economía (Muñoz Mariño, 2022). Para mediados de la década de 2010 se calculaba una deforestación del orden de 111 hectáreas de selva por día asociada al establecimiento de cultivos ilícitos, lo que supone una presión crónica sobre ecosistemas de alta importancia para la conservación, incluyendo parques nacionales, reservas forestales y territorios colectivos (UNODC, 2021). A esta pérdida de cobertura boscosa se suman la degradación física y química de los suelos y la contaminación de quebradas y ríos por el uso y disposición inadecuada de fertilizantes, plaguicidas y, especialmente, de los insumos químicos empleados en el procesamiento de la hoja de coca, tales como gasolina, cemento, cal, ácidos y solventes orgánicos. Los efluentes de los laboratorios artesanales suelen verterse directamente al suelo o a los cursos de agua, lo que afecta la calidad del recurso hídrico, la fauna acuática y la biota del suelo, y genera procesos de toxicidad, bioacumulación y pérdida de biodiversidad que se mantienen en el tiempo incluso después del abandono del cultivo (Osorio, 2003; Trujillo Quintero, 2014). En conjunto, estos procesos reducen la capacidad de los ecosistemas amazónicos para mantener sus funciones de regulación hídrica, protección de suelos y provisión de hábitat, reforzando el carácter acumulativo de las afectaciones.

En el plano social y económico, los cultivos ilícitos han reconfigurado de manera profunda lo rural en regiones periféricas como el Bajo Putumayo. (Ortiz, 2003) describe cómo, sobre un trasfondo de reformas económicas regresivas y de un problema agrario no resuelto, la coca se convierte en el eje de una nueva ruralidad que reorganiza los sistemas de producción, modifica las relaciones entre campo y ciudad y redefine las estrategias de subsistencia campesinas e indígenas. La economía cocalera dinamiza los flujos monetarios locales, pero al costo de condiciones laborales precarias, alta informalidad y una fuerte dependencia de mercados ilegales, lo que incrementa la vulnerabilidad de los hogares y debilita las organizaciones comunitarias (Oviedo, 2021). A ello se suman patrones de movilidad y desplazamiento que se repiten en el tiempo: salidas forzadas hacia centros urbanos por fumigaciones y violencia, y llegada de población joven como raspachines en busca de ingresos rápidos, procesos que alteran la composición demográfica, erosionan el tejido social y afectan la transmisión de conocimientos tradicionales sobre el manejo del bosque y del territorio (Osorio, 2003; Trujillo Quintero, 2014).

En el caso del Putumayo, distintos trabajos muestran que la expansión de la coca estuvo estrechamente ligada al fortalecimiento de las FARC y de otros actores armados, y a la conformación de enclaves donde se combina la producción de hoja, su transformación y el control armado del territorio (Trujillo Quintero, 2014; Observatorio DESC Amazonía., 2007). Entre comienzos de la década de 1990 y finales de los años noventa se registró un aumento muy acelerado del área sembrada, lo que llevó a que, a inicios de los años 2000, amplias zonas del Bajo Putumayo presentaran densidades cercanas a 8 hectáreas de coca por kilómetro cuadrado, evidenciando un uso extremadamente intensivo del suelo (UNODC, 2021; Ministerio de Justicia y del Derecho & Observatorio de Drogas de Colombia (ODC), 2019)). Sobre este escenario se superpone una segunda capa de impactos asociados a las políticas de erradicación, en especial la aspersión aérea con glifosato impulsada en el marco del Plan Colombia. (Osorio, 2003) documenta afectaciones en salud, fuentes de agua, cultivos de pan coger y vegetación no objetivo, así como el desplazamiento geográfico de la coca hacia áreas más remotas y ambientalmente sensibles. Evaluaciones posteriores señalan que la destrucción de más de un millón de hectáreas mediante fumigación coexistió con la consolidación de enclaves cocaleros en departamentos como Putumayo, y con un clima de desconfianza y conflicto entre comunidades rurales y Estado (UNODC, 2021; Muñoz Mariño, 2022); (WWF Colombia, 2021).

En conjunto, la evidencia disponible permite afirmar que los cultivos ilícitos en la Amazonia colombiana, y de manera particular en el Putumayo, generan impactos claramente acumulativos. La deforestación y expansión de la frontera agrícola, la degradación de suelos y aguas, la pérdida de biodiversidad, la ocupación de áreas protegidas, la presencia prolongada de actores armados, la dependencia económica de la coca y las sucesivas



oleadas de erradicación forzada se han ido superponiendo sobre las mismas áreas y poblaciones durante más de tres décadas, configurando paisajes fuertemente fragmentados y sociedades rurales sometidas a altos niveles de vulnerabilidad. Este trasfondo histórico es un elemento central para interpretar las presiones actuales sobre el territorio en el análisis de integralidad del departamento del Putumayo.

Impactos generados por ganadería extensiva

En la Amazonia colombiana, particularmente en el piedemonte del Putumayo y la franja entre putumayo Caquetá, la ganadería extensiva se ha consolidado como uno de los principales motores directos de deforestación. La transformación de bosque húmedo tropical en praderas de baja productividad se ha dado, de manera tradicional, a partir de la tala y quema de bosques para establecer potreros, con sistemas de pastoreo libre, escasa inversión tecnológica y ausencia de renovación de suelos y pasturas (Flórez Delgado, Cely Leal, & Araque Chacón, 2024). En el Alto Putumayo se ha documentado una reducción importante de la cobertura boscosa entre finales del siglo XX y comienzos del XXI, reemplazada por pastos que hoy dominan los paisajes de piedemonte y llanuras aluviales (Landínez Torres A. A., 2017)

Los impactos ambientales de este modelo extensivo se expresan en la pérdida de biodiversidad y la fragmentación del hábitat, la compactación del suelo por el pisoteo continuo del ganado, el aumento de la escorrentía, la erosión y la pérdida de la capa fértil, lo que deteriora la regulación hídrica de las cuencas (Muñoz Mariño, 2022). La conversión de bosque en pastos implica además una liberación significativa del carbono almacenado en la biomasa y en el suelo, aumentando la huella de carbono de la carne y la leche producidas en zonas deforestadas y contribuyendo al cambio climático. En conjunto, la praderización, la degradación de suelos y la ruptura de la conectividad ecológica generan paisajes altamente vulnerables frente a eventos extremos y al avance de otros usos no sostenibles.

Desde la perspectiva social y territorial, la expansión ganadera extensiva se ha vinculado a acaparamiento de baldíos, ocupación de territorios indígenas y campesinos y reconfiguración de las economías rurales, con efectos negativos sobre pueblos del sur amazónico como los Korebaju, que ven debilitada su capacidad para proteger sus territorios y mantener sus formas de vida. Muchos productores operan en condiciones de baja rentabilidad, alta informalidad y fuerte dependencia de intermediarios, lo que limita la posibilidad de transitar hacia sistemas más sostenibles (Flórez Delgado, Cely Leal, & Araque Chacón, 2024).

Un aspecto clave para el análisis de integralidad es que la ganadería extensiva amazónica no se queda en la escala local, sino que se articula a cadenas de suministro que llegan a los principales centros urbanos del país. La investigación Carne contaminada de la Environmental Investigation Agency mostró que carne proveniente de ganado criado en áreas deforestadas e incluso dentro o en el entorno del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete ingresó a cadenas de supermercados como Grupo Éxito y Colsubsidio, evidenciando la conexión entre la expansión ganadera ilegal en la Amazonia, la deforestación y el consumo masivo en ciudades colombianas (Environmental Investigation Agency, 2021). Estos hallazgos impulsaron la firma de acuerdos de “cero deforestaciones” para la cadena de carne bovina, pero diversos análisis señalan que persisten importantes brechas de trazabilidad y control en la región amazónica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019; Dejusticia, 2022)

Caza terrestre

La caza terrestre de fauna silvestre en la Amazonia, incluida la zona sur donde se ubica el Putumayo, sigue siendo una práctica fundamental para la alimentación y la cultura de muchas comunidades indígenas y campesinas. Sin embargo, el aumento de la presión cinegética por el uso de armas de fuego, la mayor accesibilidad a los bosques y la comercialización de carne de monte ha llevado a una extracción que supera la capacidad de recuperación de varias especies, reduciendo poblaciones de mamíferos medianos y grandes y de aves clave para la dispersión de semillas y la regeneración del bosque. Esto contribuye a la degradación de los ecosistemas y se suma a otras presiones como la deforestación y el cambio en el uso del suelo (Alvarado, 2024; Landínez Torres Á. Y., 2017).



En la dimensión social y socioeconómica, la caza terrestre aporta proteína e ingresos complementarios en contextos de alta vulnerabilidad y escasa oferta de alternativas productivas sostenibles, pero cuando se orienta al mercado y se intensifica sin regulación, erosiona la base ecológica que sostiene la seguridad alimentaria local y genera conflictos entre normas estatales de conservación y prácticas culturales tradicionales. A ello se añaden riesgos sanitarios asociados al manejo y consumo de carne de fauna silvestre sin controles higiénicos ni veterinarios, que pueden favorecer la transmisión de parásitos y patógenos en territorios con capacidades limitadas de vigilancia en salud pública (Alvarado, 2024)

Silvicultura

En la Amazonia colombiana, el aprovechamiento forestal maderero, realizado en su mayoría sobre bosque natural, ha contribuido de manera importante a la pérdida y fragmentación del bosque, especialmente en frentes de colonización de Caquetá, Guaviare y Putumayo. La extracción selectiva de especies de alto valor, la apertura de trochas, patios de acopio y vías terciarias altera la estructura vertical y horizontal del bosque, modifica el microclima (aumento de temperatura y disminución de humedad en claros), reduce la diversidad de especies arbóreas y genera condiciones que facilitan la entrada posterior de ganadería, agricultura y otras actividades que consolidan el cambio de uso del suelo (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2022; WWF Colombia, 2024). Estos procesos afectan servicios ecosistémicos clave como la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono y el hábitat de fauna asociada al dosel y al sotobosque.

Desde la dimensión social, la actividad forestal combina experiencias de manejo comunitario con circuitos claramente extractivos. En muchos casos, los mayores beneficios económicos se concentran en intermediarios y aserraderos, mientras que las comunidades locales asumen los costos de la degradación del bosque y de la pérdida de productos forestales no maderables (frutos, fibras, fauna de caza) que sostienen su subsistencia y cultura (Barrera, 2020; Landínez Torres A. Y., 2017). Cuando el aprovechamiento no se enmarca en acuerdos de gobernanza territorial, ordenamiento forestal y distribución de beneficios, se profundizan los conflictos por el uso del suelo, se debilitan las prácticas tradicionales de manejo y se incrementa la vulnerabilidad socioambiental de los territorios amazónicos.

Pesca y acuicultura

Las pesquerías continentales amazónicas constituyen una de las principales fuentes de proteína animal y de ingresos para comunidades indígenas y ribereñas. Sin embargo, el incremento del esfuerzo pesquero, el uso de artes poco selectivas y la extracción intensiva de peces ornamentales han generado sobreexplotación de varias especies, reducción del tamaño promedio de captura y cambios en la composición de las comunidades ícticas en las cuencas del Amazonas y sus afluentes, incluido el río Putumayo (Lasso, y otros, 2011; Ajiaco-Martínez, Usma Oviedo, Muñoz Torres, & Sanabria Ochoa, 2012; Guzmán-Maldonado & Lasso, 2014). Estos cambios afectan las cadenas tróficas, la función de dispersión de semillas que cumplen peces frugívoros y la resiliencia de los sistemas acuáticos frente a otras presiones como la deforestación de riberas y la contaminación.

La acuicultura, promovida como alternativa productiva (cría de especies amazónicas como el pirarucú), puede reducir la presión sobre las poblaciones silvestres si se diseña adecuadamente. No obstante, cuando se desarrolla sin criterios ambientales claros, genera descargas de materia orgánica y nutrientes, procesos de eutrofización en cuerpos de agua receptores, riesgo de introducción de patógenos y de escapes de peces cultivados que pueden competir con especies nativas o alterarlas genéticamente (Lasso, y otros, 2011; Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI., 2022). A nivel social, la degradación de las pesquerías y el fracaso de proyectos piscícolas mal planificados se traducen en pérdida de seguridad alimentaria, conflictos entre pescadores y piscicultores y mayor vulnerabilidad económica de las comunidades ribereñas.

Minería fuera de licencia (ilegal)

En el departamento del Putumayo, en la Amazonia colombiana, la minería de oro fuera de licencia se ha consolidado como una de las presiones más críticas sobre los ríos y los bosques. El Informe Nacional: Minería ilegal y contaminación por mercurio en Colombia incluye a Putumayo entre los departamentos con mayor afectación por explotación aurífera ilícita, registrando intervenciones sobre el río Putumayo y sus afluentes, así



como sobre comunidades indígenas y campesinas que dependen de estos sistemas fluviales para el abastecimiento de agua y la pesca de subsistencia (Procuraduría General de la Nación, 2024). De manera complementaria, el análisis del proyecto GEF Manejo Integrado de la Cuenca Putumayo-Icá, liderado por WCS, muestra que, en el tramo colombiano de la cuenca, es decir, en el Putumayo la minería ilegal ha pasado de una actividad artesanal a un negocio intensivo que combina deforestación, remoción mecánica de sedimentos y contaminación química asociada a la extracción de oro (González Rubio, La minería ilegal en la cuenca Putumayo-Icá: impactos y desafíos para la conservación. Proyecto Cuenca Putumayo-Icá, 2025; Wildlife Conservation Society – WCS Colombia, 2025).

Desde el punto de vista ambiental y sanitario, la minería fuera de licencia en Putumayo genera un conjunto de impactos acumulativos: deforestación de bosques de galería para la instalación de campamentos y vías de acceso; alteración de cauces por dragado y retro excavación, con aumento de la turbidez y pérdida de hábitat acuático; y liberación masiva de mercurio utilizado en la amalgamación del oro (Procuraduría General de la Nación, 2024; SINCHI, 2019). El informe de la Procuraduría identifica a la minería aurífera artesanal y de pequeña escala como la principal fuente de emisiones de mercurio en Colombia y advierte que este metal afecta de manera simultánea el agua, los suelos, el aire y la biota, con efectos crónicos sobre el sistema nervioso, el riñón y el sistema inmunitario de las poblaciones expuestas (Procuraduría General de la Nación, 2024). A nivel regional, estudios de Parques Nacionales en la Amazonia colombiana han encontrado niveles elevados de mercurio en sedimentos, peces y cabello humano en comunidades étnicas, con un alto porcentaje de muestras por encima de los límites recomendados por la OMS, lo que implica riesgos neurológicos y reproductivos para poblaciones que dependen de la pesca como principal fuente de proteína; estos resultados son referenciales para entender los riesgos que enfrentan las comunidades ribereñas del Putumayo sometidas a dinámicas mineras similares (Parques Nacionales Naturales de Colombia, Dirección Territorial Amazonía., 2018)

En la dimensión social y de gobernanza, la literatura coincide en que la minería fuera de licencia en Putumayo está estrechamente asociada a la presencia de grupos armados y redes criminales que controlan la extracción y la comercialización del oro, financian otras economías ilícitas y debilitan la autoridad de las instituciones ambientales y de las organizaciones étnico-territoriales (Procuraduría General de la Nación, 2024; González Rubio, 2025). El Instituto SINCHI subraya que, en la Amazonia colombiana, la expansión minera, legal e ilegal, se inserta en una lógica extractivista que genera conflictos por el control de la tierra, precarización laboral, fragmentación del tejido social y mayor dependencia de actividades ilegales en contextos con pocas alternativas productivas sostenibles, situación plenamente vigente en las zonas rurales del Putumayo (SINCHI, 2019). La Procuraduría señala que estos procesos combinan degradación ecosistémica, crisis de salud pública y aumento de la conflictividad social, configurando, en el análisis de integralidad, una presión que se superpone y potencia con la deforestación, los cultivos ilícitos y otras economías ilegales presentes en el territorio.

Turismo

El turismo de naturaleza y el ecoturismo en la Amazonia colombiana se han posicionado como alternativas económicas basadas en la biodiversidad y en el patrimonio cultural indígena y campesino. No obstante, cuando crecen sin planificación y sin capacidades de manejo, generan impactos ambientales como compactación de suelos por el tránsito intensivo en senderos, perturbación de fauna por ruido y presencia humana, construcción de infraestructura en áreas frágiles, generación de residuos sólidos y vertimientos de aguas residuales sin tratamiento adecuado (Quintana Arias, 2018). Estos impactos pueden afectar directamente ecosistemas sensibles como bosques de tierra firme, quebradas de aguas claras, playas de desove y sitios de especial importancia cultural o espiritual.

Desde la perspectiva sociocultural, el turismo introduce nuevas presiones sobre las comunidades, al mercantilizar rituales, saberes y prácticas tradicionales, modificar roles internos y generar conflictos por la distribución de ingresos. Cuando el control de la actividad queda en manos de operadores externos o de unos pocos actores locales, se profundizan las desigualdades y se debilita la autonomía sobre la gestión del territorio (WWF Colombia, 2024; Quintana Arias, 2018)). En ausencia de acuerdos claros sobre carga turística, participación



y gobernanza, el turismo puede pasar de ser una herramienta de diversificación económica y de conservación a convertirse en un factor adicional de presión socioambiental sobre los territorios amazónicos.

En síntesis, la bibliografía y la información recopilada muestran que las actividades económicas que operan por fuera del licenciamiento de la ANLA en el Putumayo —agricultura y agroindustria basada en monocultivos, cultivos ilícitos, ganadería extensiva, caza terrestre, silvicultura, pesca y acuicultura, minería ilegal y turismo no planificado— conforman un entramado de presiones estructurales y acumulativas sobre el territorio. Estas actividades comparten patrones de deforestación, degradación de suelos, pérdida de biodiversidad, fragmentación de hábitats y afectación de los servicios ecosistémicos, configurando paisajes y comunidades en condiciones de alta vulnerabilidad frente al cambio climático y a nuevos proyectos de desarrollo.

A este escenario se suma de manera crítica la problemática de la calidad del agua. En las fuentes de abastecimiento y en los sistemas de distribución rural se han identificado concentraciones elevadas de coliformes totales y coliformes fecales, asociadas a la baja cobertura y precariedad de la infraestructura de acueducto y alcantarillado, al vertimiento directo de aguas residuales domésticas a las quebradas y a la disposición inadecuada de excretas en unidades sanitarias rudimentarias (Ministerio de Salud y Protección Social & Instituto Nacional de Salud., 2017). Estas condiciones favorecen la contaminación microbiológica de las fuentes superficiales y subterráneas y amplifican los impactos derivados de otras actividades (uso de agroquímicos, vertimientos de procesos mineros, descargas de proyectos turísticos y piscícolas), incrementando el riesgo de enfermedades de origen hídrico y la vulnerabilidad sanitaria de las comunidades rurales.

De esta manera, las actividades fuera de licencia no constituyen un elemento secundario o marginal, sino el núcleo de un contexto socioambiental fuertemente degradado, en el que confluyen deforestación, economías extractivas, conflictividad armada y deficiencias estructurales en saneamiento básico. Para el análisis de integralidad en el departamento del Putumayo, ello implica reconocer que cualquier proyecto sometido a licenciamiento se inserta en un territorio con presiones acumulativas de larga data, por lo que la evaluación de impactos y la formulación de medidas de manejo deben considerar explícitamente estas dinámicas, priorizar la mejora de la infraestructura de agua y saneamiento y promover transiciones hacia modelos productivos y de gobernanza más sostenibles y equitativos.

En este marco, se presentan a continuación los principales aspectos de relevancia identificados a partir de la caracterización ambiental realizada por medio y componente para el presente reporte de análisis regional, así como de la revisión de los impactos registrados en proyectos licenciados por la ANLA y de las actividades fuera de licencia. A partir de este análisis integral, se identifica que las CEI más frecuentes en el área de estudio corresponden a: alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo; alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental; alteración a la calidad del suelo; alteración en el uso socioeconómico del suelo; generación o alteración de conflictos socioambientales; 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. Estas categorías reflejan presiones comunes derivadas tanto de actividades formales bajo licencia como de usos productivos tradicionales, con efectos acumulativos y sinérgicos que incrementan la vulnerabilidad ambiental y social del territorio.

Los resultados de la caracterización ambiental muestran que algunos de los impactos potenciales identificados a través de las CEI presentan señales claras y recurrentes en el territorio, mientras que otros no evidencian aún manifestaciones sostenidas a escala regional. En el componente hídrico superficial, se evidencia una oferta hídrica muy superior a la demanda actual, por lo que el riesgo de desabastecimiento cuantitativo es bajo incluso en año seco; no obstante, hay vulnerabilidades locales donde la calidad presenta señales de deterioro asociados a aumentos marcados de DBO/DQO (medianas y picos extremos), episodios de bajos niveles de oxígeno disuelto en tramos concretos y sobrepasos reiterados en coliformes totales/fecales en municipios



como Puerto Asís, Villagarzón y Orito, lo que indica riesgo sanitario y problemas en el manejo de aguas residuales. Este comportamiento refleja aportes difusos e intermitentes asociados a escorrentía agrícola, prácticas de fertilización en agroindustria y descargas domésticas sin tratamiento, lo que se relaciona directamente con las CEI de alteración en la calidad del agua superficial y con limitaciones en su aprovechamiento seguro para usos sensibles.

En términos de uso y calidad, el recurso hídrico subterráneo es ampliamente aprovechado por las comunidades locales mediante pozos y aljibes someros, asociados principalmente a capas de arenas y gravas. En general, la calidad fisicoquímica es compatible con aguas dulces, con sólidos disueltos totales inferiores a 800 mg/L y conductividades eléctricas menores a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. No obstante, se registran sobrepasos puntuales de estos parámetros en zonas cercanas a plataformas petroleras, lo que sugiere procesos localizados de salinización sin evidencia de una tendencia regional. No se detecta presencia de hidrocarburos y, aunque se identifican concentraciones aisladas de metales (bario, níquel y plomo) por encima de los límites normativos, estas no presentan continuidad temporal ni espacial. Desde el punto de vista microbiológico, no se detecta *E. coli*, pero sí se registran coliformes fecales y totales en algunos puntos, especialmente próximos a zonas urbanas, lo que evidencia una afectación recurrente asociada al manejo inadecuado de aguas residuales domésticas y constituye el principal factor de riesgo para el uso del agua subterránea con fines de consumo humano en la región.

La caracterización del componente atmosférico indica que la calidad del aire en el área de estudio es predominantemente baja, de acuerdo con los monitoreos realizados entre 2018 y 2024 en proyectos licenciados. Para PM₁₀, el 97,48 % de los promedios anuales se clasifican en condición baja y el 2,52 % en condición media, sin registros en condición alta; en PM_{2.5}, el 97,87 % de los datos corresponden a condición baja y el 2,13 % a condición media; mientras que para NO₂, el 98,94 % de los promedios se ubican en condición baja y para contaminante SO₂ el 100 % de los registros diarios, sin excedencias normativas. Las condiciones medias se concentran de manera localizada en proyectos del sector hidrocarburos en los municipios de Puerto Asís, Mocoa, Valle de Guamuez y Piamonte, sin evidenciarse un deterioro acumulativo regional. En comparación con 2023, se mantiene la estabilidad para PM₁₀ y se observa una mejora en PM_{2.5} y NO₂, asociada al aumento de la cobertura de monitoreo y al fortalecimiento de las medidas de manejo ambiental.

El medio biótico en el área regionalizada presenta alta importancia ecológica, con predominio del zonobioma húmedo tropical (55,5 % del área) y presencia de ecosistemas estratégicos, como los páramos de La Doña Juana-Chimayoy y La Cocha-Patascóy. Se identifican como principales presiones la transformación de coberturas naturales, particularmente la conversión de bosques a pastos, mosaicos agropecuarios y otras coberturas antrópicas, lo que ha generado procesos de fragmentación del hábitat en distintos sectores del área de estudio. Asimismo, se registra la ocurrencia de quemaduras recurrentes, que para el año 2024 alcanzaron aproximadamente 10.584 ha, afectando principalmente áreas de cobertura vegetal natural y secundaria. Estas dinámicas se reconocen como factores que inciden directamente en la estructura y extensión de los ecosistemas terrestres presentes en la región. Asimismo, se reportan presiones sobre la fauna silvestre, asociadas a la pérdida de cobertura vegetal y a la intervención del territorio, así como afectaciones potenciales sobre comunidades acuáticas, especialmente en relación con la calidad del hábitat y la funcionalidad de los ecosistemas hídricos.

Finalmente, la caracterización social del área de estudio evidencia un escenario de alta sensibilidad y conflictividad territorial, asociado a la coexistencia de proyectos licenciados, actividades productivas no reguladas y economías de subsistencia en territorios con alta presencia de comunidades indígenas y población rural dispersa. Las principales alertas se relacionan con limitaciones estructurales en el acceso a servicios básicos, especialmente agua potable, saneamiento, salud y educación, así como con brechas socioeconómicas persistentes que incrementan la vulnerabilidad de comunidades campesinas, indígenas y ribereñas frente a presiones externas sobre el territorio. Asimismo, se identifican conflictos socioambientales recurrentes vinculados a la percepción de afectaciones sobre el recurso hídrico, el suelo y los medios de vida tradicionales,



derivados tanto de proyectos con licenciamiento ambiental como de actividades fuera de licencia, incluyendo minería ilegal, expansión agropecuaria y cultivos de uso ilícito. Estas dinámicas se desarrollan en un contexto de debilidad institucional, dispersión poblacional y limitada capacidad de gobernanza territorial, lo que dificulta la gestión oportuna de los conflictos, la participación efectiva de las comunidades y la prevención de impactos acumulativos sobre el tejido social.

En conclusión, los impactos acumulativos identificados tanto en proyectos licenciados como en actividades productivas fuera de licencia se corresponden en gran medida con las CEI más frecuentes y se reflejan de manera consistente en los principales hallazgos de la caracterización ambiental por componente. Al mismo tiempo, otros impactos potenciales no muestran aún evidencia clara y sostenida en los registros de monitoreo, lo que sugiere manifestaciones puntuales más que generalizadas a escala regional. Este panorama confirma un escenario de presión integral sobre los recursos hídricos, la biodiversidad y las comunidades locales, que demanda el fortalecimiento de la gestión ambiental regional bajo un enfoque articulado, preventivo y diferencial, reconociendo las particularidades territoriales y las presiones históricas existentes.

B. IMPACTOS FUTUROS

Cambio climático

De acuerdo con las proyecciones climáticas incluidas en el capítulo de caracterización climática, en el corto plazo (2021–2040, escenario SSP3-7.0) los ráster muestran un calentamiento espacialmente diferenciado en Putumayo. La temperatura máxima aumenta entre 0 y 0,5 °C en la zona llana y hasta ~1,5 °C en la franja de montaña y piedemonte; la temperatura mínima presenta un aumento generalizado de hasta ~1,5 °C en todo el territorio (noches más cálidas y menor alivio térmico), y la temperatura media se incrementa en su mayor parte alrededor de ~1,5 °C, con focos en el pie de monte que alcanzan ~2 °C. En cuanto a la precipitación, predomina un incremento de 0–10 % sobre la mayor parte del área, con núcleos locales de aumento entre 10 y 20 %. En conjunto, este período se caracteriza por noches más cálidas, días ligeramente más cálidos en la llanura y más cálidos en montaña, y mayores acumulados de lluvia, condiciones que incrementan la demanda atmosférica (evapotranspiración) y pueden amplificar los picos de escorrentía y el riesgo asociado a eventos lluviosos intensos.

Los ejercicios de modelación desarrollados para el área de estudio permiten construir una lectura integrada del comportamiento futuro de los sistemas hídricos, atmosféricos y bióticos bajo escenarios de cambio climático, manteniendo coherencia espacial y temporal entre componentes. En conjunto, los resultados evidencian que el cambio climático no altera de manera aislada los patrones actuales, sino que acentúa dinámicas ya identificadas como sensibles, incrementando la presión sobre tramos, zonas y procesos que hoy concentran los principales impactos.

En el componente hídrico superficial (cantidad de agua), la modelación hidrológica realizada para la Subzona Hidrográfica Alto Río Putumayo muestra que, bajo el escenario SSP3-7.0 de la Cuarta Comunicación Nacional, se proyectan cambios en la disponibilidad hídrica caracterizados por una mayor variabilidad intranual, con incrementos en los caudales medios anuales asociados al aumento proyectado de la precipitación, pero también con periodos de estiaje más críticos. Los caudales característicos (Qmed, Q95 y 7Q10) conservan patrones espaciales similares a los actuales, lo que indica que los tramos históricamente sensibles continúan siéndolo en los escenarios futuros. En particular, los ríos Orito y Guamuez mantienen su rol como receptores críticos de presiones antrópicas, y en el escenario de año seco al 2037 se reduce la capacidad de dilución, reforzando la necesidad de considerar el régimen hidrológico como no estacionario y de ajustar periódicamente las reglas de uso del agua con base en la actualización de los escenarios climáticos.

Desde la modelación de calidad del agua superficial, los resultados integrados para los sistemas río Caquetá–Mocoa y río Orito–Putumayo indican que la respuesta del sistema está dominada principalmente por las cargas vertidas, más que por las variaciones de caudal. No obstante, el escenario de año seco con cambio climático al 2037 evidencia un empeoramiento de las condiciones en tramos específicos, al disminuir la capacidad de



asimilación. En el río Guamuez y en el río Orito se observan incrementos progresivos de DBO y DQO al pasar del caudal histórico al escenario de cambio climático, mientras que tributarios como la quebrada Agua Blanca concentran condiciones críticas en todos los escenarios, con concentraciones que superan ampliamente los objetivos de calidad del Decreto 1076 de 2015. Estos resultados confirman que el cambio climático intensifica la severidad de los ya existentes, particularmente bajo condiciones de menor disponibilidad hídrica.

En el componente hídrico subterráneo, la modelación hidrogeológica muestra que los escenarios de cambio climático proyectan un incremento en la recarga efectiva media del acuífero somero, con aumentos del orden del 25 % para 2037 y superiores al 50 % hacia 2075, en comparación con el escenario base. Sin embargo, este aumento de la recarga viene acompañado de una mayor amplitud de los extremos, lo que implica una mayor variabilidad interanual. A pesar de ello, las simulaciones de flujo en estado estacionario indican que, incluso bajo el peor escenario de demanda hídrica proyectada, las variaciones máximas en los niveles piezométricos se mantienen acotadas (≤ 10 cm), lo que sugiere una alta resiliencia hidráulica del acuífero frente al cambio climático. No obstante, el modelo identifica la necesidad de fortalecer la caracterización hidrogeológica local en sectores puntuales para reducir la incertidumbre asociada a captaciones futuras y al manejo del recurso en contextos de presión acumulativa.

En el componente atmosférico, la modelación de dispersión de contaminantes bajo escenarios de cambio climático (SSP5-8.5) indica que las variaciones proyectadas en precipitación y temperatura tienden a favorecer los procesos de dispersión y remoción atmosférica, principalmente por el incremento de la inestabilidad térmica y el efecto de lavado por precipitación. Los resultados muestran que estas variaciones no generan cambios estadísticamente significativos respecto a la línea base regional, por lo que el cambio climático no se identifica como un factor determinante de deterioro adicional de la calidad del aire. Sin embargo, en escenarios prospectivos de desarrollo, la superposición de fuentes existentes y futuras incrementa el impacto acumulativo en zonas con alta densidad operativa, aun cuando los aportes individuales sean bajos, lo que refuerza la importancia de la gestión territorial y del control de emisiones en áreas críticas.

Finalmente, la modelación biótica, desarrollada a partir de modelos de distribución potencial y conectividad ecológica, os resultados indican que las áreas clave para la conectividad de la fauna mantienen su importancia relativa, pero experimentan una reducción progresiva de la funcionalidad ecológica cuando se combinan los efectos del cambio climático con la pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal. Este escenario resalta que el cambio climático actúa como un factor amplificador de la fragmentación, aumentando la vulnerabilidad de especies sensibles y reforzando la necesidad de conservar y restaurar corredores biológicos, especialmente en zonas donde confluyen proyectos licenciados y cambios en el uso del suelo.

En síntesis, los resultados de los modelos confirman que el cambio climático no modifica de manera sustancial la localización de las áreas críticas, pero sí incrementa la presión sobre los sistemas ya vulnerables, reduciendo márgenes de resiliencia y capacidad de asimilación. Esta condición refuerza la necesidad de una gestión integrada, adaptativa y basada en escenarios, que reconozca la naturaleza no estacionaria de los procesos hidrológicos, la dominancia de las cargas antrópicas sobre la calidad ambiental y el papel estratégico de la conectividad ecológica para la sostenibilidad regional.

Prospectivas Sectoriales

En el marco de las prospectivas sectoriales se consideran tres grandes sectores: hidrocarburos, minería y los proyectos energéticos identificados por la UPME. Sin embargo, para el área de estudio únicamente se registran prospectivas asociadas a los sectores de hidrocarburos (ANH) y minería (ANM), mientras que no se evidencian desarrollos proyectados por parte de la UPME. En consecuencia, el análisis de impactos futuros se centra exclusivamente en estos dos sectores extractivos, dado su potencial de generar presiones significativas sobre los medios y componentes en el territorio.



Hidrocarburos (prospectivas ANH)

En el área de estudio se identificó un polígono disponible para el desarrollo futuro de actividades de hidrocarburos. A nivel nacional, este sector genera impactos sobre 18 componentes ambientales, con mayor recurrencia en el político-organizativo (2.224 impactos), hidrológico (2.008), cultural (1.490), edáfico (1.479), económico (1.444) y atmosférico (1.353), lo que refleja su carácter transversal sobre los medios físico, biótico y social. En términos de Categorías Estandarizadas de Impacto (CEI), los hidrocarburos registran afectaciones en 32 de las 36 categorías, con predominio de:

- **Conflictos socioambientales:** 1.045 impactos en exploración y 971 en explotación. Definidos como *situaciones de tensión o disputa entre actores sociales derivadas de los efectos ambientales o de su percepción.*
- **Alteración de la calidad del suelo:** 787 impactos en exploración y 489 en explotación. Se entiende como *cambios físicos, químicos o biológicos que reducen su capacidad de soporte o productividad.*
- **Alteración de la calidad del recurso hídrico superficial continental:** 740 impactos en exploración y 459 en explotación. Corresponde a *variaciones en parámetros físicos, químicos o biológicos que reducen la aptitud del agua o afectan a la biota acuática.*
- **Alteración de la estructura ecológica del paisaje:** 526 impactos en exploración y 263 en explotación. Definida como *procesos de fragmentación o pérdida de conectividad ecosistémica que comprometen funciones ecológicas clave.*

En la fase de transporte y conducción, los impactos más representativos corresponden a los conflictos socioambientales (149), la degradación del suelo (141), la alteración de la calidad del agua (130), la pérdida de integridad del paisaje (96) y la afectación de la percepción visual (67). En conjunto, estas cifras evidencian que la expansión del sector en el área de estudio reproduciría los impactos críticos observados a nivel nacional, intensificando las presiones sobre agua, suelo, paisaje y tejido social en un territorio ya tensionado por la agricultura, la agroindustria y la ganadería extensiva.

Minería (prospectivas ANM)

En la prospectiva minera se identificaron 103 polígonos en evaluación dentro del área de estudio, asociados al subsector de explotación de materiales de construcción (arenas, recebo, gravas, piedras y arcillas). A escala nacional, el sector minero genera impactos en 30 de las 36 categorías CEI, concentrándose en los componentes hidrológico (96), atmosférico (67), edáfico (67), cultural (59), de cobertura (46) y político-administrativo (37). Las categorías de impacto más relevantes para los materiales de construcción corresponden a:

- **Alteración en la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas en el aire:** 25 impactos. Definida como *incremento de partículas o gases en la atmósfera que afectan la salud humana y ambiental.*
- **Alteración de la calidad del suelo:** 24 impactos. Referida a *procesos de degradación física, química o biológica que disminuyen la capacidad productiva del terreno.*
- **Alteración en la percepción visual del paisaje:** 18 impactos. Corresponde a *cambios negativos en la apreciación escénica o estética del entorno.*
- **Generación o alteración de conflictos socioambientales:** 17 impactos.
- **Alteración hidro geomorfológica de la dinámica fluvial y del régimen sedimentológico:** 16 impactos. Definida como *modificaciones en la morfología y dinámica de los ríos que alteran la conectividad y disponibilidad hídrica.*
- **Afectación a comunidades de fauna terrestre (10) y a ecosistemas y hábitats terrestres (8):** asociadas a *pérdida de hábitat, desplazamiento de especies y fragmentación ecosistémica.*

Estos resultados muestran que, incluso en actividades de baja escala relativa como los materiales de construcción, la minería prospectada en la región tiene un potencial de afectación transversal, con énfasis en la calidad del aire, el agua, el suelo y el paisaje, ampliando las presiones ambientales y sociales que ya se manifiestan en el área de estudio.



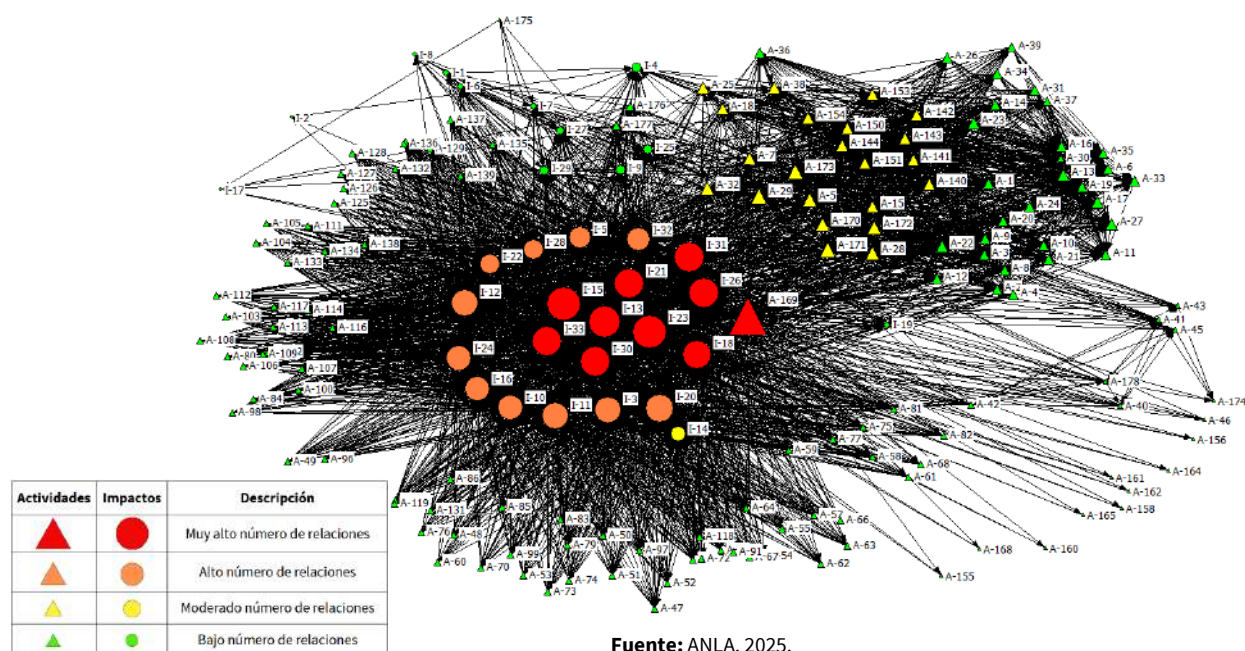
C. MODELO DE SISTEMA COMPLEJOS (MSC)

Adicionalmente, y con el fin de reducir la incertidumbre asociada a la identificación de impactos acumulativos en el área delimitada para el análisis regional, se llevó a cabo un ejercicio de Modelación de Sistemas Complejos (MSC). Esta herramienta, basada en la evaluación de relaciones causales, permite priorizar los impactos ambientales según su capacidad de interactuar con otros efectos, ya sean secundarios, terciarios u otros niveles de influencia, y según la cantidad de vínculos que se establecen entre cada elemento analizado (proyecto o impacto) y el resto de los elementos incluidos en el modelo. El desarrollo metodológico del ejercicio se organizó en varias fases, siguiendo los lineamientos descritos por Martínez (2013):

- I. Identificación de los proyectos con potencial de impacto (presentes y futuros), así como de estresores externos al proceso de licenciamiento ambiental, incluyendo actividades socioeconómicas propias de la región analizada y factores relacionados con 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.
- III. Priorización de los impactos ambientales en función de su capacidad de interacción con otros impactos y del número de relaciones de causalidad establecidas entre los distintos elementos considerados en el análisis, tales como proyectos licenciados por la ANLA, perspectivas sectoriales, actividades socioeconómicas propias de la región y el cambio climático

Con el propósito de apoyar el análisis resultante de la Modelación de Sistemas Complejos (MSC), se utilizó el software UCINET 6.0, una herramienta que permite visualizar y analizar las redes generadas a partir de las relaciones de causalidad identificadas en el área de estudio. El ejercicio incluyó tanto la evaluación convencional de actividad-impacto potencial como el análisis de impacto-impacto. La figura siguiente presenta los resultados obtenidos, diferenciando los proyectos (actuales y futuros), las actividades socioeconómicas externas al licenciamiento ambiental y los impactos potenciales, mediante la simbología asignada a los nodos: triángulos para representar proyectos y actividades, y círculos para los distintos impactos. Asimismo, el diagrama evidencia la priorización de impactos a partir de la escala cromática y el tamaño de los nodos, donde los tonos verdes señalan un menor número de interacciones y los tonos rojos una mayor densidad de conexiones entre los elementos del sistema.

Figura 141. Diagrama de relaciones de causalidad – Modelación de Sistemas Complejos



El diagrama de causalidad elaborado muestra un sistema altamente interconectado entre los distintos impactos ambientales potenciales identificados en el área del análisis regional. En esta representación se evidencia una marcada densidad de vínculos entre los nodos: los triángulos, que corresponden a proyectos o actividades socioeconómicas, y los círculos, que representan los impactos ambientales. La escala cromática utilizada, que va del verde al rojo, facilita la interpretación de la intensidad y relevancia de dichas interacciones, destacando en rojo aquellos nodos con un mayor número de conexiones y, en consecuencia, con una incidencia más determinante dentro del sistema ambiental evaluado.

El núcleo del diagrama de causalidad correspondiente al área de análisis regional evidencia un conjunto reducido de impactos que concentran el mayor número de relaciones dentro del sistema, lo que los posiciona como receptores principales de presiones acumulativas y, por tanto, como elementos estructurales para la comprensión de la dinámica ambiental regional. Entre estos nodos destacan I-33, I-15, I-13, I-30, I-23, I-21, I-31 e I-26, cuya ubicación central dentro de la red confirma su papel como puntos de convergencia entre las presiones derivadas de actividades antrópicas, procesos territoriales y efectos ambientales indirectos.

El impacto I-33 (Alteración de la estructura ecológica del paisaje) se configura como uno de los nodos con mayor densidad de relaciones, reflejando que la integridad del paisaje, su conectividad ecológica, continuidad espacial y composición estructural, es altamente susceptible a múltiples fuentes de presión. Su centralidad indica que este componente opera como un regulador sistémico: cualquier perturbación en la cobertura vegetal, el suelo o la hidrología genera efectos acumulativos que se expresan en la pérdida de funcionalidad ecológica, fragmentación del hábitat y disminución de la resiliencia ecosistémica.

De manera complementaria, I-15 (Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental) aparece como otro de los nodos críticos, sugiriendo que los sistemas hídricos superficiales en el área de estudio están sometidos a presiones intensas y simultáneas. Las alteraciones en los flujos, la carga sedimentaria y la calidad del agua provienen de transformaciones geomorfológicas, cambios en el uso del suelo y actividades extractivas, cuyo efecto acumulado compromete la estabilidad de los ecosistemas acuáticos y la disponibilidad del recurso para las comunidades locales.



El impacto I-13 (Alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo) se integra a este núcleo de relaciones, indicando que el sistema hidrogeológico experimenta presiones vinculadas no solo a infiltraciones contaminantes o perturbaciones físicas del terreno, sino también a la recarga y conectividad hidráulica entre aguas subterráneas y superficiales. Su presencia dentro del centro del grafo revela que el recurso hídrico subterráneo forma parte de un ciclo de vulnerabilidades compartidas con los sistemas superficiales, lo que intensifica el riesgo acumulativo.

Por su parte, I-30 (Alteración a ecosistemas y hábitats terrestres) y I-31 (Alteración a comunidades de flora) se consolidan como nodos esenciales que articulan las presiones sobre la biodiversidad terrestre. Su alto número de interacciones indica que los cambios en la calidad del suelo, la fragmentación del paisaje y la pérdida de cobertura se traducen en deterioros directos en los hábitats y en la composición florística, afectando la capacidad de regeneración ecológica y la provisión de servicios ecosistémicos.

En el plano social, I-23 (Generación o alteración de conflictos socioambientales) aparece íntimamente vinculado con los nodos biofísicos centrales, lo que refleja que las tensiones y disputas territoriales están directamente influenciadas por la degradación de los recursos naturales y por la competencia por su acceso y aprovechamiento. La alta conectividad de este nodo señala que la dimensión socioambiental no es un efecto aislado, sino una manifestación acumulativa de las presiones sobre el territorio.

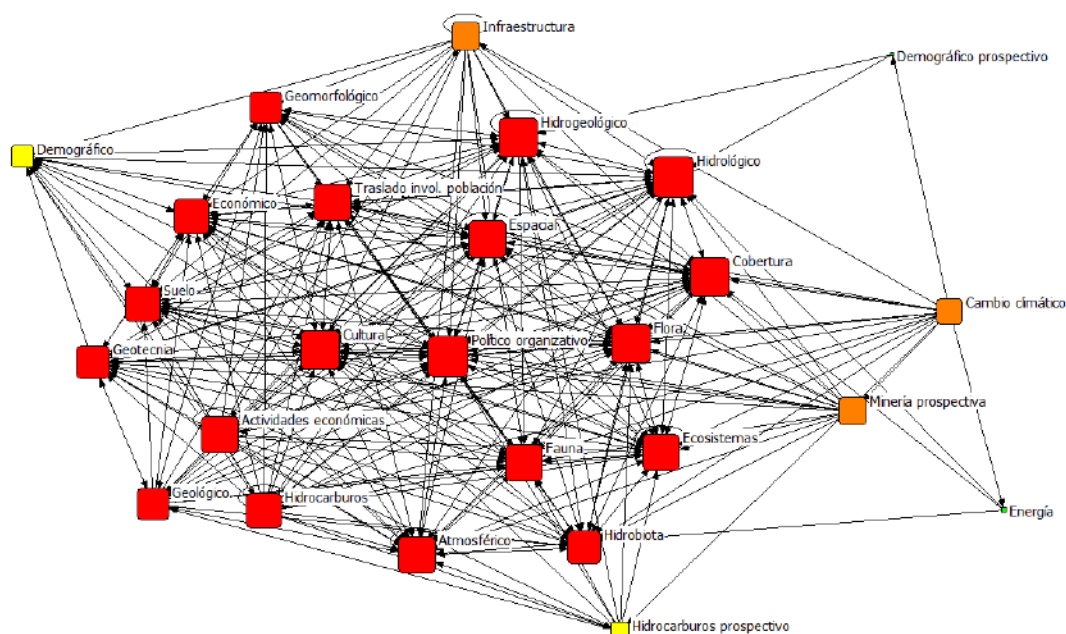
Finalmente, I-21 (Alteración en el uso socioeconómico del suelo) y I-26 (Alteración de las actividades económicas) completan el conjunto de impactos centrales, destacando que las transformaciones en la base ecológica del territorio se traducen directamente en cambios en la estructura productiva y en la funcionalidad socioeconómica regional. La presencia simultánea de estos nodos dentro del núcleo indica que el modelo territorial del Putumayo está sujeto a presiones que comprometen tanto su sostenibilidad ambiental como su estabilidad económica.

En conjunto, estos ocho impactos potenciales representan el núcleo funcional del sistema de presiones acumulativas en el área de análisis regional. Su alta centralidad evidencia que el territorio presenta un patrón de interdependencias en el cual la degradación ecológica y las tensiones socioeconómicas evolucionan de manera acoplada, reforzándose mutuamente. La identificación de este núcleo de impactos críticos permite orientar las acciones de manejo hacia los componentes más vulnerables y estratégicos del sistema, garantizando una intervención más efectiva y con mayor capacidad de prevenir la propagación de efectos acumulativos en el territorio.

En línea con lo descrito, y como se ilustra en la siguiente figura, el diagrama de causalidad evidencia un sistema altamente interconectado en el que varios componentes ambientales y socioeconómicos concentran un volumen significativo de presiones, lo que los posiciona como elementos críticos en la propagación de impactos acumulativos dentro del territorio analizado. La configuración de la red muestra un núcleo denso de nodos, entre ellos los componentes hidrológico, flora, fauna, ecosistemas, cobertura, suelo, económico, cultural, político-organizativo, geológico, hidrogeológico y actividades económicas, que actúan como receptores principales de relaciones de causalidad provenientes tanto de actividades antrópicas actuales como de presiones indirectas derivadas de factores prospectivos o de cambio climático. Su ubicación central dentro del grafo confirma que estos medios no solo reciben numerosas influencias, sino que también participan en la redistribución de los efectos hacia otros componentes del sistema ambiental.



Figura 142. Diagrama de relaciones de causalidad por atributos ambientales y sectores económicos



Fuente: ANLA, 2025.

Dentro de este núcleo, el componente hidrológico se destaca como uno de los elementos más presionados del sistema. La densidad de relaciones que recibe refleja que los procesos asociados al agua superficial, como la calidad, disponibilidad, dinámica fluvial y patrones de escorrentía, se ven afectados por múltiples variables, incluyendo cambios en la cobertura, alteraciones geomorfológicas, actividades productivas y transformaciones en el uso del suelo. Esta posición central sugiere que cualquier perturbación en este componente se propaga hacia los ecosistemas, la biodiversidad y las actividades económicas dependientes del recurso hídrico.

El componente flora, junto con fauna y ecosistemas terrestres, también concentra un número elevado de relaciones causales, indicando una fuerte sensibilidad frente a cambios biofísicos y presiones antrópicas. La interdependencia entre estos tres nodos evidencia que la pérdida o degradación de cobertura vegetal activa una cadena de afectaciones que comprometen la disponibilidad de hábitat, la funcionalidad ecológica y la estructura trófica regional. La presencia simultánea de estos componentes en el núcleo de la red confirma que la biodiversidad constituye uno de los elementos más vulnerables del territorio ante presiones acumulativas. El componente cobertura destaca igualmente por su alto número de interacciones, lo cual refleja que las modificaciones en el uso y la ocupación del suelo representan una de las principales fuentes de alteración ambiental. La cobertura funciona como un componente articulador entre procesos atmosféricos, hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos, de modo que cualquier transformación en su estructura tiende a amplificar los impactos sobre los demás nodos centrales.

En el plano físico del territorio, los componentes suelo, geológico e hidrogeológico reciben también un volumen considerable de presiones. Su centralidad dentro de la red indica que los procesos de degradación del suelo, inestabilidad geomorfológica y alteraciones en el comportamiento hidrogeológico actúan como mecanismos clave en la generación de impactos acumulativos. La interrelación entre estos componentes evidencia que los cambios estructurales del terreno, ya sea por obras civiles, extracción de materiales o procesos naturales, repercuten de forma directa en la dinámica hidrológica y en la integridad ecológica del sistema.

Desde la dimensión socioeconómica, los componentes económicos, actividades económicas, cultural y político-organizativo ocupan posiciones igualmente centrales dentro del diagrama. Esto sugiere que las



presiones ambientales no se manifiestan únicamente en el ámbito biofísico, sino que se traducen en transformaciones en la estructura productiva, en las dinámicas socioculturales y en la gobernanza del territorio. La alta conectividad del componente político-organizativo refleja que la regulación, planificación y gestión institucional son determinantes para la manera en que las presiones se distribuyen y se acumulan en el territorio. Asimismo, la presencia destacada del componente cultural muestra que la degradación ambiental afecta directamente las prácticas locales, las percepciones del entorno y el tejido social.

En síntesis, el diagrama revela un sistema en el que los componentes ambientales, especialmente aquellos asociados al agua, la biodiversidad, la cobertura y la estructura física del territorio, se encuentran entre los más afectados por presiones acumulativas. A su vez, estos impactos se proyectan hacia los componentes socioeconómicos y culturales, generando un entramado de efectos interdependientes que refuerzan la necesidad de intervenciones integrales y estrategias de manejo basadas en la comprensión sistémica del territorio. La identificación de estos nodos críticos permite orientar las medidas de gestión hacia los medios más vulnerables y estratégicos, asegurando una respuesta efectiva frente a los procesos acumulativos que caracterizan la dinámica regional.

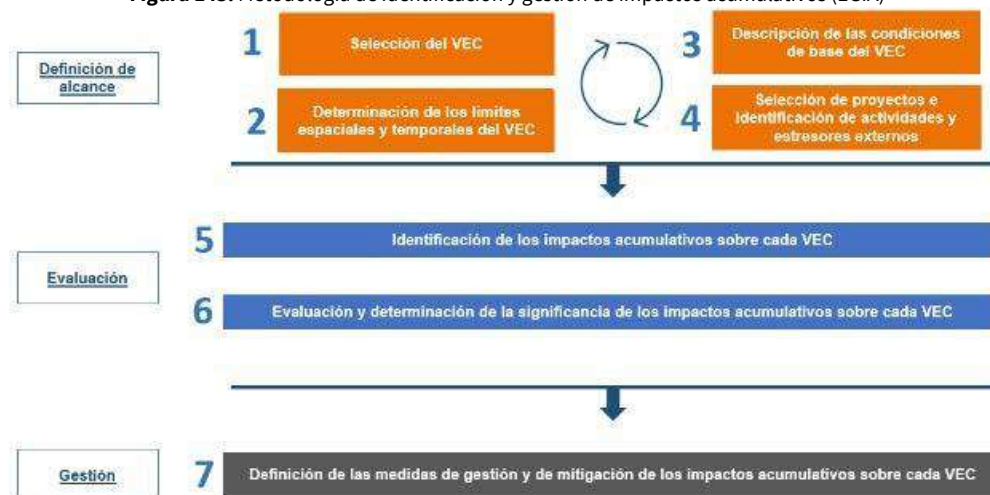
XX. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE AMBIENTAL DE VALOR (VEC) Y DEFINICIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

A partir de la revisión y adaptación de metodologías especializadas, así como en los ejercicios desarrollados por el Grupo de Regionalización y el Centro de Monitoreo, se definieron los pasos metodológicos para ejecutar la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos (EGIA) en una región o zona geográfica, en el marco de los análisis regionales realizados por la ANLA. Estos pasos son:

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

La figura que se muestra a continuación presenta la metodología implementada para la EGIA en el área delimitada para el desarrollo del presente Reporte de Análisis Regional.

Figura 143. Metodología de identificación y gestión de impactos acumulativos (EGIA)



Fuente: ANLA, 2024, a partir de (BID Invest, 2023).

A. ACTIVIDAD 1. SELECCIÓN DEL VEC

La selección de los Componentes Ambientales de Valor (VEC) constituye una de las etapas más relevantes dentro del proceso de Evaluación de Impactos Acumulativos, dado que permite identificar aquellos componentes ambientales y sociales considerados estratégicos por los diferentes actores con influencia en un territorio determinado. En este sentido, resulta esencial reconocer los impactos potenciales generados de manera conjunta por los proyectos, obras o actividades presentes en el área de análisis regional, tanto los existentes como aquellos razonablemente previsibles o en fase prospectiva, así como los factores de alteración asociados al cambio climático.

Para adelantar la identificación de los VEC en el área de estudio, y complementando lo evidenciado en el análisis de integralidad, se aplicó una metodología basada en una matriz de ponderación diseñada para establecer

relaciones causa-efecto entre actividades e impactos potenciales, con capacidad de generar impactos incrementales o acumulativos de primer orden sobre diversos atributos ambientales y sociales de la zona de interés. La metodología incluyó, además, la estimación del nivel de afectación (bajo, medio o alto) asociado a dichas actividades o proyectos, así como criterios espaciales relacionados con su localización. Esta matriz, incluida como anexo en el presente documento, fue elaborada a partir de la adaptación de la metodología de diagramas de redes propuesta por el Banco Interamericano de Desarrollo en su Guía Práctica para la Evaluación de Impactos Acumulativos en América Latina y el Caribe (BID Invest, 2023).

Como resultado de la implementación de esta metodología, complementada con los hallazgos de la caracterización regional y el criterio técnico del panel de expertos del Grupo de Regionalización y del Centro de Monitoreo, se definieron como VEC para el área de estudio los siguientes: VEC 1: Gestión socioambiental y territorial de las comunidades, VEC 2: ecosistemas terrestres y conectividad ecológica y VEC 3: calidad microbiológica del recurso hídrico. Estos resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 73. Matriz de relaciones causa-efecto para la selección de los VEC

[illegible]

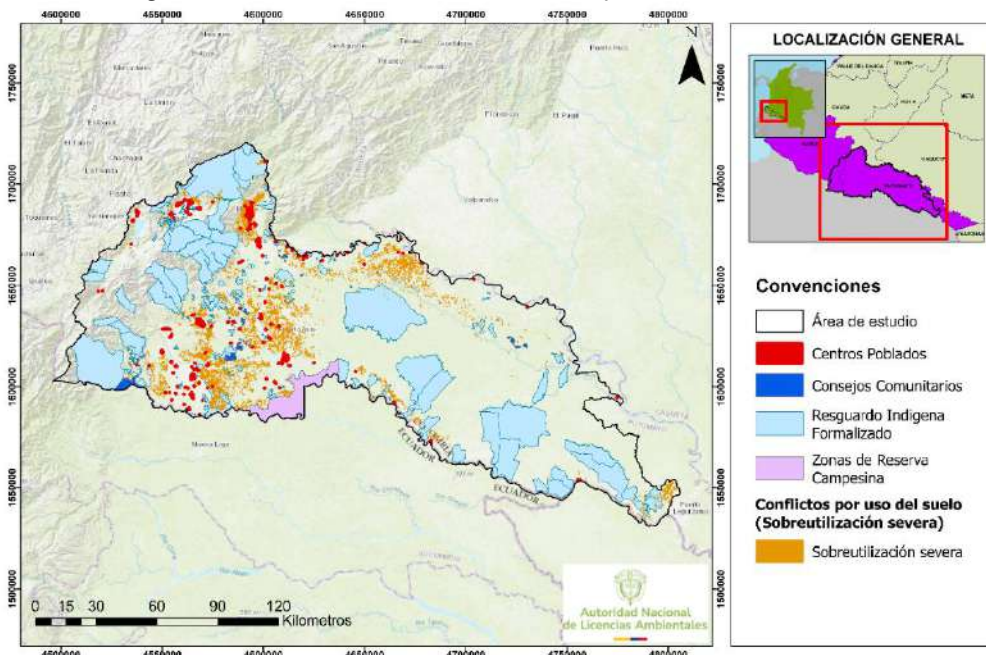
Fuente: ANLA (2025)

B. ACTIVIDAD 2. DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES ESPACIALES DEL VEC

VEC 1 - Gestión socioambiental y territorial de las comunidades

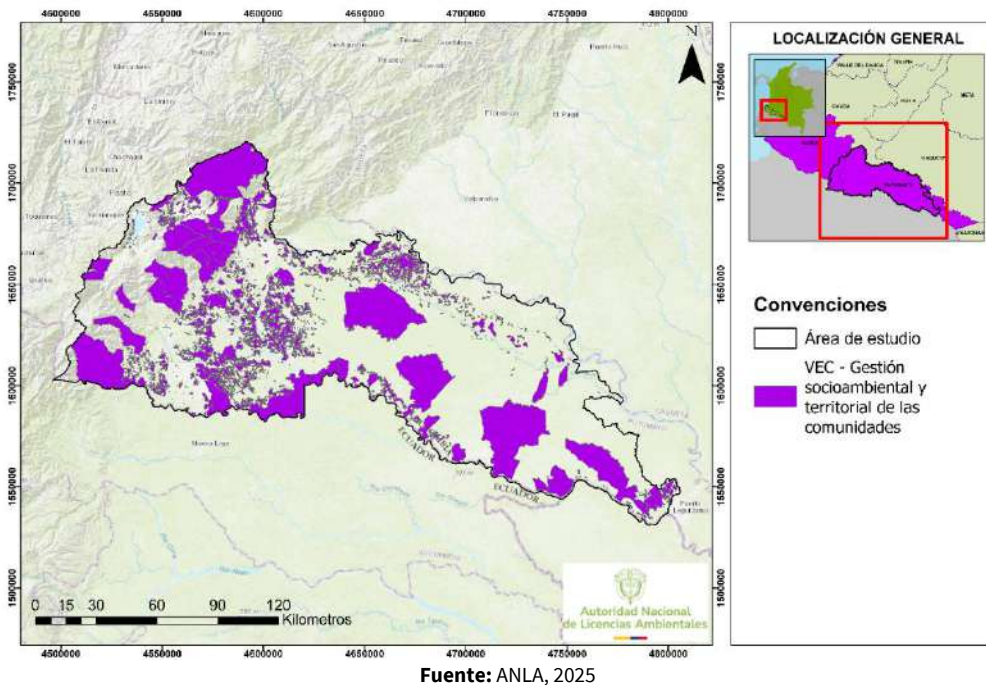
La determinación de los límites espaciales para el VEC Gestión socioambiental y territorial de las comunidades se basó en la integración de tres capas de información geográfica orientadas a caracterizar la ocupación humana, los territorios colectivos y las condiciones del uso del suelo. En la dimensión poblacional, se utilizó la cartografía de centros poblados y veredas del DANE, que permite identificar la distribución territorial de los asentamientos rurales y su cercanía a áreas productivas, vías terciarias y fuentes de abastecimiento. En la dimensión sociocultural e institucional, se incorporó la delimitación de territorios étnicos suministrada por la Agencia Nacional de Tierras (ANT), fundamental para comprender la estructura del ordenamiento propio y los espacios de uso tradicional, así como los ámbitos en los que se desarrollan prácticas de subsistencia y actividades comunitarias. Finalmente, en la dimensión productiva y de presión sobre el territorio, se empleó la capa de sobreutilización del suelo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAH), la cual refleja el grado de presión antrópica derivada de actividades agropecuarias, expansión de la frontera agrícola y uso intensivo de áreas de aptitud limitada (ver Figura 144). La articulación de estas capas permite establecer un marco espacial que integra la presencia humana, los territorios colectivos y las condiciones de uso y presión sobre el suelo, proporcionando la base para identificar los ámbitos territoriales en los que se desarrolla el VEC Gestión socioambiental y territorial de las comunidades y para analizar cómo se configuran sus prácticas, relaciones y formas de interacción con el entorno (ver Figura 145).

Figura 144 Variables del VEC Gestión socioambiental y territorial de las comunidades



Fuente: ANLA, 2025.

Figura 145. VEC Gestión socioambiental y territorial de las comunidades

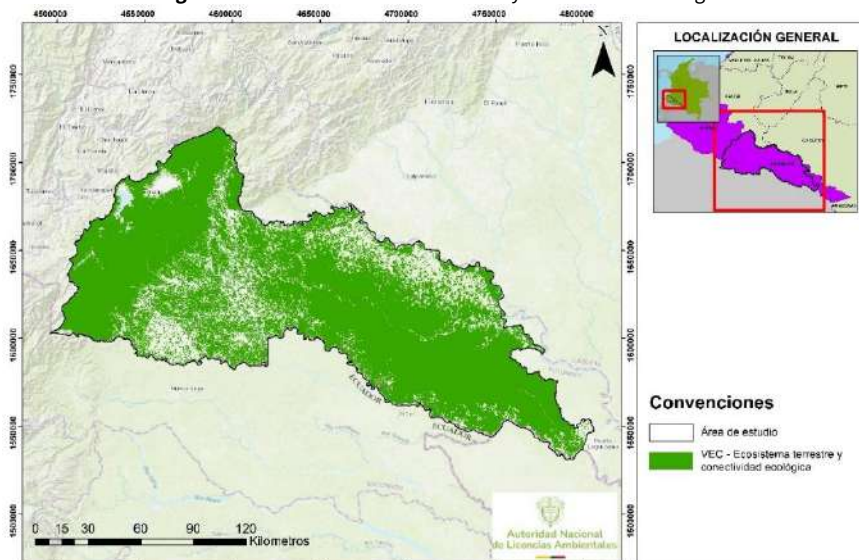


Fuente: ANLA, 2025

VEC 2 – Ecosistemas terrestres y conectividad ecológica

Los límites espaciales de este VEC se definieron a partir de las modelaciones de conectividad realizadas para el Jaguar (*Panthera onca*), categorizado como Vulnerables (VU), Paujil coliblanco (*Mitu salvini*) es una especie poco común debido a la distribución en la Amazonia occidental, el Mono tití de manos negras (*Cheracebus medemi*) es una especie de primate endémica la cual se encuentra en categoría de amenaza Vulnerable (VU) y el Mono Lanudo (*Lagothrix lagothricha*) especie en categorizada como Vulnerable (VU), en donde la definición del área se determinó a partir de las aérea núcleo y núcleo-corredor los cuales cumplen un papel fundamental en la conservación de las especies debido que representan las rutas de menor costo y los corredores biológicos. Así mismo se incluyeron las coberturas 2022 a escala 1:100.000 comprendido por las áreas naturales o seminaturales constituidos principalmente por elementos arbóreos, arbustivo y herbáceos donde: Bosque denso (3.1.1); Bosque abierto (3.1.2); Bosque de galería y ripario (3.1.4); Áreas con vegetación herbácea/arbustiva (3.2); Bosque fragmentado (3.1.3) (IDEAM(a), 2025). La delimitación del VEC - Ecosistemas terrestres y conectividad ecológica es de importancia para asegurar el desplazamiento, acceso a recursos y mantenimientos de los diferentes grupos faunístico, en la Figura 146 se presentan lo límites espaciales para este VEC.

Figura 146. VEC Ecosistemas terrestres y conectividad ecológica

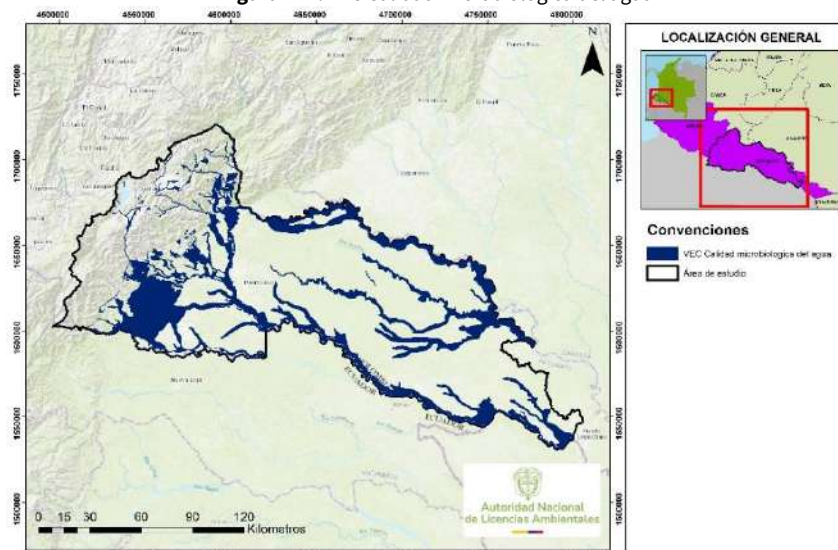


Fuente: ANLA, 2025.

VEC 3 – Calidad microbiológica del agua

La delimitación espacial del componente ambiental de valor asociado al recurso hídrico se fundamentó en los alertas y aspectos críticos identificados durante la caracterización de los componentes de agua superficial y subterránea desarrollada en el presente Reporte de Análisis Regional. La selección se enfocó en zonas con alta predisposición a la acumulación de impactos, especialmente donde se evidenciaron condiciones desfavorables en términos de presencia de compuestos microbiológicos como Coliformes Fecales y Coliformes Totales, lo cual compromete la calidad del agua y su posibilidad de aprovisionamiento a las comunidades locales. En este contexto, se priorizaron dos unidades representativas: para el componente subterráneo, aquellas zonas con alta vulnerabilidad ante contaminaciones en superficie, ubicadas principalmente en las inmediaciones de los cauces principales, así como otros depósitos recientes; y para el componente superficial, se tuvieron en cuenta los principales drenajes en la región, a partir de la cartografía nacional de drenajes dobles. La Figura 147 presenta los límites espaciales definidos para este VEC.

Figura 147. VEC Calidad microbiológica del agua



Fuente: ANLA, 2025.



C. ACTIVIDAD 3. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES BASE DEL VEC

VEC 1 - Gestión socioambiental y territorial de las comunidades

El Putumayo se distingue por una fuerte dependencia del territorio y de los recursos naturales para la subsistencia, la reproducción cultural y la organización social de comunidades indígenas, campesinas y colonas. En este contexto, la **gestión socioambiental y territorial** se configura como el conjunto de prácticas, formas de organización y decisiones colectivas mediante las cuales las comunidades regulan el uso del suelo, administran el acceso al agua y a los ecosistemas, estructuran sus actividades productivas y sostienen su relación cultural, económica y simbólica con el territorio. Estas formas de gobernanza expresadas en resguardos, cabildos, autoridades propias y juntas de acción comunal cumplen un papel central en la administración cotidiana del espacio y en la resolución de asuntos comunitarios; sin embargo, enfrentan limitaciones para incidir sobre dinámicas externas e históricas que han transformado la región.

La base económica combina actividades tradicionales como las chagras, cultivos de pancoger, pesca artesanal, caza y recolección, con economías extractivas y de uso intensivo del suelo que han marcado la configuración territorial del departamento. En este escenario, la actividad petrolera, los cultivos de uso ilícito, la minería artesanal e ilegal y la ganadería extensiva han incidido en procesos de transformación del uso del suelo, presión sobre ecosistemas estratégicos y cambios en las prácticas productivas comunitarias. A ello se suma la ocurrencia recurrente de derrames y contingencias operacionales, así como eventos por acción de terceros, los cuales generan afectaciones directas sobre las fuentes hídricas, suelos productivos y áreas de abastecimiento de alimentos. Estas situaciones provocan interrupciones en actividades económicas locales, deterioro de la calidad ambiental, pérdida de confianza institucional y mayores exigencias de gestión territorial por parte de las comunidades.

En cuanto a las condiciones de vida, persisten brechas estructurales en el acceso a servicios básicos, saneamiento, educación y salud, con mayor intensidad en áreas rurales e indígenas donde la presencia y capacidad de respuesta institucional es limitada. La dependencia de la leña como fuente principal de energía, la baja disponibilidad de soluciones adecuadas de acueducto y manejo de excretas, y las deficiencias en infraestructura social y equipamientos públicos conforman un escenario de vulnerabilidad socioambiental, que restringe la capacidad de las comunidades para sostener procesos autónomos y sostenibles de gestión territorial.

Finalmente, la conflictividad socioambiental constituye un rasgo persistente del contexto regional. Las tensiones asociadas al uso y ocupación del suelo, la expansión de cultivos de uso ilícito, la presencia de economías extractivas formales e informales (hidrocarburos, minería artesanal e ilegal), y las disputas por el acceso y control de tierras productivas y fuentes hídricas se entrelazan con la presencia histórica de actores armados y formas de control territorial. Estas dinámicas limitan la toma de decisiones comunitarias, afectan la cohesión social y reducen los márgenes de articulación institucional necesarios para avanzar hacia una gestión más sostenible y participativa del territorio.

VEC 2 – Ecosistemas terrestre y conectividad ecológica

La condición actual del VEC “**Ecosistemas terrestre y conectividad ecológica**” en el área regionalizada Putumayo, está determinado por la interacción funcional de coberturas naturales y seminaturales teniendo en cuenta la modelación de especies con alguna categoría de amenaza Jaguar (*Panthera onca*), Paujil coliblanco (*Mitu salvini*), Mono tití de manos negras (*Cheracebus medemi*), Mono Lanudo (*Lagothrix lagothricha*), específicamente presentan interrelación con coberturas de Bosque denso, Bosque de galería y ripario, bosque fragmentado. Sin embargo, la transformación de estas coberturas por actividades de explotación, infraestructura asociada y aprovechamiento forestal ha generado la modificación del paisaje el cual aumenta la sensibilidad y fragmentación de los ecosistemas. Así mismo dentro del área regionalizada se presentan diferentes especies en alguna categoría de amenazada las cuales presentan mayor susceptibilidad a los cambios dentro de su hábitat, el ruido generado por las actividades en fase de operación, la cacería. Por otro



lado, algunos proyectos licenciados por la ANLA, como el LAM0533, LAM2469, LAM0542, LAM0199, LAM3323, LAM1358 y LAV0016-00-2023 tienen área de influencia en las coberturas naturales y seminaturales que cumplen la funcionalidad de corredores y núcleo corredores se superponen sobre las áreas que pueden ser utilizados por las especies para su movilidad, las hace muy vulnerables a los cambios constantes que se presentan en su hábitat por la ejecución de proyectos, actividades, obras, entre otras.

VEC 3 - Calidad microbiológica del agua

En el contexto del área regionalizada, el recurso hídrico es fundamental para la subsistencia de las comunidades en términos de uso doméstico, pero también para el uso de este en otras industrias.

En lo que respecta al recurso hídrico subterráneo como fuente de abastecimiento para gran parte de las actividades en la región, se capta por medio de pozos y/o aljibes que interceptan las unidades más superficiales de la región, preponderantemente depósitos aluviales recientes asociados a cauces de grandes ríos, hecho que concuerda directamente con el SAP 2.1 Valles Aluviales y Terrazas de Grandes Ríos planteado por (IDEAM, 2022). Es decir, que en la región a nivel superficial se forman acuíferos locales relacionados con depósitos recientes, con dinámicas hidráulicas que conectan directamente los cauces superficiales con los sistemas acuíferos. A partir de la correlación entre tipo de roca y profundidad del medio no saturado, determinadas por en SGC (2011), se determinan las condiciones de vulnerabilidad ante cargas contaminantes en superficie para estas unidades de interés hidrogeológico y se encuentra que gran parte de estas, naturalmente, presentan una alta vulnerabilidad. En términos de calidad de agua, destaca la presencia histórica de compuestos bacteriológicos como Coliformes Totales y Fecales, lo cual representa un riesgo sanitario cuando se observa, además, que muchas de estas detecciones superan el límite máximo permisible establecido en el Decreto 1076 del 2015 de 20.000 microorganismos/100 ml, que hace alusión a criterios de calidad admisibles para consumo humano y doméstico, teniendo en cuenta que para su potabilización se requiere sólo desinfección; no obstante, si se toma como referencia la Resolución 2115 de 2007, se encuentra que las condiciones microbiológicas del agua para consumo humano no deben presentar cuantificación de Coliformes Totales. Así pues, y teniendo en cuenta las dinámicas sociales que se dan en la región donde gran parte de las poblaciones consumen aguas subterráneas a partir de aljibes y/o aljibes, la situación aquí evidenciada adquiere una relevancia mayor, en tanto el consumo de aguas bacteriológicamente contaminadas puede tornarse en una potencial causa de enfermedades e infecciones en quienes las consumen.

Por otro lado, la calidad microbiológica del agua superficial en el área de estudio evidencia un deterioro significativo, reflejado en superaciones recurrentes de los límites establecidos para coliformes totales y fecales en varias Subzonas Hidrográficas, conforme a los criterios del Decreto 1076 de 2015 (Artículos 2.2.3.3.9.3 y 2.2.3.3.9.4). Si bien algunas áreas, como Alto Caquetá y Río Mecaya, presentan una variabilidad moderada, en subzonas como Alto Río Putumayo, Río San Miguel y Río Putumayo Medio se registran valores excepcionalmente elevados que, en determinados años, superan ampliamente los estándares normativos. En varios episodios, los valores atípicos alcanzan y superan los 900000 NMP/100 mL e incluso 2000000 NMP/100 mL, lo que evidencia eventos agudos de contaminación fecal.

Estos resultados reflejan presiones crecientes asociadas al manejo inadecuado de aguas residuales, descargas directas sin tratamiento, expansión de asentamientos rurales y periurbanos sin cobertura sanitaria adecuada y limitaciones en la infraestructura de saneamiento básico. La situación se agrava considerando que, según cifras de 2020, en el departamento del Putumayo aproximadamente el 13% de la población no cuenta con sistemas de abastecimiento de agua potable y cerca del 18% dispone únicamente de sistemas no mejorados (Zambrano Arciniegas, 2020). En conjunto, los niveles elevados de contaminación microbiológica comprometen la seguridad del recurso para actividades recreativas, reducen su aptitud para abastecimiento previo a potabilización y representan un riesgo para la preservación de la biota acuática, dada la relación entre altas cargas fecales, disminución del oxígeno disuelto y posible proliferación de patógenos en los ecosistemas lóticos.



D. ACTIVIDAD 4. SELECCIÓN DE PROYECTOS E IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y ESTRESORES EXTERNOS

En este apartado se sintetizan los 45 proyectos vigentes en el área de estudio y su superposición con los VEC definidos para el análisis:

- Gestión socioambiental y territorial de las comunidades
- Calidad microbiológica del recurso hídrico
- Ecosistema terrestre - colectividad ecológica

De los 46 proyectos, 28 se solapan con ‘Gestión socioambiental y territorial de las comunidades’, 36 con ‘Calidad microbiológica del recurso hídrico’ y 43 con “Ecosistema terrestre - colectividad ecológica”

Tabla 74 Matriz de superposición de proyectos licenciados por la ANLA con Componentes Ambientales de Valor (VEC)

EXPEDIENTE	VEC1	VEC 2	VEC 3
	Gestión socioambiental y territorial de las comunidades	Calidad microbiológica del recurso hídrico	Ecosistema terrestre - colectividad ecológica
LAM0199		x	x
LAM0533		x	x
LAM0542	x	x	x
LAM1243	x	x	
LAM1358		x	x
LAM1990	x	x	x
LAM2070	x	x	x
LAM2078		x	x
LAM2469	x	x	x
LAM2617	x	x	
LAM2940		x	x
LAM3268			x
LAM3276	x	x	x
LAM3323		x	x
LAM3518		x	x
LAM3552	x	x	x
LAM4011			x
LAM4077	x	x	x
LAM4113	x	x	x
LAM4174	x	x	x
LAM4402	x		x
LAM4479	x	x	x
LAM4609	x	x	x
LAM4650		x	x
LAM4847	x	x	x
LAM4899		x	x
LAM4990	x	x	x
LAM5025	x	x	x
LAM5505	x	x	x
LAM5887		x	x

EXPEDIENTE	VEC1	VEC 2	VEC 3
	Gestión socioambiental y territorial de las comunidades	Calidad microbiológica del recurso hídrico	Ecosistema terrestre - colectividad ecológica
LAM6356	X	X	X
LAM7834-00		X	X
LAV0005-00-2022	X		X
LAV0009-00-2019		X	X
LAV0010-00-2023	X	X	X
LAV0016-00-2023	X	X	X
LAV0020-00-2017	X		X
LAV0028-00-2023		X	X
LAV0033-00-2019	X		X
LAV0040-00-2022		X	X
LAV0042-00-2017			X
LAV0047-00-2023	X	X	X
LAV0056-00-2015	X		X
LAV0062-00-2016	X		X
LAV0075-00-2015	X	X	X

Fuente: ANLA, 2025.

Figura 148. Área y línea de proyectos licenciados en seguimiento en superposición con el VEC Gestión socioambiental y territorial de las comunidades

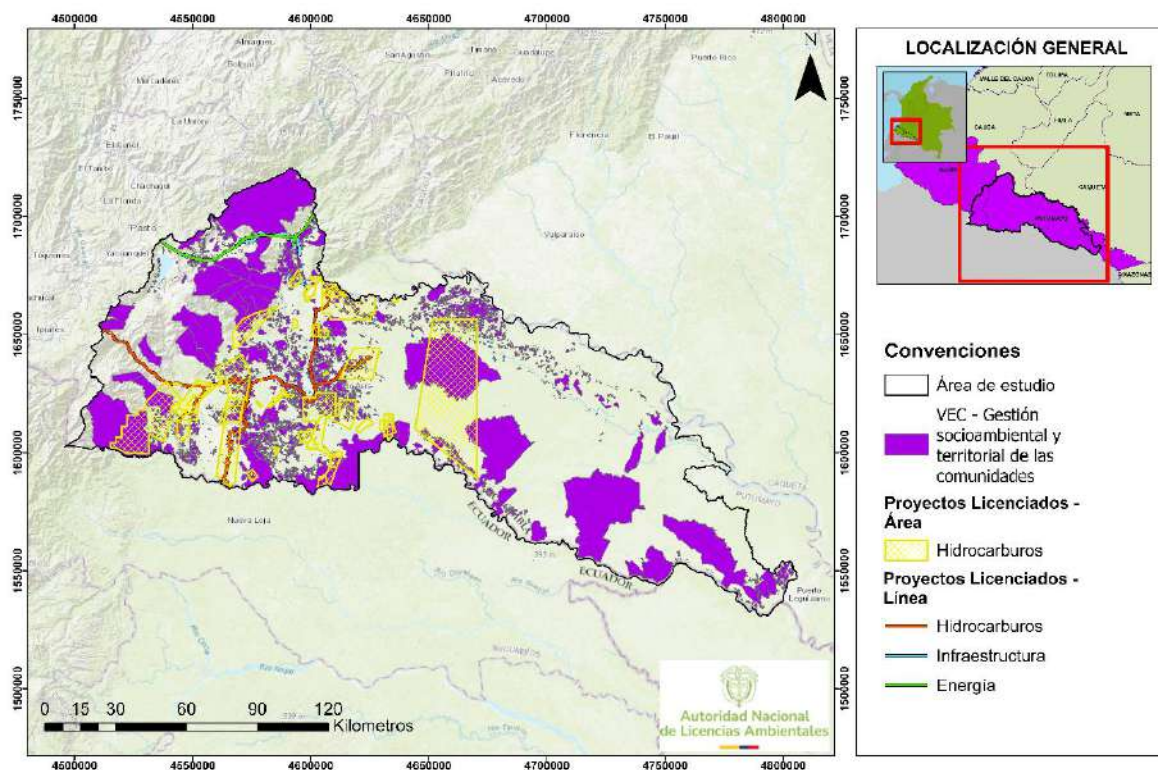


Figura 149. Prospectivas sectoriales en superposición con el VEC Gestión socioambiental y territorial de las comunidades

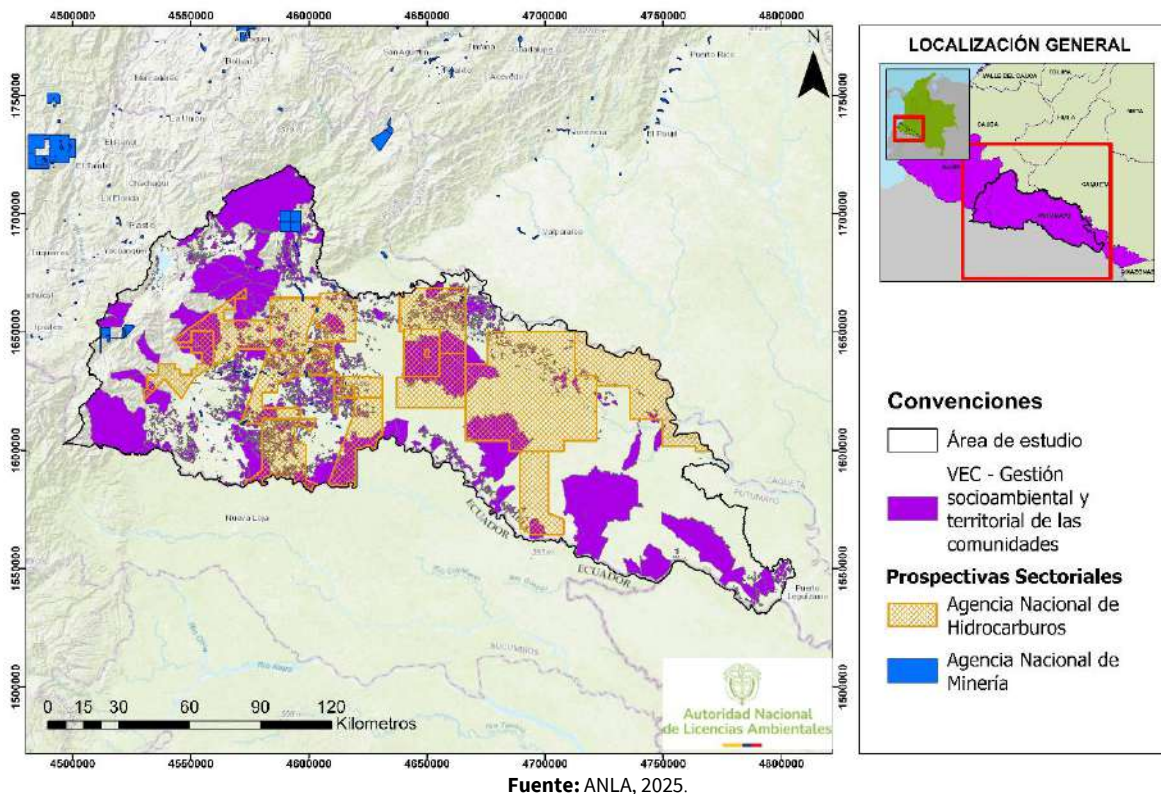


Figura 150. Área y línea de proyectos licenciados en seguimiento en superposición con el VEC Calidad microbiológica del recurso hídrico

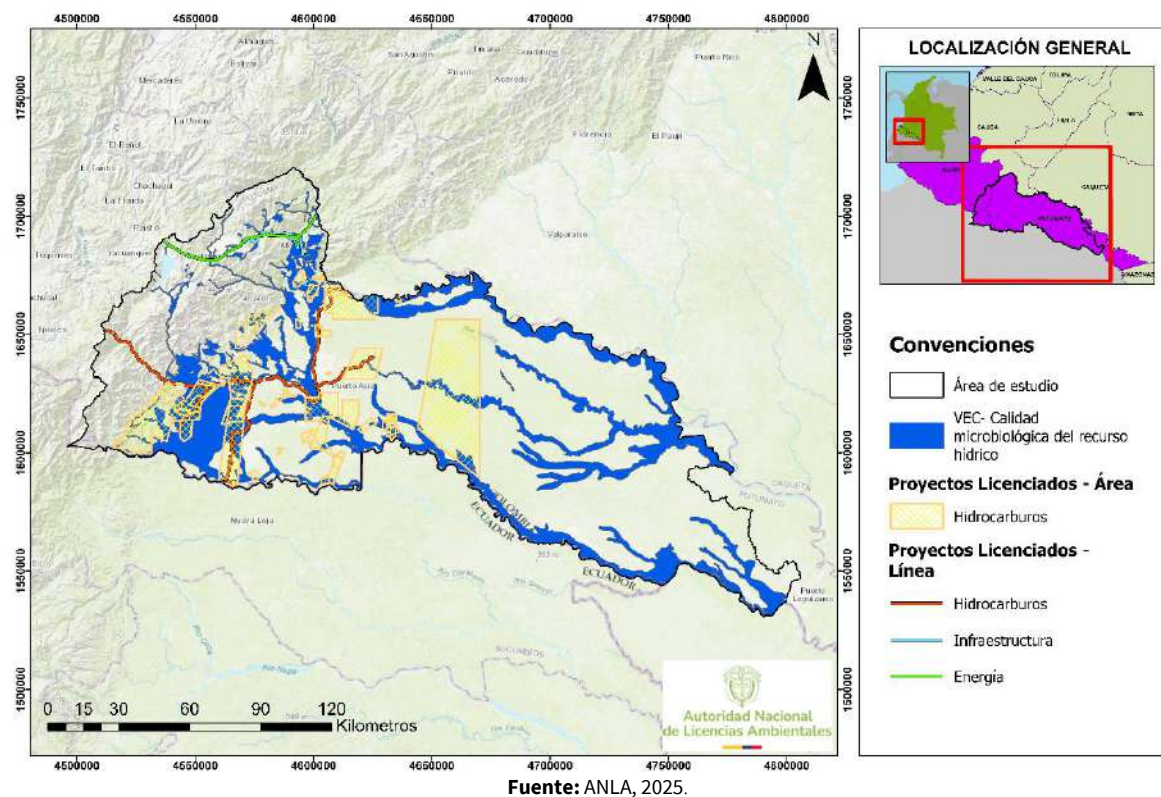
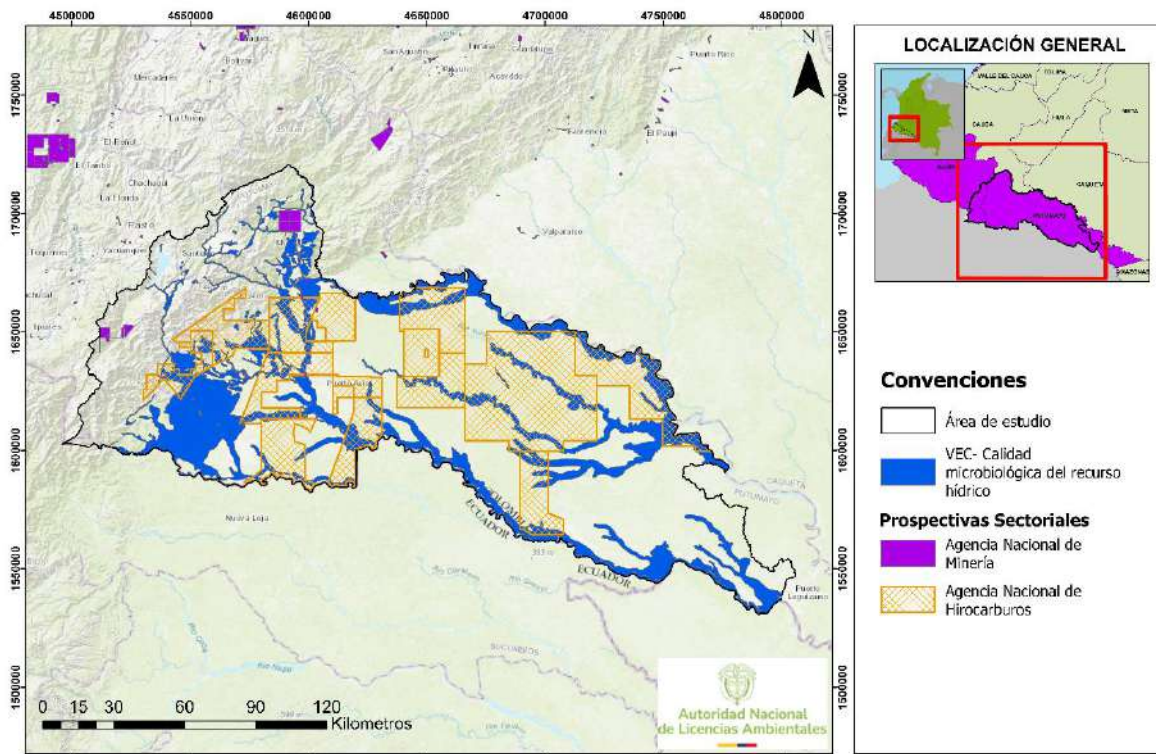
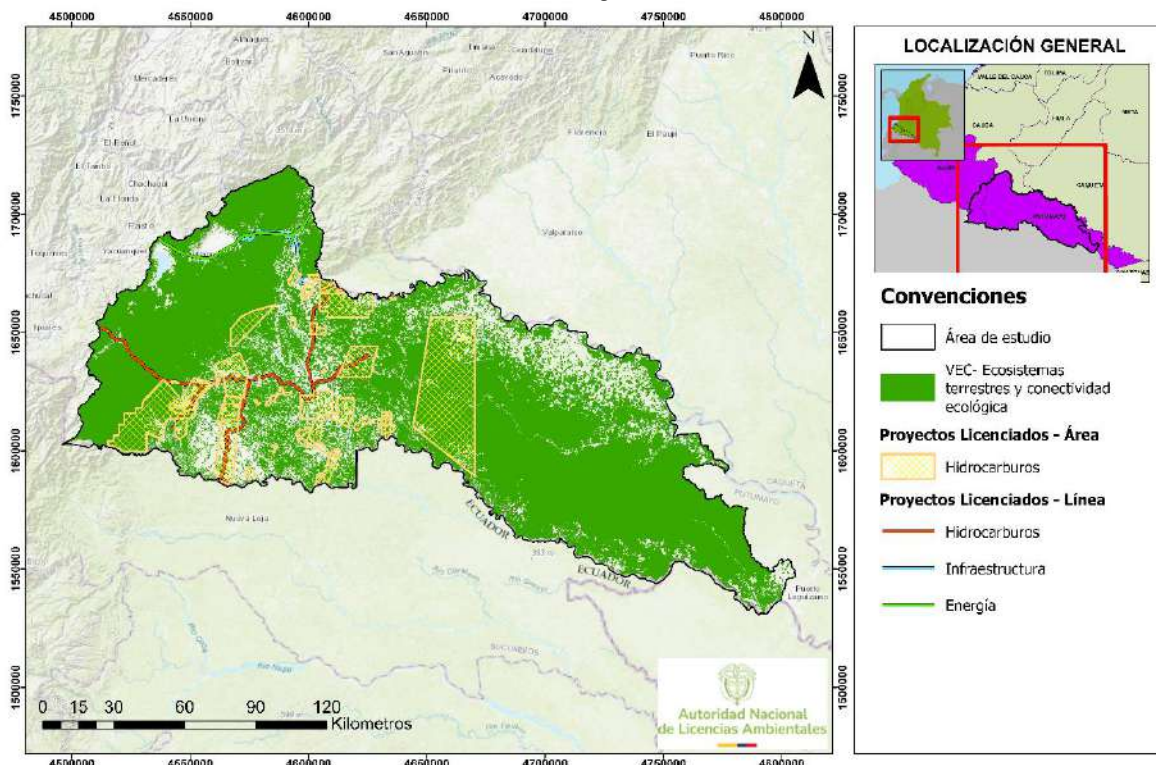


Figura 151. Prospectivas sectoriales en superposición con el VEC Calidad microbiológica del recurso hídrico



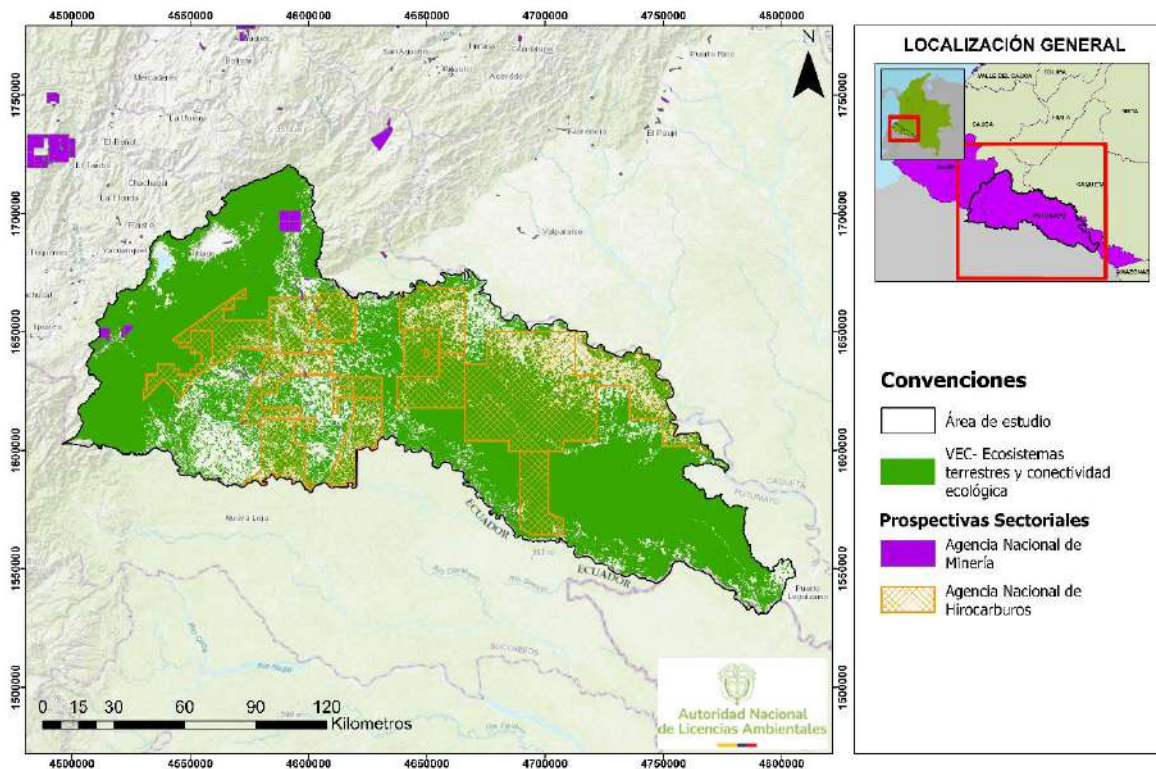
Fuente: ANLA, 2025.

Figura 152. Área y línea de proyectos licenciados en seguimiento en superposición con el VEC Ecosistema terrestre - conectividad ecológica



Fuente: ANLA, 2025.

Figura 153. Perspectivas sectoriales en superposición con el VEC Ecosistema terrestre - colectividad ecológica



E. ACTIVIDAD 5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS

VEC 1 - Gestión socioambiental y territorial de las comunidades

En el Putumayo, la concurrencia histórica de actividades como la explotación de hidrocarburos, los cultivos de uso ilícito, la ganadería extensiva y la minería artesanal e ilegal ha configurado transformaciones profundas en el territorio. A ello se suma la recurrencia de contingencias por derrames de crudo, asociadas tanto a fallas como a acciones de terceros, que han afectado de manera reiterada suelos, cuerpos hídricos y áreas de uso comunitario. Esta acumulación de presiones genera **impactos asociados a la alteración del uso del suelo**, al modificar patrones productivos, fragmentar espacios de uso tradicional y aumentar la presión sobre ecosistemas estratégicos. De manera paralela, estas dinámicas territoriales producen **impactos acumulativos asociados a la generación y/o alteración de conflictos sociales**, pues convergen múltiples intereses comunitarios, extractivos, ilícitos y armados sobre un mismo espacio. Las tensiones por el acceso al agua, la tierra y los recursos, sumadas a la afectación recurrente de medios de vida por derrames, han incrementado la sensibilidad del territorio y reducido los márgenes de gobernanza comunitaria. Este comportamiento acumulativo también se proyecta hacia escenarios futuros hipotéticos, como aquellos derivados del eventual agotamiento del recurso o de cambios estructurales en la actividad hidrocarburífera. En contextos donde existe dependencia económica y laboral hacia este sector, una variación significativa en su dinámica podría aumentar la presión sobre economías informales o ilícitas y sobre áreas de uso tradicional, si no se cuenta con mecanismos de transición socioeconómica y alternativas productivas sostenibles. Por ello, la anticipación institucional y comunitaria resulta clave para prevenir el escalamiento de los **impactos asociados a la generación y/o alteración de conflictos sociales**, fortaleciendo capacidades locales y esquemas de gobernanza que reduzcan la vulnerabilidad del territorio.

Desde un enfoque de derechos, estas dinámicas afectan el acceso seguro al territorio, al agua y a un ambiente sano, fundamentales para la vida y las prácticas culturales de las comunidades. La presión sobre áreas de uso tradicional y las afectaciones recurrentes al entorno pueden derivar en tensiones interétnicas, disputas por



límites y pérdida de cohesión organizativa. A esto se suma un posible debilitamiento de la confianza institucional en zonas donde la presencia del Estado es limitada.

VEC 2 - Ecosistemas terrestre y conectividad ecológica

De acuerdo con el análisis de integralidad, se evidencia que las principales actividades que se presentan en el área regionalizada como exploración y explotación de hidrocarburos, infraestructura, agroindustria, aprovechamiento forestal, ha generado impactos que alteran las dinámicas ecológicas en el área. Impactos como la **“Alteración a la estructura ecológica del paisaje”** y **“Alteración a comunidades de fauna terrestre”**, son algunos de ellos que han afectado los ecosistemas y la conectividad ecológica de las especies. Por su parte **“la Alteración a la estructura ecológica del paisaje”** como resultado de actividades antrópicas que incluyen proyectos licenciados de exploración y explotación de hidrocarburos y sus efectos contingentes (derrames de crudo sobre el suelo), así como actividades de infraestructura, el establecimiento y expansión de monocultivos, así como de cultivos ilícitos, ha interferido en las dinámicas del paisaje. Esto se refleja en la transformación de la cobertura y uso del suelo, la fragmentación de hábitats y la pérdida de conectividad funcional entre ecosistemas, lo que provoca una pérdida continua de los ecosistemas y afecta la conectividad de las especies, especialmente de aquellas con requerimientos ecológicos específicos o que se encuentran en alguna categoría de vulnerabilidad. Estas alteraciones restringen su capacidad de respuesta ante cambios en condiciones ambientales y disminuyen su posibilidad de supervivencia a largo plazo, comprometiendo la funcionalidad ecológica de los ecosistemas y aumentando el riesgo de aislamiento de poblaciones locales e incluso, su eventual extinción.

La **“Alteración a comunidades de fauna terrestre”** se relaciona principalmente con la fragmentación del hábitat, la presencia de proyectos de hidrocarburos que actúan como barreras lineales, afectando la conectividad ecológica y generando el aislamiento de poblaciones. A esto se suma la contaminación generada por los derrames de crudo y los cambios de coberturas forestales, lo que disminuye la disponibilidad de hábitats adecuados para las comunidades de fauna. La deforestación, la expansión de la frontera agropecuaria, el cambio climático y la presión derivada de actividades operativas contribuyen al desplazamiento de especies hacia zonas menos favorables, disminuyen sus poblaciones y restringen su movilidad. Adicionalmente, el ruido generado por las actividades en fase de operación puede alterar los patrones de comunicación, alimentación, reproducción y desplazamiento de la fauna silvestre, afectando especialmente a especies sensibles al sonido o con hábitos acústicos específicos. Estas perturbaciones acústicas, sumadas a los procesos de fragmentación y pérdida de hábitat, intensifican la desconexión ecológica y reducen la resiliencia de las comunidades. Esta pérdida de conectividad compromete la capacidad de recuperación y la funcionalidad de los ecosistemas, cuya dinámica depende de la interacción entre las especies y su rol en procesos como la dispersión de semillas, el control de poblaciones de invertebrados y el mantenimiento de la estructura vegetal. Bajo escenarios de cambio climático, las variaciones en temperatura y precipitación inciden en la disponibilidad de alimento y en la productividad de los ecosistemas, afectando la permanencia y estabilidad de las comunidades de fauna.

VEC 3 - Calidad microbiológica del agua

Tal como se presentó en la sección de análisis tendencial para parámetros microbiológicos del capítulo del componente hídrico subterráneo, en el área de estudio se han encontrado cuantificaciones de compuestos microbiológicos en aguas subterráneas tanto a nivel temporal como espacial, situación evidenciada con recurrencia en las cercanías de zonas urbanas en puntos de monitoreo de las distintas empresas que desarrollan proyectos en la región. Esta situación ha sido propiciada, muy probablemente, por un mal manejo de aguas residuales domésticas por parte de las comunidades debido a la falta de infraestructura tratamiento y alcantarillado de aguas, tal como fue señalado en el espacio con la Gestora Territorial Ambiental del Departamento del Putumayo, del Grupo de Participación Ambiental de la Subdirección de Mecanismos de Participación Ciudadana de esta Autoridad. La confluencia de estas malas prácticas de manejo de aguas residuales domésticas implicaría el efecto del impacto **“Alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo”**.

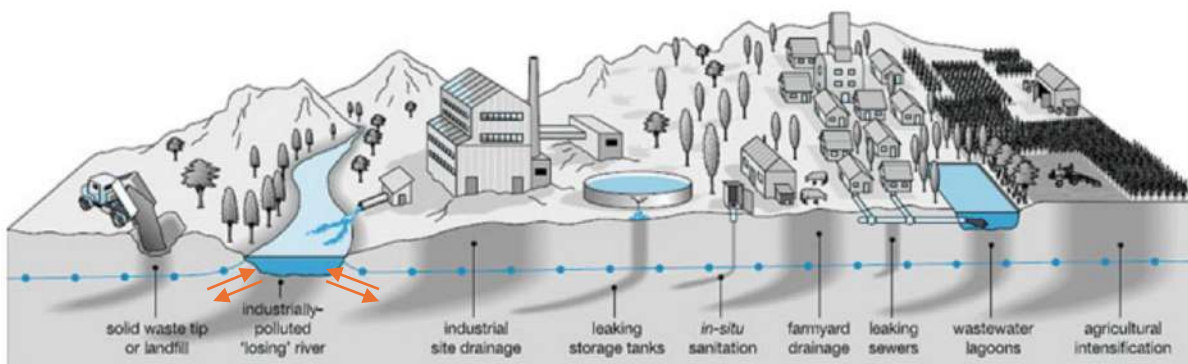


Por otro lado, a nivel hídrico superficial, el deterioro microbiológico constituye uno de los componentes más críticos del impacto ambiental. Las concentraciones de coliformes totales y fecales superan de forma recurrente los límites de referencia establecidos en el Decreto 1076 de 2015, con valores extremadamente altos en municipios como Mocoa, Orito y Puerto Asís, lo que evidencia la persistencia de vertimientos domésticos sin tratamiento adecuado en las microcuencas locales. Este escenario se acentúa con disminuciones significativas del oxígeno disuelto en varias SZH, donde se registran condiciones persistentemente inferiores a 5 mg/L en Río Mecaya y Río Putumayo Medio, así como episodios críticos en Alto Putumayo y Alto Caquetá durante 2024.

La presencia simultánea de valores atípicos muy elevados de DBO y DQO en 2024, con máximos superiores a 300 mg/L y 1.000 mg/L respectivamente, confirma un incremento abrupto de la carga orgánica biodegradable y no biodegradable, asociada principalmente a aportes de origen doméstico y descargas puntuales en áreas cercanas a los centros urbanos. Estos patrones reducen la capacidad de autodepuración de los sistemas lóticos, y generan condiciones de hipoxia que afectan la hidrobiota. En conjunto, estos procesos configuran un efecto acumulativo de **“alteración de la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental”**, evidenciando una presión creciente sobre la funcionalidad ecológica de las fuentes hídricas continentales.

Es importante resaltar, además, que es una situación que se evidencia tanto en aguas superficiales como subterráneas y que, teniendo en cuenta las condiciones de conexión hidráulica entre las unidades hidrogeológicas y los cauces superficiales, se retroalimenta entre sí y permite el flujo de contaminantes de uno a otro, como se presenta en el esquema a continuación:

Figura 154. Esquema de contaminación de aguas superficiales y subterráneas



Fuente: (Zeidan, 2017), modificado por ANLA (2025)

F. ACTIVIDAD 6. EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS ACUMULATIVOS SOBRE CADA VEC

VEC 1 - Gestión socioambiental y territorial de las comunidades

La **generación y/o alteración de conflictos sociales** y la **alteración del uso del suelo** constituyen impactos de **alta significancia** sobre el VEC *Gestión socioambiental y territorial de las comunidades*, debido a la convergencia de presiones territoriales que superan la variación natural y exceden la capacidad de respuesta institucional y comunitaria. La magnitud del impacto es alta, pues en el territorio confluyen actividades hidrocarburíferas, ganaderas, agroindustriales, minería artesanal e ilegal, cultivos ilícitos y eventos como derrames de crudo, sumados a disputas históricas por el acceso a la tierra y al agua y a la presencia de actores armados. Estos factores incrementan la probabilidad de escalamiento de tensiones y deterioran la cohesión social, la gobernanza territorial y el ejercicio de derechos colectivos sobre los recursos naturales y el territorio. En los escenarios donde la capacidad institucional es limitada, las tensiones tienden a acumularse, afectando la confianza comunitaria e incrementando la vulnerabilidad socioambiental.

La **sensibilidad del VEC es igualmente alta**, dada la dependencia directa de las comunidades respecto al acceso, control y uso sostenible del territorio, así como de la estabilidad organizativa y la articulación con instituciones locales. La alteración del uso del suelo presenta una magnitud sustancial a alta, ya que la expansión de la frontera agropecuaria, la presión de economías ilícitas, la transformación de áreas tradicionales y la disminución



de suelos disponibles para actividades productivas superan los rangos de tolerancia socioecológica. Desde un enfoque de derechos, estos impactos acumulativos comprometen el acceso seguro al territorio, el agua, el ambiente sano, la seguridad alimentaria y la participación en decisiones sobre el ordenamiento, reforzando su clasificación como impactos de significancia **Sustancial a Alta**. Estas tendencias podrían intensificarse en escenarios de disminución de actividades formales sin una planificación anticipada, lo que subraya la necesidad de medidas integrales de prevención, fortalecimiento organizativo y gobernanza participativa.

VEC 2 - Ecosistemas terrestres y conectividad ecológica

Los impactos **“Alteración a la estructura ecológica del paisaje”** y **“Alteración a comunidades de fauna terrestre”** representan un efecto ambiental significativo, cuya importancia se clasifica como **alta** en relación con el **VEC – Ecosistemas terrestres y conectividad ecológica**, debido a la elevada sensibilidad y vulnerabilidad de la región frente a estos cambios. La conectividad ecológica depende directamente de la integridad de la estructura ecológica del paisaje, ya que esta garantiza la continuidad espacial necesaria para el movimiento de las especies, el flujo genético y el adecuado funcionamiento de los sistemas naturales. Cuando dicha estructura se altera, se fragmentan los ecosistemas terrestres y se interrumpen los corredores biológicos, generando barreras que limitan la interacción ecológica entre sus componentes. Como resultado, no solo se modifica la composición y el equilibrio de los ecosistemas, sino que también se afectan las comunidades faunísticas que requieren hábitats específicos y una disponibilidad continua de recursos para su supervivencia.

La **“Alteración a comunidades de fauna terrestre”** constituye un impacto crítico sobre la biodiversidad, especialmente en el área regionalizada del Putumayo, una región que hace parte de la cuenca amazónica y que destaca por su alta riqueza biológica y la presencia de especies de importancia ecológica. Este territorio funciona como un corredor natural que conecta bosques húmedos tropicales, selvas de tierra firme, áreas de transición andino-amazónicas y diversos humedales. Las comunidades de fauna terrestre representan componentes estructurales y funcionales de estos ecosistemas, ya que participan en procesos esenciales como la dispersión de semillas, el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la regeneración forestal y la regulación de poblaciones. Esta área alberga especies altamente sensibles debido a su endemismo, vulnerabilidad, dependencia de microhábitats asociados a bosques primarios y requerimientos ecológicos específicos, por lo cual son especialmente susceptibles a la pérdida de hábitat. No obstante, la fragmentación de hábitats causada por actividades humanas reduce la disponibilidad de refugio, áreas de forrajeo y rutas de movilidad; a esto se suma el ruido, cuyos efectos pueden inducir estrés crónico, desplazamiento y cambios en los patrones de actividad. Asimismo, el estrés ambiental asociado al cambio climático altera la disponibilidad de recursos, modifica la estructura de los ecosistemas y afecta la estabilidad de los hábitats. Estos factores impactan directamente la movilidad, reproducción y supervivencia de las comunidades faunísticas, mientras que la pérdida de cobertura vegetal, la interrupción de corredores biológicos y la perturbación acústica comprometen la capacidad de las especies para desplazarse y mantener poblaciones viables. Este impacto puede ser particularmente crítico en el Putumayo, ya que compromete la resiliencia ecológica del territorio, incrementa el riesgo de pérdida de especies endémicas o de alto valor ecológico y genera desequilibrios en las interacciones tróficas y en la funcionalidad de los ecosistemas amazónicos.

VEC 3 - Calidad microbiológica del agua

En relación con el impacto de **“Alteración en la calidad del recurso hídrico subterráneo”**, representa un impacto ambiental significativo, cuya importancia se clasifica como **“sustancial”**, considerando que se experimentarían cambios más allá de la variación natural, pero sin generar un deterioro irreversible. Esto se debe a que las malas prácticas de desagüe por parte de las comunidades se extienden tanto espacial como temporalmente, lo que conlleva a una disminución extendida de la calidad del recurso en términos microbiológicos; sin embargo, se entiende que es un fenómeno reversible, pero que requiere un compromiso importante de parte de las autoridades ambientales, las comunidades, y las empresas que operan en la región. Dentro de los procesos de reversibilidad podrían llevarse a cabo medidas de descontaminación, desinfección y remediación, entre otros.

Con respecto al impacto denominado **“Alteración de la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental”**, se considera un impacto ambiental significativo, cuya importancia se clasifica como **“sustancial”**



en este análisis. Esto se debe a que en el área de estudio se presenta una alta disponibilidad del recurso hídrico superficial, condición que favorece los procesos de mezcla y autodepuración del sistema, atenuando parcialmente los efectos derivados de los aportes contaminantes. Adicionalmente, la implementación adecuada de las medidas de manejo para el tratamiento de aguas residuales domésticas contribuye a reducir la persistencia de contaminantes, por lo que el fenómeno puede considerarse potencialmente reversible, siempre que se mantengan y fortalezcan las acciones de control y saneamiento.

G. ACTIVIDAD 7. DEFINICIÓN DE LAS MEDIDAS DE GESTIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS ACUMULATIVOS SOBRE CADA VEC

VEC 1 - Gestión socioambiental y territorial de las comunidades

Para el impacto de generación y/o alteración de conflictos sociales

1. Fortalecimiento de la gobernanza y participación comunitaria

- Promover la creación y consolidación de mesas interinstitucionales de diálogo socioambiental, con participación de comunidades indígenas, campesinas, autoridades municipales, sector privado y entidades de control. Estas mesas deben funcionar como espacios permanentes para anticipar tensiones, gestionar conflictos por uso del suelo, acceso al agua y afectaciones a prácticas tradicionales, y acordar medidas preventivas.
- Implementar protocolos interinstitucionales de actuación temprana frente a señales de conflictividad social en zonas donde operan proyectos productivos o existen presiones acumuladas (hidrocarburos, minería artesanal, ganadería, cultivos ilícitos). Estos protocolos deben estar liderados por los gobiernos locales, con acompañamiento de autoridades ambientales, organismos de DD. HH. y representantes comunitarios.
- Diseñar e implementar sistemas de monitoreo participativo del recurso hídrico, suelo y áreas de uso tradicional, incorporando el conocimiento comunitario y los saberes étnicos. Asimismo, se recomienda establecer canales de retroalimentación directa entre comunidades, entidades públicas y empresas.
- Garantizar acceso a información clara, completa y culturalmente pertinente sobre los proyectos que interactúan con el territorio, asegurando materiales pedagógicos y traducciones a lenguas indígenas cuando sea necesario, y realizando socializaciones en espacios comunitarios definidos por las propias comunidades.
- Articular los Planes de Vida, Planes de Etnodesarrollo y planes comunitarios de ordenamiento dentro de los procesos de evaluación y toma de decisiones, promoviendo coherencia entre la planeación estatal y los proyectos definidos por los pueblos indígenas y comunidades campesinas.
- Impulsar la conformación y fortalecimiento de veedurías comunitarias ambientales y sociales, dotándolas de herramientas técnicas y acompañamiento institucional para ejercer control social sobre obras y actividades que tienen incidencia territorial.

Enfoque de derechos humanos: Estas medidas fortalecen el derecho a la participación incidente, el derecho a la consulta cuando aplique, el acceso a la información, el reconocimiento de la diversidad cultural y el ejercicio del control social, elementos esenciales para reducir la conflictividad.

Para el impacto de alteración del uso del suelo:

1. Ordenamiento territorial participativo y protección de áreas de uso tradicional

- Fortalecer los procesos de ordenamiento territorial rural con participación efectiva de comunidades indígenas y campesinas, integrando información sobre áreas de chagra, zonas de uso forestal tradicional, sitios de pesca, movilidad fluvial y espacios socioculturales. Esto permite prevenir cambios no concertados en coberturas y usos del suelo que puedan afectar los medios de vida.



- Identificar y registrar, de manera participativa, las áreas de especial importancia para la subsistencia y la organización comunitaria, de modo que puedan incorporarse en instrumentos locales de planificación, en decisiones de licenciamiento y en la definición de medidas de manejo.
- Impulsar la actualización y armonización entre los Planes de Ordenamientos Territorial (POT), los Planes de Vida y los planes de etnodesarrollo, promoviendo que los escenarios de expansión productiva o infraestructura no desconozcan las formas de gestión territorial propias de las comunidades.

2. Prevención de presiones sobre el territorio y control de actividades que transforman el suelo

- Apoyar a los gobiernos locales y a las entidades ambientales en el fortalecimiento de acciones de control frente a actividades que generan cambios intensivos en el uso del suelo, como la expansión ganadera, la deforestación, la minería ilegal y los cultivos ilícitos.
- Promover la implementación de corredores productivos sostenibles (entendidos como zonas estratégicas donde se concentran y organizan actividades económicas en áreas ya intervenidas o de menor sensibilidad ambiental) con el fin de reducir la presión sobre bosques y zonas de uso comunitario. Estos corredores deben articularse con programas de reconversión productiva y restauración ecológica en áreas con suelos degradados, fortaleciendo la sostenibilidad territorial.
- Incorporar programas de acompañamiento técnico y recuperación de suelos para comunidades que enfrentan pérdida de fertilidad o degradación por actividades extractivas o económicas de alto impacto.

3. Proyección territorial frente a escenarios futuros

- Desarrollar estrategias de transición socioeconómica en territorios donde confluyen actividades extractivas formales (como hidrocarburos) que, en escenarios futuros como agotamiento del recurso o cambios en la actividad, pueden dejar vacíos económicos y nuevas presiones sobre el suelo. Se recomienda formular planes que definan alternativas productivas viables y fortalecimiento organizativo para garantizar estabilidad y continuidad de medios de vida.
- Fortalecer capacidades locales en planificación comunitaria del territorio, de manera que las comunidades cuenten con herramientas para anticipar cambios en el uso del suelo y puedan adaptar sus prácticas productivas sin perder continuidad cultural.
- Incorporar análisis de conflictividad y acumulación de presiones sobre el suelo en los procesos de seguimiento, con el fin de anticipar deterioro de áreas estratégicas y orientar acciones preventivas.

Enfoque de derechos humanos: Estas medidas buscan garantizar el derecho al territorio, a los medios de vida, a la soberanía alimentaria y al ambiente sano, reforzando la autonomía territorial y la capacidad comunitaria para tomar decisiones informadas sobre el uso del suelo.

VEC 2 – Ecosistemas terrestre y conectividad ecológica

- **Establecimiento de corredores ecológicos y planes de conservación de especies de fauna silvestre**

Descripción: Los corredores para el movimiento de fauna silvestre son fundamentales para mantener la conectividad ecológica entre parches de hábitats fragmentados, ya que permiten el desplazamiento y la dispersión de las especies.

- ✓ Identificar corredores potenciales utilizando técnicas de análisis espacial (GIS) y modelado de nicho ecológico, así como la selección de indicadores clave como la riqueza de especies, tasa de movilidad y uso del corredor por fauna.
- ✓ 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.



- **Regulación de actividades extractivas**

Descripción: Establecer regulaciones estrictas que limiten el impacto de las actividades extractivas en hábitats sensibles, especialmente aquellas de carácter expansivo.

Estrategia:

- ✓ 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 el agroextractivismo sostenible y la gestión forestal sostenible.

- **Conservación y monitoreo ecológico**

Descripción: Implementar estrategias de conservación dirigidas a las comunidades de fauna silvestre y a los ecosistemas que las soportan, priorizando especies sensibles (en estado de amenaza y endemismo), áreas protegidas, bosques remanentes y corredores ecológicos. Esto debe complementarse con la gestión de un plan integral de seguimiento y monitoreo para evaluar el estado de los hábitats y dinámicas poblacionales.

Estrategia:

- ✓ **Implementar estaciones de monitoreo en puntos estratégicos**, especialmente en zonas de alta riqueza biológica y áreas con presión antrópica. Utilizar cámaras trampa, sensores de movimiento, grabadores acústicos y análisis genéticos para identificar patrones de presencia, abundancia y conectividad de la fauna.
- ✓ **Realizar análisis temporales y espaciales** para identificar tendencias en la composición y estructura de las comunidades de fauna, así como cambios en la integridad de los ecosistemas. Estos análisis deben orientar la toma de decisiones y el ajuste de estrategias de manejo adaptativo.
- ✓ **Establecer un ciclo sistemático de planificación, implementación, monitoreo y revisión**, incorporando metodologías de evaluación de riesgos ecológicos para identificar amenazas, mitigar incertidumbres y fortalecer la conservación del hábitat, especialmente en bosques húmedos tropicales y paisajes fragmentados.

- **Rehabilitación ecológica**

Descripción: La rehabilitación ecológica consiste en llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio con el objetivo de preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos, en donde no es necesario recuperar la composición original.

Estrategia:

- ✓ Rehabilitar áreas degradadas (coberturas de pastos) con especies nativas que promuevan los servicios ecosistémicos y la recuperación del suelo.
- ✓ Incluir prácticas como el control de especies invasora y la recuperación de suelos mediante métodos biológicos y mecanismos que tengan como finalidad promover la conectividad entre parches.

- **Restauración ecológica**

Descripción: la restauración ecológica consiste en recuperar la composición, estructura y funcionalidad de hábitats y de ecosistemas que han sido alterados o degradados.



Estrategia:

- ✓ Emplear el enriquecimiento con especies nativas de diferentes estadios sucesionales 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.

- **Zonificación ambiental**

Descripción: Establecer áreas de importancia para la conectividad como zonas de muy alta sensibilidad y áreas de exclusión en la zonificación de manejo para nuevos proyectos a desarrollar.

Estrategia:

- ✓ Incorporar estudios y análisis de conectividad ecológica, priorizando la protección de corredores estratégicos y áreas núcleo-corredor.
- ✓ Integrar planes de manejo adaptativo para garantizar la sostenibilidad de las áreas de importancia para la conectividad frente a cambios futuros.

- **Indicadores ecológicos**

Descripción: En el marco del plan de seguimiento y monitoreo al medio biótico se plantea la evaluación continua del estado de los corredores biológicos mediante el uso de indicadores que reflejen su funcionalidad y efectividad.

Estrategia:

- ✓ Implementar estaciones de monitoreo en puntos estratégicos con cámaras trampa, sensores de movimiento y análisis genéticos de poblaciones.
- ✓ Realizar análisis temporales para identificar tendencias y ajustar estrategias de manejo en función de los resultados obtenidos.

- **Participación comunitaria participativa**

Descripción: Integración de las comunidades locales en actividades de conservación y monitoreo de los corredores biológicos, por parte de las empresas que desarrollaran proyectos.

Estrategia:

- ✓ Diseñar programas de capacitación en restauración ecológica, rehabilitación ecológica, manejo sostenible de recursos y monitoreo de biodiversidad.
- ✓ Crear comités comunitarios que gestionen proyectos de conservación local, con apoyo técnico y financiero externo.
- ✓ Facilitar la comunicación entre comunidades y autoridades ambientales para garantizar que sus necesidades y conocimientos tradicionales sean considerados en los planes de manejo.

VEC 3 - Calidad microbiológica del agua

- **Manejo de aguas residuales y cargas difusas asociadas a actividades domésticas y pecuarias:**

Descripción: Formulación de un plan de manejo que reduzca las fuentes de contaminación en áreas rurales por descargas directas al río y por infiltración al suelo, aguas residuales y desechos pecuarios. El programa debe contemplar la vulnerabilidad del acuífero ante cargas contaminantes y las características de estos compuestos potencialmente contaminantes.



Estrategia:

- ✓ Realizar inventario de fuentes potenciales de contaminación asociadas a compuestos microbiológicos, con el objetivo de conocer espacialmente la distribución de focos de posible afectación bacteriológica al recurso hídrico.
 - ✓ Implementar buenas prácticas pecuarias y agrícolas que minimicen el aporte de residuos orgánicos al suelo y a las fuentes hídricas.
 - ✓ Promover sistemas de tratamiento simplificado en las viviendas rurales, como filtros biológicos, unidades de tratamiento, para evitar descargas sin tratamiento.
 - ✓ Implementar un programa de inspección, mantenimiento y mejora de tanques sépticos y otros sistemas individuales de tratamiento, que incluya un diagnóstico del estado de los tanques sépticos existentes (diseño, operación y frecuencia de mantenimiento), y se establezca un protocolo de mantenimiento periódico y obligatorio, así como lineamientos de rediseño o mejoramiento para sistemas que no cumplen los criterios técnicos normativos.
- **Evaluación permisos de vertimientos a fuentes hídricas y al suelo:**

Descripción: Dado el estado de la calidad microbiológica de los cuerpos de agua ubicados en el área de estudio, relacionados con altas cargas de coliformes fecales y totales, es necesario evaluar los vertimientos existentes y los que se soliciten en el futuro.

Estrategia:

- ✓ Caracterizar de manera detallada y periódica las condiciones microbiológicas de los cuerpos de agua superficial y de las aguas subterráneas en el área de influencia de los proyectos previo al inicio de actividades, incluyendo parámetros como coliformes totales, E. coli y coliformes fecales, así como variables fisicoquímicas relacionadas con la supervivencia bacteriana (temperatura, pH, turbidez, conductividad, oxígeno disuelto), con el fin de identificar la condición de línea base.
 - ✓ Evaluar de manera detallada las solicitudes de permisos de vertimiento a cuerpos hídricos considerando la línea base microbiológica, la capacidad de asimilación del cuerpo de agua y las características del tratamiento propuesto, analizando puntualmente la potencial afectación bacteriológica mediante balances de carga o modelaciones cuando aplique, con el fin de evitar incrementos adicionales en la carga microbiana del recurso hídrico.
 - ✓ Ajustar las condiciones de los permisos de vertimiento a cuerpos hídricos y al suelo previamente autorizados en los casos donde se identifiquen disminuciones sostenidas de la calidad microbiológica, mediante la modificación de caudales, requerimientos de tratamiento, frecuencias de monitoreo o, de ser necesario, la limitación o prohibición del vertimiento, asegurando que dichas modificaciones estén soportadas en evidencia técnica y en la normativa vigente.
 - ✓ Evaluar de manera detallada las solicitudes de permisos de vertimiento al suelo considerando la calidad de las aguas subterráneas de línea base, las características hidrogeológicas del área (profundidad del nivel freático, permeabilidad del suelo, dirección de flujo subterráneo) y la capacidad del sistema de tratamiento para remover microorganismos, garantizando que no exista riesgo de afectación bacteriológica a los acuíferos.
- **Evaluación integral de las unidades de interés hidrogeológico y definición de medidas de protección:**

Descripción: Fortalecimiento del conocimiento de las dinámicas hidrológicas en el área de estudio mediante la integración de información hidrogeológica, hidrodinámica, hidroquímica e indicadores de vulnerabilidad, que permitan comprender su comportamiento, su sensibilidad ante presiones antrópicas y las dinámicas de recarga y descarga entre aguas superficiales y subterráneas en la región.



Estrategia:

- ✓ Realizar una caracterización detallada de las unidades de interés hidrogeológico, con el objetivo de consolidar un modelo hidrogeológico conceptual. Asimismo, caracterizar en términos hidráulicos (transmisividad, conductividad hidráulica, y coeficientes de almacenamiento) y de calidad las unidades, con el objetivo de precisar el estado del recurso a nivel de reservas y de calidad de las aguas subterráneas.
 - ✓ Diseñar e implementar una red de monitoreo regional que permita conocer los niveles estáticos y dinámicos en las unidades de interés hidrogeológico, así como hacer seguimiento y control periódico a la calidad bacteriológica del mismo. Asimismo, identificar gradiente hidráulico y direcciones de flujo, que permitan conocer el grado de conectividad entre aguas subterráneas y superficiales a lo largo del año.
 - ✓ Realizar estudios y zonificación de zonas de recarga, de tal forma que se puedan delimitar zonas de exclusión para la instalación de sistemas sépticos, corrales o infraestructura para animales, y vertimientos. De la misma manera, establecer perímetros de protección alrededor de pozos y aljibes cuya captación está destinada a consumo humano.
 - ✓ De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto al estado de la calidad y disponibilidad de las aguas subterráneas, realizar un modelo numérico de flujo subterráneo para simular escenarios de cargas contaminantes, recarga y demanda de estas.
 - ✓ Socialización, educación y fortalecimiento comunitario acerca del uso del recurso, el estado, vulnerabilidad e importancia de este
- **Potabilización del agua destinada al consumo humano en zonas rurales:**

Descripción: Implementación de acciones orientadas a asegurar la calidad del agua destinada al consumo humano en comunidades rurales, mediante el fortalecimiento de sistemas básicos de potabilización, reducción de riesgos sanitarios y promoción de prácticas adecuadas de manejo del recurso.

Estrategia:

- ✓ Realizar un diagnóstico detallado del estado actual de las fuentes de agua que abastecen a las comunidades rurales, evaluando su calidad microbiológica (coliformes totales, E. coli y coliformes fecales) y las condiciones de infraestructura, operación y eficiencia de los sistemas de tratamiento existentes, cuando los haya, con el fin de identificar riesgos sanitarios asociados al consumo directo y establecer prioridades de intervención.
- ✓ Mejorar o implementar, según corresponda, sistemas de potabilización apropiados para las condiciones sociales y técnicas de las comunidades rurales (p. ej., filtración lenta en arena, cloración, sistemas compactos de potabilización), asegurando la remoción efectiva de patógenos; asimismo, capacitar a los usuarios en el correcto uso, operación rutinaria, dosificación adecuada de desinfectantes y mantenimiento preventivo para evitar fallas que permitan la entrada de contaminación microbiológica al agua tratada.
- ✓ Desarrollar campañas de educación comunitaria orientadas a fortalecer las capacidades locales para el monitoreo básico de la calidad del agua captada, incluyendo pruebas rápidas de coliformes y observación de parámetros organolépticos, con el propósito de identificar oportunamente agua no apta para consumo humano. Promover el uso de métodos de desinfección en el hogar cuando se detecten riesgos (como hervido o cloración segura) y prevenir el consumo de agua contaminada mientras se implementan o mejoran los sistemas de tratamiento.



- **Gestión de vertimientos urbanos:**

Descripción: Implementación de medidas orientadas a reducir, controlar y monitorear los vertimientos generados en áreas urbanas que puedan afectar la calidad microbiológica del agua, especialmente en sitios donde hay interacción entre aguas superficiales y subterráneas, con el objetivo de prevenir la infiltración de contaminantes hacia el subsuelo y conservar la calidad del agua subterránea.

Estrategia:

- ✓ Caracterizar las redes de alcantarillado y drenaje urbano para identificar puntos donde la infraestructura presente daños o mal funcionamiento, que impidan la llegada de estas al sistema de tratamiento y puedan generar fugas de aguas residuales.
- ✓ Evaluar la eficiencia y el estado de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), así como los vertimientos directos que puedan representar riesgo para la calidad microbiológica del recurso hídrico.
- ✓ Fomentar prácticas adecuadas de disposición de aguas residuales domésticas en zonas urbanas que no estén conectadas al sistema de alcantarillado, evitando pozos sépticos mal construidos o en mal funcionamiento.
- ✓ Monitorear la calidad del agua subterránea en zonas urbanas mediante una red de monitoreo, que permitan conocer información de niveles de esta, así como el estado de la calidad.

XXI. CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES PARA LA GESTIÓN

A. CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES DIRIGIDOS A SELA

Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
Medio abiótico – calidad del agua superficial	Se identifican tramos críticos en la región con calidad de agua comprometida debido a la carga orgánica y contaminantes acumulados de múltiples fuentes, lo que reduce la capacidad de asimilación especialmente bajo condiciones de bajo caudal. Esta situación podría agravarse en escenarios futuros de estiaje prolongado y cambio climático. Adicionalmente, en ciertas subzonas (como la del río Orito-Putumayo) la información de calidad de agua disponible está desactualizada (últimos datos de 2019-2021), dificultando una evaluación precisa en nuevos estudios.	- Solicitar a los proponentes de nuevos proyectos la inclusión de modelaciones de calidad de agua que contemplen escenarios críticos de caudal (7Q10) y escenarios de cambio climático, especialmente en cuencas ya sometidas a cargas contaminantes significativas. - Exigir la actualización de la línea base de calidad del agua con campañas recientes cuando los datos existentes no reflejen la condición actual (p. ej. información anterior a 2020), de modo que la evaluación ambiental se base en cifras representativas y confiables. - Incorporar medidas y condicionantes más estrictas sobre vertimientos en las licencias ambientales de proyectos ubicados en microcuencas sensibles; por ejemplo, límites de descarga más restrictivos que los estándares mínimos y la obligación de implementar tecnologías avanzadas de tratamiento de efluentes para garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad del agua en esos tramos. - Evaluar de forma integral las cargas contaminantes acumulativas en la cuenca antes de otorgar una nueva licencia de vertimiento: si un nuevo proyecto podría conducir a exceder los objetivos de calidad en el cuerpo de agua receptor, se deberá ajustar su plan de manejo o, de ser necesario, reconsiderar la viabilidad del vertimiento propuesto. - Utilizar los resultados del modelo hidrogeológico de flujo (cargas hidráulicas estables) como base para la justificación técnica sobre la viabilidad de los límites de aprovechamiento y la proyección de concesiones futuras en el área de estudio.	Evitar que nuevas actividades licenciadas agraven la contaminación hídrica regional, promoviendo que en la fase de evaluación se anticipen escenarios desfavorables. Con ello se busca asegurar que los proyectos aprobados cuenten con medidas preventivas y adaptativas robustas, de forma que no se generen cargas adicionales incompatibles con la capacidad de los ríos y quebradas, aun considerando el cambio climático.
Medio Socioeconómico	Con base en el ejercicio de identificación y evaluación de impactos acumulativos, se evidenció que el VEC-Gestión socioambiental y territorial de las comunidades está asociado a dos impactos con potencial acumulativo: la generación y/o alteración de conflictos sociales y la alteración del uso del suelo. Ambos impactos se ven influenciados por las dinámicas territoriales propias del Putumayo y pueden intensificarse en escenarios de presión sobre el territorio, transformaciones en los patrones de ocupación y limitaciones en los procesos de gestión comunitaria.	Respecto al impacto generación y/o alteración de conflictos sociales, se recomienda: - Activar mesas de diálogo socioambiental con participación de autoridades, empresas y comunidades. - Implementar protocolos de alerta temprana para gestionar tensiones antes de su escalamiento. - Fortalecer monitoreo participativo de recursos naturales. - Garantizar información clara y culturalmente adecuada sobre proyectos. - Articular los Planes de Vida y agendas comunitarias en la toma de decisiones. - Impulsar veedurías comunitarias con soporte técnico. - Mejorar la coordinación institucional para atender contingencias y conflictos.	Prevenir y mitigar la acumulación de tensiones socioambientales, fortaleciendo la gobernanza territorial y la capacidad de respuesta comunitaria e institucional. Evitar transformaciones no concertadas del territorio y proteger los usos comunitarios, promoviendo un manejo sostenible del suelo frente a presiones extractivas y económicas.



		Respecto al impacto alteración del uso del suelo, se recomienda: • Promover ordenamiento territorial participativo y reconocimiento de áreas de uso tradicional. • Integrar información comunitaria en los instrumentos de planificación. • Fortalecer control sobre actividades que transforman el suelo (deforestación, minería ilegal, cultivos ilícitos). • Impulsar corredores productivos sostenibles y recuperación de suelos degradados. • Anticipar escenarios futuros de cambio o transición de actividades extractivas. • Fortalecer capacidades locales de planificación territorial.	
Medio Socioeconómico	Se evidencia una alta vulnerabilidad de las fuentes hídricas debido a derrames, procesos de sedimentación, captaciones sin control y contaminación asociada a actividades extractivas e ilícitas. Esta situación se agrava por las brechas persistentes en el acceso a agua, especialmente en zonas rurales donde la infraestructura y la cobertura institucional son limitadas.	• Solicitar el fortalecimiento de programas de prevención y atención de contingencias, con énfasis en zonas históricamente afectadas. • Solicitar monitoreo participativo del recurso hídrico en los procesos de evaluación. • Solicitar mayor detalle sobre medidas de protección de nacimientos y microcuencas en nuevos proyectos.	Reducir riesgos de afectación acumulativa al agua y mejorar la trazabilidad y transparencia del estado del recurso en los territorios vulnerables.
Medio Socioeconómico	Se evidencian suelos deteriorados por derrames, minería ilegal, deforestación y la expansión de actividades agropecuarias. Esto ha generado zonas sobreutilizadas y con pérdida de su vocación natural, lo que reduce su capacidad para mantener usos productivos y ambientales adecuados.	• Solicitar medidas de recuperación de suelos en áreas con afectaciones previas, así como, información detallada sobre usos actuales y vocaciones. • Integrar mapas de sobreutilización del suelo en la evaluación de proyectos.	Prevenir nuevas afectaciones y asegurar que los proyectos consideren la capacidad real del suelo.
Medio Socioeconómico	En el Putumayo se mantiene una percepción significativa de desconfianza entre comunidades indígenas y campesinas, alimentada por la presencia histórica de actores armados, las economías ilícitas y la superposición de actividades extractivas y agropecuarias. Estas condiciones han generado tensiones socioambientales recurrentes, especialmente en torno al acceso al territorio, al agua y a los espacios de uso comunitario, afectando la cohesión social y la gobernanza local. Adicionalmente, persisten barreras para acceder a información ambiental clara y oportuna, lo que limita la participación informada de las comunidades en decisiones sobre proyectos y transformaciones del uso del suelo. Esta falta de información, sumada al contexto de conflictividad y a la limitada presencia institucional en zonas rurales, profundiza la desconfianza y dificulta la gestión socioambiental territorial.	Teniendo en cuenta los objetivos estratégicos de la ANLA en el marco de la implementación del Acuerdo de Escazú, se recomienda: • Acceso a la información ambiental: Durante los procesos de evaluación y seguimiento, garantizar la difusión clara, oportuna y accesible de la información ambiental en lenguaje ciudadano, con enfoque diferencial (étnico, territorial, género), y mediante medios adecuados para cada contexto local (radio comunitaria, piezas gráficas, redes sociales locales, asambleas, etc.). • Participación pública incidente: Integrar mecanismos de participación incidente desde la etapa temprana de evaluación ambiental hasta el seguimiento de proyectos, incluyendo la instalación de mesas territoriales de diálogo, espacios de consulta temprana y seguimiento participativo con actores comunitarios. • Acceso a la justicia en asuntos ambientales: Articular desde ANLA, en los procesos de evaluación y seguimiento, rutas de coordinación con autoridades ambientales regionales y órganos de control para atender y resolver denuncias ciudadanas, y hacer seguimiento a las medidas preventivas y correctivas. • Protección a personas y organizaciones defensoras de derechos humanos ambientales: Incorporar protocolos de prevención y protección en los procesos	Fortalecer la inclusión y la participación efectiva de las comunidades en los procesos de licenciamiento ambiental, garantizando el pleno ejercicio de sus derechos a la información, la justicia ambiental y la participación en la toma de decisiones. Es fundamental que las decisiones relacionadas con el uso de los recursos naturales integren los intereses, conocimientos y preocupaciones de las comunidades locales, con el fin de minimizar los riesgos de conflictividad socioambiental y fomentar un desarrollo más sostenible, justo y equitativo. Esta recomendación también busca reforzar la protección de los derechos humanos y ambientales de las poblaciones más vulnerables, en coherencia con los principios del Acuerdo de Escazú.



		de evaluación y seguimiento ambiental, que incluyan alertas tempranas, articulación con entidades competentes (Defensoría, UNP) y reconocimiento del rol de defensores/as ambientales.	
Medio Socioeconómico	Se identifican barreras para acceder a información ambiental clara y oportuna, especialmente en comunidades indígenas y campesinas que enfrentan limitaciones de comprensión técnica y escasa disponibilidad de materiales adecuados a sus contextos culturales y lingüísticos. Esta falta de información afecta la capacidad de participación informada en decisiones sobre proyectos y cambios en el territorio.	Solicitar información ambiental en lenguaje claro, con pertinencia cultural y formatos accesibles para comunidades indígenas y campesinas.	Garantizar participación informada y reducir barreras de comprensión identificadas en el territorio.
Medio Socioeconómico	El territorio presenta una dispersión significativa de los asentamientos rurales, dificultades de movilidad por las condiciones de la infraestructura vial y fluvial, y riesgos asociados a la presencia de actores armados. Esto limita la asistencia efectiva de las comunidades a espacios de participación y dificulta procesos de consulta y socialización.	Requerir estrategias de participación diferenciadas para zonas rurales dispersas, considerando dificultades de movilidad y condiciones de seguridad.	Asegurar procesos de participación realistas, inclusivos y adaptados a la geografía y riesgos del Putumayo.
Medio Socioeconómico	Existen tensiones socioambientales recurrentes relacionadas con el uso del suelo, la presencia de actividades extractivas y los conflictos por acceso a recursos como la tierra y el agua. Estas tensiones pueden escalar debido a la falta de mecanismos de relacionamiento temprano, ausencia de rutas claras de diálogo y limitada articulación entre actores comunitarios, institucionales y productivos.	Solicitar protocolos de relacionamiento temprano y gestión de conflictos, incorporando análisis de tensiones socioambientales y rutas de diálogo.	Prevenir la escalada de conflictos asociados a transformaciones del territorio y actividades extractivas.
Medio Biótico	Se ha evidenciado la superposición o influencia de proyectos licenciados y prospectivos (con mayor área el sector de hidrocarburos) sobre áreas núcleo y núcleo corredor de especies clave dentro del área de importancia ecológica	- Reducir la intervención en áreas prioritarias para la conectividad ecológica de especies clave, adicionalmente formular e implementar planes de manejo orientados en prácticas enfocadas en las restauración y rehabilitación ecológica. - Así mismo, se debe considerar el otorgamiento de permiso de aprovechamiento forestal en zonas de alta importancia ecológica.	- Prevenir la fragmentación y pérdida de hábitat de especies clave dentro del área de importancia ecológica. - Priorizar la conservación de las áreas dominadas núcleo corredor de especies indicadoras como Jaguar (<i>Panthera onca</i>), Paujil coliblanco (<i>Mitu salvinii</i>), Mono tití de manos negras (<i>Cheracebus medemi</i>), Mono Lanudo (<i>Lagothrix lagothricha</i>).
Medio Biótico	Presencia de zonas de alta prioridad para diferentes grupos faunísticos y superposición de proyectos licenciados y prospectivos en área reportadas dentro de las alertas tempranas de deforestación (Núcleos de deforestación identificados por IDEAM, 2024)	- Priorizar las áreas núcleo de deforestación identificadas por IDEAM, 2024 en el sentido de disminuir o restringir los permisos de aprovechamiento forestal debido que la presencia de áreas boscosas tiene relación directa con los corredores biológicos de grupos faunísticos claves como los primates Mono tití de manos negras (<i>Cheracebus medemi</i>), Mono Lanudo (<i>Lagothrix lagothricha</i>). Así como la inclusión de medidas para la fauna como programa de manejo vial, rescate y reubicación e infraestructura verde para la fauna silvestre. - Se sugiere direccionar acciones de compensación e inversión de no menos del 1% en los núcleos de deforestación, así mismo la generación de acuerdos de conservación, adquisición de predios en áreas de sociedad o fortalecimiento de las áreas inscritas ante el RUNAP.	Reducir la pérdida de hábitat para especies de fauna, especialmente para el grupo de primates
Medio Biótico	Se evidencia la presencia de diferentes especies de flora en categoría de amenaza	Se recomienda integrar las actividades de manejo a las estrategias de conservación regional de dichas	Priorizar la conservación de especies de flora en categoría de amenaza, apoyándose en



		especies en las áreas de intervención de proyectos que presentes especies de flora amenazadas. Así mismo se recomienda en los planes de compensación e inversión de no menos del 1% la siembra de especies promisorias, endémicas o en alguna categoría de amenaza presentes en el área regionalizada.	las estrategias de conservación regional
Medio Biótico	Se ha evidencia la superposición o influencia de proyectos prospectivos sobre áreas destinadas a núcleos de desarrollo forestal	Se recomienda contemplar las áreas definidas dentro los núcleos de desarrollo forestal con el fin armonizar las actividades que se contemplan en las mismas.	Fomentar la coexistencia armoniosa entre los proyectos prospectivos y actividades que integran los núcleos de desarrollo forestal
Medio biótico	Se observó que para todas las comunidades hidrobiológicas se reportan 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 evaluados, asegurando la correcta correspondencia entre las unidades y las comunidades analizadas, con el fin de mejorar la comparabilidad y la integridad de los datos. Evitar pérdida de información en futuros análisis.
Componente Hídrico Subterráneo	Actividades de inyección con objetivo las formaciones Pepino y Caballo	Al momento de evaluar actividades de inyección sobre las formaciones Pepino y Caballos, analizar las características del miembro a inyectar y la conexión hidráulica entre este y aquellos miembros con potencial hidrogeológico.	Evitar actividades de inyección en unidades con potencial hidrogeológico Conocer a detalle la conexión hidrogeológica entre unidades acuíferas e inyectadas, a fin de evitar posibles cambios en las condiciones de calidad de las aguas subterráneas en unidades con potencial hidrogeológico.
Cambio climático: mitigación y adaptación	Bajo los escenarios analizados (por ejemplo, SSP3-7.0) se proyectan aumentos de temperatura, incrementos en la precipitación y una mayor frecuencia de lluvias extremas, lo que eleva significativamente el riesgo de inundaciones y remociones en masa en el piedemonte andino-amazónico. Una parte importante de la infraestructura licenciada se encuentra localizada en estas zonas de riesgo alto y muy alto; sin embargo, esta condición no siempre queda reflejada de manera explícita en las obligaciones de cambio climático establecidas en los actos administrativos.	- Determinación de la aplicabilidad y alcance de la obligación de cambio climático (árbol de decisiones de cambio climático). La obligación de presentar información de cambio climático (al menos en su alcance mínimo) deberá considerarse aplicable cuando: (a) el proyecto tenga un horizonte operativo posterior al año 2040 y/o (b) se localice en áreas clasificadas con amenaza, vulnerabilidad o riesgo alto o muy alto, de acuerdo con los insumos de caracterización regional. En estos casos, se sugiere que la evaluación de nuevos proyectos y modificaciones incluya el análisis de riesgo climático regional como criterio para definir el alcance de la obligación, de modo que cuando la infraestructura se ubique en zonas de riesgo alto o muy alto se orienten medidas específicas de adaptación con base en las guías sectoriales y la guía transversal de la ANLA. - Reconocimiento de medidas de adaptación (orientación). Una vez	Orientar la aplicación de la obligación de cambio climático de manera coherente con el riesgo climático proyectado y la localización de la infraestructura, de forma que los proyectos con mayor exposición incorporen, desde la evaluación, medidas de adaptación pertinentes y técnicamente justificadas. Al mismo tiempo, se busca brindar un marco claro para que los titulares identifiquen y sustenten sus medidas de adaptación, incluyendo aquellas que puedan corresponder a obligaciones ambientales ya existentes en otros medios y componentes, apoyándose en el Portafolio de cambio climático y en las guías técnicas de la ANLA, de manera que la obligación climática se traduzca en acciones concretas y verificables de reducción del riesgo.



		impuesta la obligación y realizado el análisis de riesgos climáticos por parte de la empresa, las medidas de adaptación que esta propongá podrán alinearse con obligaciones ambientales ya existentes en otros medios y componentes, siempre que se demuestre su pertinencia frente a los riesgos identificados. La identificación y justificación de dichas medidas corresponde al titular del proyecto, quien podrá apoyarse en el Portafolio de cambio climático y en las guías técnicas de la ANLA. Este componente no hace parte del árbol de decisión que define la imposición de la obligación, sino de las orientaciones para su adecuado cumplimiento.	
VEC – Recurso hídrico	Cuantificación de parámetros microbiológicos tanto en aguas subterráneas como superficiales a nivel temporal y espacial en el área de estudio.	Evaluar detalladamente los permisos de vertimiento en solicitudes de licencia ambiental en superposición con el área definida para el VEC	Conocer las condiciones de base microbiológica del agua, así como sus posibles afectaciones debido a los permisos de vertimiento que soliciten los proyectos.
Componente atmosférico	Los permisos de emisiones otorgados en las licencias ambientales y sus respectivos conceptos técnicos, en algunas ocasiones, carecen de precisión en cuanto a la ubicación, cantidad y tasas de emisión autorizadas para cada fuente.	Garantizar que los permisos de emisión otorgados cumplan estrictamente con los criterios del Decreto 1076 de 2015. En particular, los actos administrativos deben especificar la ubicación geográfica, el inventario de fuentes, sus horas de operación, características físicas y las tasas de emisión autorizadas. Para sectores con incertidumbre operativa inicial, se deberán presentar, como mínimo, las proyecciones de instalación, el modelo de gestión y los diseños básicos preliminares de las fuentes futuras.	Asegurar que los permisos de emisión cuenten con la información necesaria como la ubicación geográfica, el inventario de fuentes, sus horas de operación, características físicas y las tasas de emisión autorizadas.

B. CRITERIOS TÉCNICOS REGIONALES DIRIGIDOS A SSLA

Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
Medio abiótico – calidad del agua superficial	Los resultados del análisis regional evidencian que persisten condiciones de calidad del agua por debajo de lo esperado en varios cuerpos hídricos bajo la influencia de proyectos en operación. Se observan superaciones de parámetros clave (por ejemplo, Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno, grasas y aceites, hidrocarburos totales, coliformes fecales y totales, entre otros) en tramos de los ríos Caquetá, Mocoa, Orito–Putumayo y sus afluentes críticos (quebradas Agua Blanca, Águila, etc.), lo cual sugiere eficacia limitada de las medidas de manejo implementadas y posibles incumplimientos de la normativa de vertimientos. A esto se suma que en ciertas áreas la información de monitoreo reportada por los titulares no ha sido actualizada recientemente, dificultando la verificación del desempeño ambiental real.	Requerir a los titulares de las licencias un fortalecimiento de sus programas de monitoreo de calidad del agua superficial, incrementando la frecuencia de muestreo e incorporando todos los parámetros críticos identificados en el RAR (oxígeno disuelto, DBO, DQO, SST, hidrocarburos, Fenoles, metales pesados, coliformes, etc.), especialmente en puntos aguas abajo de los vertimientos autorizados. Realizar verificaciones e inspecciones conjuntas con CORPOAMAZONIA en los cuerpos de agua receptores más sensibles, contrastando in situ la calidad del agua y los datos de los informes de cumplimiento ambiental. De este modo se podrán detectar y corregir oportunamente desviaciones o anomalías no reportadas por los titulares, robusteciendo la transparencia en el seguimiento.	Asegurar el cumplimiento efectivo de la normatividad de vertimientos y la mejora del desempeño de los proyectos en operación, de manera que se detenga y revierta la tendencia de deterioro en las fuentes hídricas de la región. La meta es proteger la calidad del agua superficial mediante un seguimiento riguroso y transparente, que incentive la corrección rápida de desviaciones, garantice la aplicación de medidas de control adecuadas por parte de los operadores y promueva la confianza de la comunidad en la gestión ambiental.
Medio Socioeconómico	Presuntas afectaciones a fuentes hídricas superficiales derivadas de contingencias operacionales y acciones de terceros (instalación de válvulas ilícitas, derrames, vertimientos). Expedientes: LAM4174, LAV0056-2015, LAM6356, LAM0199, LAM7834, LAM2469, LAM4113, LAV0040-2022, LAV0054-2022.	- Solicitar a los titulares el fortalecimiento de sistemas de detección temprana de fugas y eventos no programados, priorizando zonas con recurrencia. - Recomendar reforzar medidas de contención y respuesta a contingencias, articuladas a riesgos regionales. - Promover socialización periódica de resultados de monitoreo hídrico con comunidades.	Fortalecer prevención, detección y manejo de riesgos sobre cuerpos hídricos y mejorar la transparencia en la información ambiental.



Medio Socioeconómico	Presuntas afectaciones de suelos por derrames, persistencia de materiales impregnados con hidrocarburos y áreas afectadas por eventos pasados. Expedientes: LAM4174, LAM0199, LAM7834, LAM2469.	- Solicitar actualización del inventario de áreas presuntamente afectadas. - Recomendar articulación regional entre titulares cuando existan patrones comunes de afectación.	Asegurar remediación oportuna y prevenir nuevas afectaciones en suelos agrícolas y ecosistemas sensibles.
Medio Socioeconómico	Presencia de material particulado por tránsito, olores ofensivos y niveles de ruido asociados a motores, captaciones y helipuertos. Expedientes: LAM4174, LAM6356, LAM0199, LAM4113.	- Requerir optimización y verificación de medidas de control de polvo en vías internas. - Solicitar fortalecimiento de controles de emisiones en pozos y baterías. - Verificar la necesidad de realizar ajustes a los planes de manejo de ruido, priorizando horarios sensibles para comunidades.	Reducir molestias a comunidades y prevenir efectos en salud y actividades productivas.
Medio Socioeconómico	Reportes por presunta de afectación a vegetación, cultivos, fauna silvestre y animales domésticos por derrames o ruido. Expedientes: LAM0199, LAM7834, LAM2469, LAM4113, LAV0054-2022.	- Verificar la necesidad de ampliación de los programas de monitoreo de fauna, priorizando especies sensibles. - Solicitar protocolos reforzados de rescate, atención y reporte de fauna afectada. - Recomendar incorporar análisis de sinergias regionales donde existan afectaciones repetitivas.	Minimizar riesgos sobre biodiversidad y asegurar una respuesta adecuada ante eventos que puedan afectarla.
Medio Socioeconómico	Presunta afectación a prácticas culturales, percepciones de insuficiente información, preocupación por integridad de sitios culturales y caminos ancestrales. Expedientes: LAM4174, LAM6356, LAM0199, LAM4113, LAV0040-2022, LAV0054-2022, LAV0016-2023, LAM1358.	- Solicitar mecanismos reforzados de información y participación adaptados culturalmente. - Fortalecer espacios de diálogo intercultural, priorizando zonas con elementos culturales relevantes (ej. Sacha Mate). - Requerir medidas diferenciales que garanticen acceso oportuno a información ambiental.	Promover confianza, prevenir conflictividades y asegurar consideración de prácticas y valores culturales.
Medio Socioeconómico	Expectativas laborales no satisfechas, rechazo a ciertas actividades (como inyección de agua), necesidad de mayor claridad sobre procesos y preocupaciones por dinámicas territoriales. Expedientes: LAM4174, LAM7834, LAM2469, LAM4113, LAV0040-2022, LAV0054-2022.	- Recomendar incorporación de análisis de conflictividad social en el seguimiento. - Solicitar ajustes a planes de relacionamiento comunitario en zonas con protestas o inconformidades. - Requerir la actualización de estrategias de empleo local con criterios transparentes.	Reducir conflictividades socioambientales y fortalecer relacionamiento entre proyectos y comunidades.
Medio Biótico	En la revisión de los permisos de aprovechamiento forestal se identificó ausencia de información como las cantidades, volúmenes y/o áreas otorgadas en los permisos competencia de la autoridad regional de los proyectos.	Se sugiere solicitar por parte del grupo de seguimiento a las sociedades el balance de los permisos de aprovechamiento forestal de las autoridades ambientales regionales que comprenda información relevante como volumen (m3), área (ha) y cantidad de individuos.	Identificar la demanda del recurso forestal en la región e identificar los impactos acumulativos y sinérgicos que se están generando en el territorio por esta actividad.
Medio Biótico	Se requiere realizar análisis de la tendencia de poblaciones de fauna de especies claves. Así mismo generar indicadores de evaluación y seguimiento que permitan identificar cambios asociados a impactos de proyectos a cargo de la Autoridad.	Se recomienda establecer un sistema de monitoreo basado en la identificación de impactos por parte de la sociedad donde se evidencie pérdida de hábitat, afectación a las coberturas, ecosistemas, fauna y flora terrestre y acuática y lo demás relacionen con el medio biótico, que se implemente durante todas las etapas del proyecto en las diferentes temporadas climáticas asociadas al área regionalizada y que a través del tiempo cumpla con el mismo esfuerzo y diseño de muestreo.	Identificar cambios tendenciales en la fauna a nivel de comunidades y poblaciones de especies claves y la potencial por impactos provenientes del proyecto.
Medio Biótico	Disponibilidad limitada de información en relación con la especialización de las áreas de monitoreo para la fauna terrestre.	Se sugiere consolidar la información espacial para los monitoreos de fauna terrestre.	Fortalecer los análisis regionales con los ejercicios de modelación biótica dirigidos a especies focales, claves. Así como la especialización de los monitoreos periódicos de fauna silvestre, individuos reubicados y sus áreas de liberación.
Medio Biótico	Se ha evidenciado la superposición o influencia de proyectos licenciados sobre áreas de conectividad funcional para especies clave dentro del área de importancia ecológica.	Se recomienda realizar un análisis de seguimiento, que permita determinar si los proyectos en el área regionalizada generan afectaciones sobre las especies, así mismo en caso de evidenciar impactos se sugiere:	Prevenir la fragmentación y pérdida de hábitat de especies clave en los ecosistemas con el fin de mantener y



		- Se recomienda formular planes de manejo orientados al mejoramiento de habitar, restauración y fortalecimiento de la conectividad ecológica dentro de ecosistemas claves. - La formular e implementar medidas de protección y conservación en áreas donde se distribuyen las especies y áreas de conectividad ecológica. - Monitoreo de la supervivencia de la fauna silvestre reubicada.	mejorar la conectividad funcional. Garantizar la supervivencia de la reubicación de individuos de fauna silvestre durante las diferentes etapas de los proyectos.
Medio biótico	Se idéntico que algunos taxones han sido reportados en comunidades que no corresponden a su naturaleza o características ecológicas (especies de peces reportadas en perifiton)	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.
Medio biótico	Se identificaron diferencias e inconsistencias taxonómicas entre expedientes para todos los grupos en ecosistemas 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.
Componente Hídrico Subterráneo	Se encontraron elevadas concentraciones de Bario (Ba) en dos puntos de monitoreo del expediente LAM4174	Realizar un análisis histórico de los puntos PIE-20 y PIE-36 con respecto a la concentración de Bario en el agua subterránea.	Entender las posibles causas de las altas concentraciones de Bario encontradas en los años 2021 y 2024 en puntos de monitoreo de aguas subterráneas.
Componente Hídrico Subterráneo	Presencia de compuestos bacteriológicos (coliformes fecales y totales) con sobrepasos normativos en muestras de aguas subterráneas de monitoreos del expediente LAM2469.	Realizar un análisis que histórico y espacial sobre las fuentes potenciales de contaminación asociadas con parámetros microbiológicos .	Conocer las posibles fuentes de contaminación bacteriológica a puntos de monitoreo de aguas subterráneas del expediente LAM2469.
Cambio climático: mitigación y adaptación	De los siete proyectos con obligación de cambio climático identificados en el área de estudio, cinco presentan incumplimientos totales o parciales en la entrega de inventarios de GEI, reportes de mitigación y/o medidas de adaptación. Esta situación se agrava porque varios de estos proyectos se localizan en zonas de riesgo alto y muy alto frente al cambio climático como detonante y, además, la información reportada en los Informes de Cumplimiento Ambiental es heterogénea: en algunos casos no se indica con claridad el estado de la obligación y en otros solo se presentan descripciones generales sin indicadores ni soportes verificables, lo que dificulta determinar el grado real de cumplimiento.	Fortalecer, en la revisión de los ICA de proyectos con obligación de cambio climático, la verificación específica del estado de cada compromiso climático (emisiones, mitigación y adaptación), privilegiando la trazabilidad entre lo ordenado en el acto administrativo y lo efectivamente reportado por el titular, con especial énfasis en los proyectos ubicados en zonas de riesgo alto y muy alto. Cuando la información resulte insuficiente o poco clara para determinar el cumplimiento, emplear los mecanismos ya previstos en la normatividad (requerimientos de información adicional y visitas de seguimiento) para aclarar el estado real de las obligaciones climáticas y definir las acciones a seguir.	Mejorar la claridad y certeza sobre el grado de cumplimiento de las obligaciones de cambio climático en los proyectos licenciados, especialmente en aquellos localizados en zonas de mayor riesgo, de manera que el seguimiento contribuya efectivamente a reducir el riesgo climático y las emisiones de GEI
VEC – Recurso hídrico	Cuantificación de parámetros microbiológicos tanto en aguas subterráneas como superficiales a nivel temporal y espacial en el área de estudio.	Hacer un seguimiento específico a los permisos de vertimiento en proyectos en superposición con el área definida para el VEC	Conocer las posibles afectaciones a la calidad microbiológica del agua debido a los permisos de vertimiento existentes.
Componente atmosférico	Se evidenció una condición de criticidad regional alta o muy alta de forma reiterada en los registros de ruido ambiental (diurno y nocturno). Actualmente, los datos no permiten distinguir con certeza si dichos niveles provienen de fuentes naturales o antrópicas ajenas a la operación de los proyectos. Esta situación se	Establecer la obligación temporal de realizar, por única vez, una modelación de ruido para proyectos con una condición ambiental 'alta' reiterada. El objetivo es diferenciar los aportes del proyecto frente a otras fuentes del entorno acústico. Asimismo, los resultados permitirán	Esta medida se establece para verificar las emisiones reales de los proyectos y determinar su impacto neto sobre los niveles de ruido ambiental. De este modo, se facilita el seguimiento de las medidas de



	presenta específicamente en los expedientes LAM0199, LAM4113 y LAM6356	redefinir los puntos de monitoreo de ruido ambiental y de emisión. Para efectos de validación, el proyecto deberá entregar los archivos de entrada, procesamiento y salida del modelo.	manejo vigentes y se obtiene el sustento técnico para evaluar la imposición de obligaciones adicionales, de ser necesario.
--	--	--	--

C. RECOMENDACIONES DE CARÁCTER REGIONAL PARA EXTERNOS

Medio/ Componente	Situación evidenciada	Recomendaciones Regionales	Objetivo
Medio abiótico – calidad del agua superficial	La problemática de calidad del agua en la región del Putumayo es de carácter multisectorial: además de las descargas de proyectos licenciados, existen aportes significativos de fuentes externas no reguladas, como vertimientos domésticos sin tratamiento adecuado (alcantarillados incompletos o inexistentes en zonas rurales), actividades ilícitas (explotación ilegal de crudo, minería aurífera no autorizada con uso de mercurio) y fuentes difusas agrícolas que contribuyen nutrientes y sedimentos. Estas situaciones, sumadas a las limitaciones en cobertura de servicios de saneamiento básico, generan impactos acumulativos sobre las quebradas y ríos, excediendo la capacidad de gestión de una sola entidad. Se evidencia la necesidad de mayor articulación interinstitucional y de la participación activa de la comunidad para atender estos retos de manera integral.	- Gestionar inversiones y proyectos de saneamiento básico desde las administraciones municipales y departamental, con apoyo de entidades nacionales si es del caso, dirigidos a la construcción y optimización de sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales. Esta recomendación busca reducir gradualmente las cargas orgánicas y bacteriológicas que llegan a los ríos por aguas servidas sin tratar, las cuales actualmente contribuyen a la degradación de la calidad del agua en centros poblados y sus áreas de influencia. - Implementar programas de monitoreo participativo del recurso hídrico con las comunidades locales. Bajo el liderazgo de CORPOAMAZONIA y entes territoriales (alcaldías, gobernación), se debe capacitar a miembros de las comunidades ribereñas para la toma básica de muestras, vigilancia visual de las fuentes y reporte de incidentes (derrames, cambios notables en el agua). Esto no solo democratiza la información ambiental, sino que crea redes de alerta temprana en sitios de difícil acceso.	Preservar y mejorar la calidad del agua superficial en el ámbito regional mediante una gestión integral y participativa. Esto implica reducir las cargas contaminantes no reguladas que afectan las fuentes hídricas (a través de mejor infraestructura de tratamiento y control de ilícitos) y aumentar la capacidad local de vigilancia y respuesta ante eventos de contaminación. En conjunto, estas acciones buscan garantizar un suministro de agua más seguro para las comunidades, la protección de los ecosistemas acuáticos y una mayor resiliencia del territorio frente a futuros impactos.
Medio Socioeconómico	Persisten brechas en el acceso a agua segura, saneamiento básico y energía en zonas rurales e indígenas.	Fortalecer la inversión en soluciones de agua, saneamiento y energía con tecnologías adecuadas para áreas rurales dispersas. Actores: Alcaldías, Gobernación, Empresas de Servicios Públicos, Minvivienda, Minsalud, UMATAS.	Mejorar las condiciones de vida y reducir riesgos sanitarios y ambientales.
Medio Socioeconómico	Suelos deteriorados por derrames, minería informal, deforestación y expansión agropecuaria, con pérdida de vocación natural.	Implementar programas de restauración de suelos, reconversión productiva y manejo sostenible en zonas degradadas. Actores: Corpoamazonia, Alcaldías, Gobernación, ADR, UMATAS, SENA.	Recuperar la funcionalidad del suelo y promover actividades productivas sostenibles.
Medio Socioeconómico	Fuentes hídricas vulnerables por derrames, captaciones sin control, sedimentación y contaminación de origen extractivo e ilícito.	Fortalecer el monitoreo, control y protección de fuentes hídricas, actualizando los planes de gestión del riesgo. Actores: Corpoamazonia, Alcaldías, Gobernación, Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD), Empresas de Servicios Públicos.	Reducir la vulnerabilidad hídrica y garantizar agua disponible para las comunidades.
Medio Socioeconómico	Limitaciones en la capacidad organizativa y de gestión territorial de las comunidades.	Impulsar programas de fortalecimiento organizativo y acompañamiento a procesos comunitarios (Planes de Vida, acuerdos territoriales). Actores: Alcaldías, Gobernación, Dirección de Asuntos Indígenas, organizaciones indígenas y campesinas.	Fortalecer la gobernanza comunitaria y la gestión socioambiental del territorio.
Medio Socioeconómico	Conflictividad socioambiental por disputas por tierra, uso del suelo y actividades extractivas e ilícitas.	Implementar mesas de diálogo y mecanismos de mediación entre comunidades, instituciones y actores sociales. Actores: Alcaldías, Gobernación, Defensoría del Pueblo, Personerías, Corpoamazonia.	Prevenir y gestionar conflictos socioambientales para mejorar la convivencia territorial.



Medio Socioeconómico	Aislamiento territorial y dificultades de movilidad por vías terciarias deterioradas.	Mejorar la conectividad vial y fluvial con intervenciones de bajo impacto y mantenimiento regular de vías rurales. Actores: Inviás, Gobernación, Alcaldías.	Facilitar el acceso a servicios y fortalecer la integración territorial.
Medio Socioeconómico	La dependencia histórica de la economía local del sector hidrocarburífero genera vulnerabilidad frente a escenarios de disminución o agotamiento de la actividad petrolera. Esta situación podría aumentar la presión sobre el uso del suelo, fortalecer economías informales o ilícitas y reducir las oportunidades para las comunidades rurales.	Diseñar e implementar estrategias territoriales para la diversificación económica y la transición productiva, promoviendo alternativas sostenibles como agroforestería, bioeconomía, sistemas productivos de bajo impacto y cadenas locales de valor. Actores: Gobernación del Putumayo, Alcaldías, ADR, SENA, Corpoamazonia, Ministerio de Agricultura, cámaras de comercio.	Reducir la dependencia económica del sector hidrocarburífero y fortalecer medios de vida sostenibles que mejoren la resiliencia territorial frente a cambios estructurales en la economía regional.
Medio Biótico	Se ha evidenciado la superposición o influencia de proyectos y/o actividades sobre áreas de conectividad funcionales de especies clave dentro del área de importancia ecológica	- Se recomienda establecer medidas específicas para la protección y conservación de las áreas núcleo y corredores identificado dentro del área regionalizada. - Integrar dentro de los planes de manejo las áreas determinadas con especial relevancia en la conectividad ecológica. - Priorizar durante el ejercicio de evaluación de permisos de aprovechamiento forestal la presencia de áreas núcleos o corredores de especies clave.	Prevenir la fragmentación y pérdida de hábitat de especies clave en el área regionalizada.
Medio Biótico	Se evidencia la presencia de diferentes núcleos de deforestación en el área regionalizada segundo el reporte de alertas tempranas IDEAM, 2024	Se recomienda tener en cuenta a la hora de evaluar los permisos de aprovechamiento forestal las áreas núcleo de deforestación o contiguas a esta. Así mismo se considera de utilidad compartir información entre instituciones relacionada con permisos y monitoreo de fauna y flora.	Prevenir la disminución de la tasa de pérdida de coberturas vegetales y propiciar la conservación de hábitat para la fauna terrestre.
Componente Hídrico Subterráneo	Presencia histórica de compuestos bacteriológicos en aguas subterráneas.	Realizar análisis históricos y espaciales sobre las fuentes potenciales de contaminación asociadas con parámetros bacteriológicos.	Conocer las posibles fuentes de contaminación bacteriológica a aguas subterráneas.
Componente Hídrico Subterráneo	Poca información hidrogeológica en el área de estudio; desconocimiento de reservas relacionadas con el sistema acuífero SAP 2.1 Valles Aluviales y Terrazas de Grandes Ríos y unidades hidrogeológicas en el área de estudio.	Realización de un modelo hidrogeológico para el departamento del Putumayo, mediante el cual se puedan conocer características de oferta del recurso y calidad de este, así como conectividad hidráulica entre las diferentes unidades de interés hidrogeológico.	Conocer estado de oferta y calidad del sistema acuífero y las unidades hidrogeológicas del departamento del Putumayo, así como la conectividad hidráulica entre estas.
Cambio climático: mitigación y adaptación	En el departamento del Putumayo, el análisis de escenarios de cambio climático (SSP3-7.0) y de amenaza, vulnerabilidad y riesgo evidencia una alta exposición a incrementos de temperatura, mayor intensidad de las lluvias extremas, inundaciones en planicies, avenidas torrenciales y remociones en masa en el piedemonte andino-amazónico. Estas condiciones afectan simultáneamente centros poblados, corredores viales estratégicos, proyectos del sector hidrocarburos minería y ecosistemas clave para la regulación hídrica. A esto se suma que, en la mayor parte del área de estudio, la capacidad adaptativa territorial frente al cambio climático es baja, debido a limitaciones en la planificación, la infraestructura, la gestión del riesgo y la disponibilidad de recursos técnicos y financieros. Aunque el territorio cuenta con instrumentos como POT/EOT municipales, POMCA, planes de gestión del riesgo y lineamientos de cambio climático (PIGCCT, PGAR de la autoridad ambiental), la incorporación explícita de los escenarios de cambio climático y de la cartografía reciente de riesgo en estos instrumentos es todavía parcial y desigual, lo que reduce su efectividad para orientar las decisiones de uso del suelo, la localización de infraestructura y la priorización de medidas de adaptación, en particular aquellas basadas en ecosistemas.	Integración de escenarios climáticos en la planificación territorial. Promover que los POT/EOT municipales, el POMCA, los PIGCCT, el PGAR y los planes de desarrollo departamentales del Putumayo incorporen explícitamente las proyecciones climáticas regionales (IDEAM, Cuarta Comunicación) y los mapas de amenaza, vulnerabilidad, riesgo y capacidad adaptativa elaborados por el SILVRA. En particular, se recomienda que la zonificación y los usos del suelo reconozcan las zonas de riesgo alto y muy alto en el piedemonte andino-amazónico y las planicies inundables, orientando allí restricciones, condicionamientos o medidas especiales para la localización de nueva infraestructura. Adaptación en recursos hídricos y ecosistemas reguladores. Dado el incremento proyectado de lluvias extremas e inundaciones y la baja capacidad adaptativa territorial, priorizar la conservación de áreas de recarga, la restauración de coberturas en microcuencas estratégicas y la protección de rondas hídricas, humedales y bosques de piedemonte que regulan caudales y reducen remociones en masa. Estas acciones deben incorporarse como proyectos y líneas específicas en los	El objetivo de estas recomendaciones es fortalecer la gestión territorial del cambio climático en el Putumayo, de manera que los actores externos (autoridades ambientales, alcaldías, gobernación y demás entidades regionales) integren de forma efectiva los escenarios climáticos y la cartografía de riesgo en sus instrumentos de planificación, prioricen la protección y restauración de los ecosistemas reguladores, mejoren sus capacidades técnicas e institucionales y consoliden sistemas de monitoreo y articulación con los proyectos licenciados; todo ello orientado a reducir la exposición y la vulnerabilidad de las comunidades, la infraestructura y los ecosistemas en un contexto de alta amenaza y baja capacidad adaptativa.



		POMCA, PIGCCT y planes de gestión del riesgo departamental y municipales. Fortalecimiento de capacidades institucionales y locales en un contexto de baja capacidad adaptativa. Desarrollar programas de formación y acompañamiento técnico para autoridades ambientales regionales, alcaldías, gobernación y comunidades del área de estudio, enfocados en la lectura de escenarios de cambio climático, la interpretación de mapas de riesgo y la formulación de medidas de adaptación (incluyendo soluciones basadas en ecosistemas) en territorios con alta exposición y limitada capacidad de respuesta. Monitoreo climático y articulación con proyectos licenciados. Fortalecer las redes de observación climática, hidrológica y ambiental en el Putumayo, integrando información de IDEAM, la autoridad ambiental regional, universidades y proyectos licenciados por la ANLA (en especial del sector hidrocarburos e infraestructura vial). Esta articulación debe permitir un seguimiento continuo de las señales de cambio climático en las zonas de riesgo alto y muy alto, y servir de base para activar de forma coordinada medidas de prevención y respuesta con los consejos de gestión del riesgo municipales y departamental.	
VEC – Recurso hídrico	Cuantificación de parámetros microbiológicos tanto en aguas subterráneas como superficiales a nivel temporal y espacial en el área de estudio.	Formular un plan de manejo que reduzca las fuentes de contaminación en áreas rurales por descargas directas al río y por infiltración al suelo, aguas residuales y desechos pecuarios	Reducir y dar correcto manejo a las fuentes de contaminación en áreas rurales.
		Generar un programa que fortalezca conocimiento de las dinámicas hidrológicas en el área de estudio mediante la integración de información hidrogeológica, hidrodinámica, hidroquímica e indicadores de vulnerabilidad.	Comprender el comportamiento, sensibilidad ante presiones antrópicas y las dinámicas de recarga y descarga entre aguas superficiales y subterráneas en la región.
		Implementar acciones orientadas a asegurar la calidad del agua destinada al consumo humano en comunidades rurales, mediante el fortalecimiento de sistemas básicos de potabilización, reducción de riesgos sanitarios y promoción de prácticas adecuadas de manejo del recurso.	Garantizar la potabilización del agua destinada al consumo humano en zonas rurales.
		Implementar medidas orientadas a reducir, controlar y monitorear los vertimientos generados en áreas urbanas que puedan afectar la calidad microbiológica del agua, especialmente en sitios donde hay interacción entre aguas superficiales y subterráneas	Prevenir la infiltración de contaminantes hacia el subsuelo y conservar la calidad del agua subterránea.
Componente atmosférico	Dificultad de encontrar los permisos de emisiones otorgados por las Autoridades Ambientales Regionales.	Facilitar la disponibilidad de los permisos de emisión otorgados. Asegurar que se incluyan como requisitos mínimos, la ubicación georreferenciada de las fuentes, su caracterización física, los regímenes de operación y las tasas de emisión autorizadas. Asimismo, se recomienda la implementación de una base de datos digital que centralice y asegure la trazabilidad de dichos actos administrativos.	Es prioridad para la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) consolidar los reportes de permisos de uso y aprovechamiento otorgados por las autoridades regionales. Esta integración permitirá georreferenciar las fuentes y sus condiciones de emisión para identificar presiones antrópicas sobre el entorno y evaluar la posible generación de impactos acumulativos en el área de interés.



XXII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (UPRA), U. d. (2023). *Planificación del ordenamiento productivo y social de la propiedad-Putumayo*. Obtenido de https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/PUTUMAYO/1-%20Presentaci%C3%B3n%20Regional%20UPRA%20Putumayo.pdf?utm_source
- Agencia de Renovación del Territorio, A. (2023). *Serie de documentos regionales-Putumayo*. Obtenido de chrome-extension://efhttps://centralpdet.renovacionterritorio.gov.co/wp-content/uploads/2024/02/Putumayo%20-%20Documento%20subregional%202023.pdf
- Agencia Nacional de Tierras (ANT). (20 de Noviembre de 2025). *Portal de Datos Abiertos*. Obtenido de <https://data-agenciatierras.opendata.arcgis.com/datasets/resguardo-indigena-formalizado/about>
- Ajiaco-Martínez, R. E., Usma Oviedo, J. S., Muñoz Torres, S. E., & Sanabria Ochoa, A. I. (2012). Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia: memoria técnica y explicativa. Resumen ejecutivo (Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia). *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 363.
- Alvarado, A. F. (2024). *Caza ancestral y conservación: un dilema amazónico*. Bogotá D.C, Colombia: Universidad Libre Centro de investigación socio jurídicas.
- Amerisur Exploración Colombia, & SGS. (2025). Estudio de Impacto Ambiental para el Área de perforación exploratoria APE Nyctibius.
- ANLA. (2017). Reporte de Alertas Putumayo.
- ANLA. (2023). Actualización del Reporte de Análisis Regional Putumayo.
- Barrera, C. G. (2020). *Gestión comunitaria y aprovechamiento forestal en territorios amazónicos: lecciones desde experiencias locales en Colombia*. En *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCH*. Leticia: Memorias del Congreso Nacional de la Amazonia Colombiana.
- BID Invest. (2023). *Guía Práctica para la Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos en América Latina y El Caribe*. (B. I. Desarrollo, Ed.) Washington, D.C.: BID. Obtenido de <https://www.idbinvest.org/es/publicaciones/guia-practica-para-la-evaluacion-y-gestion-de-impactos-acumulativos-en-america-latina>
- Bookhagen, B., & Strecker, M. R. (2008). Orographic barriers, high-resolution TRMM rainfall, and relief variations along the eastern Andes. *Geophysical Research Letters*, 6.
- Calvo, J. M., Castañeda Gómez, J. A., Díaz Cuesta, Y. A., & Escobar Mahecha, D. (2020). Análisis del desastre ocurrido en Mocoa (Colombia). *Ambiente y Desarrollo*, 47.
- Charry, A., Muñoz, M., & Rodríguez, L. (2017). *Transformaciones productivas y sociales en la Amazonia colombiana: análisis de casos en Putumayo y Caquetá*. Bogotá D.C, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Chávez, S. P., & Takahashi, K. (2017). Orographic rainfall hot spots in the Andes–Amazon transition according to the TRMM precipitation radar and in situ data. *Journal of Geophysical Research: Atmosphere*, 11.
- CORPOAMAZONIA y Universidad Nacional de Colombia–Sede Amazonia. (2005). *Minería artesanal del oro de aluvión en Mocoa, Putumayo, Amazonia colombiana*. Obtenido de <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstream>
- Cuéllar, M. C., & Jajoy, L. A. (2017). *Evaluación de impactos ambientales del cultivo de fríjol (Phaseolus vulgaris L.) en el municipio de Colón, Putumayo*. Nariño: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.



- DANE, D. A. (2019). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- Dejusticia. (2022). *¿Carne deforestadora? Cuellos de botella en el control de las cadenas de suministro de carne bovina en Colombia*. Colombia: Centro de Estudios de Derecho, Justicia y Sociedad (Dejusticia).
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (20 de Noviembre de 2025). *TerriData*. Obtenido de <https://terridata.dnp.gov.co/>
- Environmental Investigation Agency. (2021). Carne contaminada: Cómo las cadenas de suministro de ganado están destruyendo la Amazonía colombiana. *Environmental Investigation Agency*, 8.
- FCDS. (2024). *Fundación para la conservación y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://observatorioamazonia.fcds.org.co/acercamiento-conflictos/amazonia-colombiana/vias/microficha-vias-en-el-bioma-amazonico-colombiano.html#:~:text=Desarrollo,Fuente:%20Elaboraci%C3%B3n%20propia%20FCDS>.
- FCDS, F. p. (2024). *Observatorio de conflictos socioambientales*. Obtenido de <https://observatorioamazonia.fcds.org.co/acercamiento-conflictos/amazonia-colombiana/cultivos-uso-ilicito/microficha-cultivos-de-uso-ilicito-en-el-bioma-amazonico-colombiano.html>
- Fedesarrollo. (2021). *Impacto socioeconómico de la industria petrolera en Colombia*.
- Flórez Delgado, H. J., Cely Leal, J. A., & Araque Chacón, L. F. (2024). *Caracterización social, productiva, reproductiva y ambiental del ganado criollo Hartón del Valle en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.
- Gao et al. (2010). Minimum ecological water depth of a typical stream in Taihu Lake Basin, China. *Quaternary International*, 136-142. doi:10.1016/j.quaint.2010.03.004
- GBIF. (2025). *El Sistema Global de Información sobre Biodiversidad*. Obtenido de <https://doi.org/10.15468/dl.5acsre>
- Githeko, A. K. (2000). Climate change and vector-borne diseases: A regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 78.
- González Rubio, H. (2025). *La minería ilegal en la cuenca Putumayo-Içá: impactos y desafíos para la conservación*. Bogotá D.C, Colombia: Proyecto Cuenca Putumayo-Içá – Wildlife Conservation Society.
- González Rubio, H. (2025). La minería ilegal en la cuenca Putumayo-Içá: impactos y desafíos para la conservación. Proyecto Cuenca Putumayo-Içá. *Wildlife Conservation Societ*, 8.
- Gonzalez, A. C., Peña, J., & Patzy, F. (Junio de 2025). *Resource Governance Institute y Contraloría General de la República*. Obtenido de https://resourcegovernance.org/sites/default/files/2025-09/Impactos_transicion_energetica_global_Putumayo.pdf
- Guzmán-Maldonado, A., & Lasso, C. A. (2014). Análisis comparativo (1990-2014) de la pesquería de peces ornamentales en el departamento del Amazonas, Colombia. *Biota Colombiana*, 15(Supl. 1), 83–108.
- Hartinger, S. M.-R. (2024). The 2023 Latin America report of the Lancet Countdown on health and climate change: The imperative for health-centred climate-resilient development. *The Lancet Regional Health. Americas*, 33.
- IAvH. (2015). *Instituto Alexander Von Humboldt*. Obtenido de <https://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/09ee583d-d397-4eb8-99df-92bb6f0d0c4c>
- ICANH, I. C. (2020). *Conceptualización del campesinado en Colombia: Documento técnico para su definición, caracterización y medición*. Obtenido de <https://www.icanh.gov.co/wp->



content/uploads/recursos_user/ICANH%20PORTAL/SUBDIRECCIÓN%20CIENTÍFICA/ANTROPOLOGIA/Conceptos/2020/Conceptualizacion_del_campesinado_en_Colombia.pdf

- IDEAM & UPME. (2017). *Atlas de viento de Colombia*. Bogotá D.C, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) & Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).
- IDEAM. (2007). *Atlas climatológico de Colombia*. Bogotá D.C, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua.
- IDEAM. (2014). *Clasificación climática de Caldas-Lang 2014 [capa vectorial]*. Bogotá D.C, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2016). *Mapa de susceptibilidad a inundación de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2017). *Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático: Vulnerabilidad y adaptación*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2022). Estudio Nacional del Agua.
- IDEAM. (2024). *Escenarios de cambio climático en Colombia: Cuarta Comunicación Nacional ante la CMNUCC [recurso en línea]*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM(a). (2025). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de <http://archivo.ideam.gov.co/web/ecosistemas>
- IDEAM(b). (2025). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de <http://archivo.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>
- IDEAM(c). (2025). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines/Bosques>
- IGAC (b). (2017). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>
- IGAC. (2021). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de <https://www.icde.gov.co/datos-y-recursos/zonificacion-reservas-forestales-de-la-ley-segunda-de-1959>
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC). (2022). *Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana*. Obtenido de Inundaciones constantes en Distrito de drenaje del Alto Putumayo.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC). (2022). *Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana*. Obtenido de Minería ilegal en Puerto Guzmán: <https://siatac.co/tipologia-mineria/#009>
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC). (2022). *Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia Colombiana*. Obtenido de Explotación petrolera y cultivos de uso ilícito en el Valle del Guamuez.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC). (2022). *Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia Colombiana*. Obtenido de Variante San Francisco -Mocoa, la IIRSA en Colombia: <https://siatac.co/tipologia-infraestructura/#014>
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC). (2022). *Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia Colombiana*. Obtenido de Minería en los ríos San Pedro y San Francisco Alto Putumayo: <https://siatac.co/tipologia-mineria/#029>



- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC). (2022). *Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana*. . Obtenido de Contaminación de agua por petróleo en el corredor Puerto Vega-Teteyé, Putumayo: <https://siatac.co/tipologia-hidrocarburos/#004>
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC). (2022). *Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. Minería de cobre y otros minerales en la cuenca alta del río Mocoa*. Obtenido de <https://siatac.co/tipologia-mineria/#002>
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SIAT-AC). (2023). *Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana*. Obtenido de Monocultivos en Alto Putumayo: <https://siatac.co/tipologia-agropecuarios-y-gestion-forestal/#028>
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2022). *Estado y dinámica de los bosques de la Amazonia colombiana*. Leticia: Instituto SINCHI.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2022). Décima actualización período 2021–2022. *Indicador de captura de peces comerciales en la Amazonia*, 8.
- Instituto SINCHI — IERNA. (2019). 12. La calidad de los ecosistemas acuáticos amazónicos y sus recursos, seguimiento 2019. Obtenido de <https://ierna.sinchi.org.co/informe/12-la-calidad-de-los-ecosistemas-acuaticos-amazonicos-y-sus-recursos-seguimiento-2019/>
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 3675.
- IPPC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Reino Unido: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- KBA. (2025). *Key Biodiversity Areas*. Obtenido de <https://www.keybiodiversityareas.org/sites/search%0a%0a>
- Landínez Torres, A. A. (2017). Transformaciones del uso y manejo del suelo en la Amazonia colombiana: Diversidad de modelos de desarrollo en los resguardos indígenas Inga de Condagua y Quichua de San José del Pira, departamento del Putumayo. *Mundo Amazónico*, 8(2), 151–178.
- Landínez Torres, A. Y. (2017). Transformaciones del uso y manejo del suelo en la Amazonia colombiana: Diversidad de modelos de desarrollo en los resguardos indígenas Inga de Condagua y Quichua de San José del Pira, departamento del Putumayo. *Mundo Amazónico*, 8(2), 151–178. doi:<https://doi.org/10.15446/ma.v8n2.70039>
- Landínez Torres, Á. Y. (2017). Uso y manejo del suelo en la Amazonia colombiana. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12(2), 151–163. doi:<https://doi.org/10.21615/cesmvz.12.2.6>
- Landínez Torres, A. Y. (2017). Uso y manejo del suelo en la Amazonia colombiana. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12(2), 151–163.
- Lasso, C. A., Paula Gutiérrez, F., Morales-Betancourt, M. A., Agudelo, E., Ramírez-Gil, H., & Ajiaco-Martínez, R. E. (2011). II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena–Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 156.
- MADS. (2017). *Política Nacional de Cambio Climático*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- MADS. (2020). Obtenido de <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/signin>
- MADS. (2024). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/datasets/145a8d9eb8bf41ec9650a7f9d69a9638/about>



- MADS(a). (2024). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/datasets/145a8d9eb8bf41ec9650a7f9d69a9638/about>
- MADS(b). (2025). Obtenido de <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/maps/c09ba28c179f473c9939e327e3d05263/about>
- Marengo, J. A. (2018). Changes in climate and land use over the Amazon region: Current and future variability and trends. *Frontiers in Earth Science*, 6.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Acuerdo de voluntades “Cero deforestación para la cadena de carne bovina en Colombia”. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 8.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo - MinCIT. (2023). *Perfiles Económicos Departamentales-Putumayo*. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/getattachment/35f426f4-7a95-4dd7-8b8a-f7d7b7919906/Putumayo.aspx>
- Ministerio de Justicia y del Derecho & Observatorio de Drogas de Colombia (ODC). (2019). *Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos en Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Justicia y del Derecho & Observatorio de Drogas de Colombia (ODC).
- Ministerio de Salud y Protección Social & Instituto Nacional de Salud. (2017). *Informe nacional de la calidad del agua para consumo humano – INCA 2017*. Bogotá, D. C., Colombia: Sección “Calidad del agua para consumo humano en Putumayo”.
- Muñoz Mariño, D. E. (2022). *Análisis de la persistencia de los cultivos de coca en la Amazonia colombiana: dinámicas y tensiones socioambientales en el departamento del Putumayo*. Bogotá D.C, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Observatorio Amazonia. (2022). Minería en el bioma amazónico colombiano. Obtenido de <https://observatorioamazonia.fcds.org.co/acercamiento-conflictos/amazonia-colombiana/mineria/microficha-mineria-en-el-bioma-amazonico-colombiano.html>
- Observatorio DESC Amazonía. (2007). *Amazonía: Cultivos ilícitos, conflicto y transformación territorial*. Amazonía: Fundación Paz y Reconciliación.
- Observatorio DESC Amazonía. (2007). *Amazonía: Cultivos ilícitos, conflicto y transformación territorial*. Amazonía: Fundación Paz y Reconciliación.
- Olea Vega, F. (2017). *Sistemas productivos y desarrollo rural en el municipio de Mocoa (Putumayo)*. Mocoa, Colombia: Universidad de la Amazonia.
- Ortiz, C. (2003). *Transformaciones rurales y cultivos ilícitos en la Amazonia colombiana*. En C. Ortiz (Ed.), *Economías ilegales y cambio rural en Colombia* (pp. 101–135). Universidad Nacional de Colombia.: Economías ilegales y cambio rural en Colombia.
- Osorio, F. (2003). *Efectos ambientales y sociales de la erradicación de cultivos ilícitos en el sur del país*. Nariño: Universidad de Nariño.
- OTCA & CIIFEN. (2021). *Atlas de vulnerabilidad hidroclimática de la Región Amazónica*. Brasília: Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) & Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN).
- Oviedo, D. (2021). *Economías cocaleras y resiliencia campesina en el Bajo Putumayo*. Bogotá D.C , Colombia: Fundación Ideas para la Paz (FIP).
- Pardo Rozo, Y. e. (2022). Valoración económica de servicios ecosistémicos en bosques de sistemas agropecuarios del piedemonte amazónico colombiano. *Desarrollo y Sociedad*, 143-169.



- Parques Nacionales Naturales de Colombia, Dirección Territorial Amazonía. (2018). *El mercurio en comunidades de la Amazonia colombiana*. Bogotá D.C, Colombia: Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Parra, K. D. (16 de Octubre de 2020). *Asociación Ambiente y Sociedad*. Obtenido de <https://www.ambienteysociedad.org.co/wp-content/uploads/2020/10/Informe-seguimiento-fugas-de-crudo-moqueta-cantoyaco-gran-tierra-energy.pdf>
- PNN. (2020). *Parque Nacionales Naturales*. Obtenido de Registro Único de Áreas Protegidas : <https://www.colombiaenmapas.gov.co/?u=0&t=2&servicio=179>
- PNUD, P. d. (2024). *Informe de Desarrollo Humano 2024: La dependencia del país y de los territorios de los hidrocarburos y el carbón en Colombia*.
- Posso, C. G. (Febrero de 2025). *Zonas de Reserva Campesina en los acuerdos para la paz en la Amazonía* . Obtenido de chrome-extension://efahhttps://indepaz.org.co/wp-content/uploads/2025/03/Zonas-de-reserva-campesina-en-la-paz-territorial-Camilo-GonzalezPosso.pdf
- Procuraduría General de la Nación. (2024). *Informe Nacional: Minería ilegal y contaminación por mercurio en Colombia*. Bogotá, D. C., Colombia: Procuraduría General de la Nación.
- Quintana Arias, R. F. (2018). Turismo, ambiente y desarrollo indígena en el Amazonas colombiano. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 27(2), 460–486.
- Ramírez Daza, A., Londoño Stipanovic, F., & Moreno Reina, A. (2021). *Priorización de alternativas productivas agropecuarias del departamento de Putumayo*. Bogotá D.C, Colombia: Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA.
- Reyes, M. P. (2025). *Estudio de variabilidad de temperatura superficial en un clima tropical andino: efectos de humedad y cobertura nubosa*. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario, Colombia.
- Secretaría de Planeación-Gobernación del Putumayo. (31 de Mayo de 2024). *Plan de Desarrollo Departamental: Somos el gobierno de la gente*. Obtenido de <https://fundacionexe.org.co/document/plan-de-desarrollo-territorial-2024-2027-putumayo/>
- SENA, S. N. (2023). *Caracterización de la población de las economías campesinas y populares*. Obtenido de <https://www.sena.edu.co/es-co/ciudadano/Paginas/Caracterizacion-Poblacion-Economia-Campesina-Popular.aspx>
- SGC. (2011). Mapa de Permeabilidades de Colombia.
- SGC. (2015). Mapa Geológico de Colombia.
- SGC. (2017). *Mapa de amenaza por movimientos en masa de Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá, Colombia: Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- SIAC. (2025). *Sistema de Información Ambiental de Colombia*. Obtenido de <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/datasets/MADS::gobernanza-forestal-1/about?layer=1>
- SINCHI. (2019). *Minería en la Amazonía*. Bogotá, D. C: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
- SINCHI. (2025). *Instituto SINCHI*. Obtenido de <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/datasets/sinchi::cicatrices-de-quema-por-regi%C3%B3n-hist%C3%B3rico-escala-1100-000/explore?location=0.368581%2C-72.102700%2C6.11>
- SINCHI, I. A. (2019). *Minería: Impactos sociales en la Amazonía* . Bogotá: SINCHI.
- Thomson, M. C. (2022). *Climate change and vectorborne diseases*. Boston, Estados Unidos: The New England Journal of Medicine.



- Trujillo Quintero, J. (2014). *Impactos ambientales derivados de los cultivos ilícitos y las estrategias de erradicación en la Amazonia colombiana*. Amazonia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
- UNODC. (2021). *Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2021*. Colombia: Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito.
- UPRA, U. d. (2021). *Documento regional Putumayo*. Obtenido de https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/PUTUMAYO/2-%20Documento%20Regional%20UPRA%20Putumayo.pdf
- Wildlife Conservation Society – WCS Colombia. (2025). *El precio oculto del oro en la cuenca Putumayo-Içá: contaminación, deforestación y crisis social*. Bogotá D.C, Colombia: Proyecto Cuenca Putumayo-Içá – WCS Colombia.
- WMO. (2024). *Guidelines on satellite skills and knowledge for operational meteorologists and specialists in related application areas*. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- WWF Colombia. (2021). *Deforestación y cultivos ilícitos en la Amazonia colombiana: análisis y perspectivas*. Colombia: WWF Colombia.
- WWF Colombia. (2024). *Deforestación para un futuro de la Amazonía: informe sobre aprovechamiento forestal y gobernanza ambiental en Colombia*. Bogotá D.C, Colombia: WWF Colombia.
- WWF Colombia. (2024). *Turismo para la gobernanza territorial: apuesta por la conservación del jaguar y los delfines de río*. Bogotá D.C, Colombia: WWF Colombia.
- Zambrano Arciniegas, J. C. (2020). AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RURAL COMO POLÍTICA EN TERRITORIOS CON MÁS POBREZA Y VIOLENCIA. *Revista de Ingeniería*, 49, págs. 70 - 75.
doi:<https://doi.org/10.16924/revinge.49.9>
- Zeidan, B. (2017). Groundwater Degradation and Remediation in the Nile Delta Aquifer.